杭州海康机器人股份有限公司

海康机器人 VM3D 算法开发平台

用户手册

扫码可得更多产品资料

HIKROBOT

目 录

第 1 章 前言 . . . 1
1.1 符号约定 . . . 1
1.2 获得支持 . . . 1
第 2 章 发版说明 . . . 2
2.1 V2.2.0 . . . 2
2.2 V2.2.0之前版本 . . . 5
第 3 章 产品概述 . . . 8
3.1 运行环境 . . . 8
3.2 基础概念 . . . 10
3.3 界面概览 . . . 11
3.3.1 主界面 . . . 11
3.3.2 菜单栏 . . . 13
3.3.3 快捷工具条 . . . 15
第 4 章 快速入门 . . . 16
4.1 准备工作 . . . 16
4.1.1 搭建视觉系统 . . . 17
4.1.2 获取软件使用许可 . . . 17
4.2 了解方案构成 . . . 22
4.3 搭建入门级方案 . . . 24
4.3.1 步骤一：创建方案 . . . 25
4.3.2 （可选）步骤二：配置硬件设备 . . . 25
4.3.3 步骤三：搭建流程 . . . 26
4.3.4 步骤四：设计运行界面 . . . 30
4.4 运行入门级方案 . . . 33
4.5 进阶参考 . . . 34
4.5.1 方案搭建完整流程 . . . 34
4.5.2 方案示例 . . . 35
4.5.3 运行界面示例 . . . 35
第 5 章 方案搭建-硬件设备配置 . . . 37
5.1 相机管理 . . . 38
5.1.1 添加相机 . . . 38
5.1.2 配置3D激光轮廓传感器 . . . 39
5.1.3 配置RGB-D相机 . . . 42
5.1.4 配置Dalsa图像采集卡连接的相机 . . . 44
5.1.5 配置迈创采集卡连接的相机 . . . 45
5.1.6 配置2D全局相机 . . . 47
5.2 控制器管理 . . . 52
5.3 通信管理 . . . 55
5.3.1 配置通信设备 . . . 55
5.3.2 配置接收事件 . . . 67
5.3.3 配置发送事件 . . . 73
5.3.4 配置心跳检测 . . . 76

5.3.5 配置响应 . . . 77
5.3.6 通信配置示例 . . . 79
第 6 章 方案搭建-流程搭建 . . . 83
6.1 流程配置 . . . 83
6.1.1 添加流程 . . . 84
6.1.2 右键菜单可选操作 . . . 85
6.2 流程逻辑配置 . . . 87
6.2.1 编排多流程执行逻辑 . . . 87
6.2.2 配置单流程执行逻辑 . . . 89
6.2.3 配置流程运行参数 . . . 91
第 7 章 方案搭建-模块配置 . . . 94
7.1 模块搜索与筛选 . . . 95
7.2 模块通用配置 . . . 97
7.2.1 基本参数 . . . 97
7.2.2 运行参数 . . . 98
7.2.3 结果显示 . . . 99
7.2.4 ROI绘制 . . . 99
7.3 常见3D数据类型 . . . 102
7.4 常用3D模块导览 . . . 103
第 8 章 方案搭建-全局逻辑配置 . . . 105
8.1 全局相机 . . . 105
8.2 全局变量 . . . 105
8.3 全局触发 . . . 107
8.4 全局脚本 . . . 109
8.4.1 VS调试 . . . 112
8.4.2 全局脚本开放接口 . . . 113
8.4.3 SDK调用 . . . 121
8.4.4 程序集添加 . . . 123
8.4.5 第三方库调用方法 . . . 125
8.4.6 应用示例：流程控制 . . . 125
8.4.7 应用示例：设置模块参数 . . . 132
8.5 8. 5 数据队列 . . . 136
8. 5. 1 使用示例 . . . 140
第 9 章 方案搭建-运行界面设计 . . . 144
9.1 默认运行界面 . . . 144
9.2 设计运行界面 . . . 145
9.2.1 设计窗口介绍 . . . 146
9.2.2 自定义控件介绍 . . . 147
第 10 章 方案调试与运行 . . . 155
10.1 调试方案 . . . 155
10.1.1 图像显示区域 . . . 155
10.1.2 结果显示区域 . . . 167
10.2 运行单个方案 . . . 171
10.2.1 在运行界面运行 . . . 171
10.2.2 导出运行界面并运行 . . . 172

10.3 自动切换方案并运行 . . . 172
第 11 章 方案示例 . . . 174
11.1 3D实际综合案例 . . . 174
11.1.1 插针缺陷检测 . . . 174
11.1.2 周边焊缝检测 . . . 180
11.2 其他 . . . 186
11.2.1 平整度检测 . . . 186
11.2.2 点面距离测量 . . . 189
第 12 章 软件通用设置 . . . 191
12.1 权限设置 . . . 191
12.2 软件设置 . . . 193
12.3 方案设置 . . . 195
12.4 运行策略 . . . 195
第 13 章 工具介绍 . . . 197
13.1 创建一键标定引导 . . . 197
13.1.1 静态标定 . . . 197
13.1.2 动态标定 . . . 198
13.1.3 映射标定 . . . 200
13.2 标定板生成工具 . . . 201
13.3 自定义模块生成工具 . . . 202
13.4 运行异常采集机器人工具 . . . 206
13.5 版本切换工具 . . . 210
13.6 读取加密狗序列号工具 . . . 212
第 14 章 模块使用参考 . . . 214
14.1 2D采集 . . . 214
14.1.1 图像源 . . . 214
14.1.2 多图采集 . . . 218
14.1.3 输出图像 . . . 221
14.1.4 缓存图像 . . . 224
14.1.5 光源 . . . 225
14.2 3D采集 . . . 227
14.2.1 3D图像源 . . . 227
14.2.2 3D输出图像 . . . 231
14.2.3 3D相机参数设置 . . . 238
14.2.4 TIFF转深度图 . . . 239
14.2.5 CAD转点云 . . . 244
14.3 2D定位 . . . 249
14.3.1 模板匹配 . . . 249
14.3.2 图形定位 . . . 279
14.3.3 位置修正 . . . 292
14.3.4 BLOB分析 . . . 295
14.3.5 BLOB标签分析 . . . 310
14.3.6 圆查找 . . . 316
14.3.7 椭圆查找 . . . 327
14.3.8 阵列圆查找 . . . 332

14.3.9 直线查找 . . . 337
14.3.10 直线查找组合 . . . 343
14.3.11 多直线查找 . . . 346
14.3.12 边缘交点 . . . 351
14.3.13 四边形查找 . . . 355
14.3.14 平行线查找 . . . 361
14.3.15 平行线计算 . . . 366
14.3.16 矩形检测 . . . 370
14.3.17 中线查找 . . . 374
14.3.18 垂线查找 . . . 376
14.3.19 角平分线查找 . . . 380
14.3.20 卡尺工具 . . . 382
14.3.21 边缘查找 . . . 390
14.3.22 顶点检测 . . . 395
14.3.23 路径提取 . . . 398
14.3.24 目标跟踪 . . . 403
14.4 3D定位 . . . 408
14.4.1 匹配-深度图 . . . 408
14.4.2 尺度匹配-深度图 . . . 413
14.4.3 平面检测-深度图 . . . 420
14.4.4 位置修正-深度图 . . . 423
14.4.5 着地面检测-深度图 . . . 424
14.4.6 直线查找-深度图 . . . 428
14.4.7 匹配-轮廓图 . . . 432
14.4.8 特征定位-轮廓图 . . . 437
14.4.9 圆查找-轮廓图 . . . 443
14.4.10 直线查找-轮廓图 . . . 446
14.4.11 单团点云几何查找 . . . 449
14.5 2D测量 . . . 452
14.5.1 线圆测量 . . . 452
14.5.2 圆圆测量 . . . 457
14.5.3 点圆测量 . . . 462
14.5.4 点线测量 . . . 464
14.5.5 线线测量 . . . 467
14.5.6 点点测量 . . . 472
14.5.7 亮度测量 . . . 474
14.5.8 间距检测 . . . 478
14.5.9 像素统计 . . . 482
14.5.10 直方图工具 . . . 485
14.6 3D测量 . . . 489
14.6.1 像素统计-深度图 . . . 489
14.6.2 统计测量-深度图 . . . 491
14.6.3 点面统计-深度图 . . . 495
14.6.4 索引-深度图 . . . 498
14.6.5 体积测量-深度图 . . . 500

14.6.6 配准定位-深度图 . . . 502
14.6.7 阵列排序 . . . 505
14.6.8 平行平面测距-深度图 . . . 510
14.6.9 单点跳动-深度图 . . . 513
14.6.10 横截面测量-轮廓图 . . . 519
14.6.11 点线统计-轮廓图 . . . 522
14.6.12 特征计算-轮廓图 . . . 525
14.6.13 连续特征检测-轮廓图 . . . 528
14.6.14 手眼转换-轮廓图 . . . 531
14.6.15 点点测量-深度图 . . . 536
14.6.16 点线测量 . . . 537
14.6.17 点面测量 . . . 539
14.6.18 线面测量-深度图 . . . 541
14.6.19 面面测量-深度图 . . . 543
14.6.20 尺度变换 . . . 544
14.6.21 平面点云属性计算 . . . 545
14.7 2D识别 . . . 551
14.7.1 DL读码 . . . 551
14.7.2 条码识别 . . . 557
14.7.3 二维码识别 . . . 560
14.7.4 DL字符定位 . . . 563
14.7.5 DL字符识别 . . . 566
14.7.6 DL单字符检测 . . . 570
14.7.7 字符识别 . . . 575
14.7.8 ML分类 . . . 580
14.8 2D缺陷检测 . . . 583
14.8.1 表面缺陷滤波 . . . 583
14.8.2 字符缺陷检测 . . . 588
14.8.3 异常检测 . . . 596
14.8.4 边缘模型缺陷检测 . . . 606
14.8.5 边缘对模型缺陷检测 . . . 616
14.8.6 直线边缘缺陷检测 . . . 624
14.8.7 直线对缺陷检测 . . . 631
14.8.8 圆弧对缺陷检测 . . . 636
14.8.9 圆弧边缘缺陷检测 . . . 643
14.8.10 边缘组合缺陷检测 . . . 648
14.8.11 边缘对组合缺陷检测 . . . 651
14.8.12 边缘位置趋势分析 . . . 655
14.8.13 边缘对位置趋势分析 . . . 659
14.9 2D标定 . . . 664
14.9.1 N点标定 . . . 664
14.9.2 N图像标定 . . . 671
14.9.3 标定板标定 . . . 677
14.9.4 相机映射 . . . 683
14.9.5 映射标定 . . . 685

14.9.6 畸变标定 . . . 689
14.9.7 平移旋转标定 . . . 692
14.9.8 旋转标定 . . . 696
14.9.9 标定加载 . . . 698
14.10 3D标定 . . . 701
14.10.1 直线标定 . . . 701
14.10.2 静态标定 . . . 704
14.10.3 动态标定 . . . 706
14.10.4 旋转标定 . . . 708
14.10.5 拼接标定 . . . 711
14.11 2D运算 . . . 713
14.11.1 单点对位 . . . 713
14.11.2 单点抓取 . . . 715
14.11.3 单点映射对位 . . . 718
14.11.4 单点纠偏 . . . 720
14.11.5 标定转换 . . . 722
14.11.6 点集对位 . . . 724
14.11.7 旋转计算 . . . 725
14.11.8 线对位 . . . 727
14.11.9 单位转换 . . . 728
14.11.10 变量计算 . . . 731
14.11.11 坐标转换 . . . 733
14.12 2D图像处理 . . . 735
14.12.1 图像二值化 . . . 735
14.12.2 图像滤波 . . . 742
14.12.3 形态学处理 . . . 751
14.12.4 图像增强 . . . 758
14.12.5 阴影校正 . . . 763
14.12.6 图像组合 . . . 768
14.12.7 图像归一化 . . . 770
14.12.8 图像运算 . . . 775
14.12.9 图像修正 . . . 780
14.12.10 仿射变换 . . . 783
14.12.11 逆仿射变换 . . . 787
14.12.12 图像缩放 . . . 790
14.12.13 几何变换 . . . 794
14.12.14 圆环展开 . . . 796
14.12.15 拷贝填充 . . . 801
14.12.16 畸变校正 . . . 804
14.12.17 图像矫正 . . . 806
14.12.18 图像拼接 . . . 807
14.12.19 清晰度评估 . . . 813
14.12.20 帧平均 . . . 815
14.12.21 多图融合 . . . 817
14.13 3D深度图处理 . . . 821

14.13.1 灰度变换-深度图 . . . 821
14.13.2 法向量灰度图-深度图 . . . 825
14.13.3 二值化-深度图 . . . 827
14.13.4 转轮廓-深度图 . . . 830
14.13.5 转点云-深度图 . . . 832
14.13.6 转RGB-深度图 . . . 839
14.13.7 间隙填充-深度图 . . . 841
14.13.8 插值填充-深度图 . . . 845
14.13.9 截取-深度图 . . . 850
14.13.10 转换-深度图 . . . 853
14.13.11 滤波-深度图 . . . 857
14.13.12 法向量滤除-深度图 . . . 862
14.13.13 掩膜滤波-深度图 . . . 866
14.13.14 杂点过滤-深度图 . . . 870
14.13.15 基准矫正-深度图 . . . 874
14.13.16 差分-深度图 . . . 878
14.13.17 单数据源拼接-深度图 . . . 881
14.13.18 多数据源拼接-深度图 . . . 886
14.13.19 环视拼接投影-深度图 . . . 890
14.13.20 坐标系构建-深度图 . . . 892
14.13.21 路径生成 . . . 894
14.13.22 路径还原 . . . 898
14.13.23 轮廓截取-深度图 . . . 900
14.13.24 高度抽取-深度图 . . . 903
14.13.25 ROI转掩膜 . . . 909
14.13.26 柔性矫正-深度图 . . . 911
14.13.27 RGBD等间距转换-深度图 . . . 918
14.13.28 系统变换-深度图 . . . 922
14.13.29 旋转系统变换-深度图 . . . 927
14.13.30 坐标系变换-深度图 . . . 930
14.14 3D轮廓图处理 . . . 933
14.14.1 基准矫正-轮廓图 . . . 933
14.14.2 高度抽取-轮廓图 . . . 936
14.14.3 拟合差分-轮廓图 . . . 940
14.14.4 轮廓转灰度-轮廓图 . . . 944
14.14.5 拟合差分缺陷分类-轮廓图 . . . 946
14.15 3D点云图处理 . . . 950
14.15.1 点云降采样 . . . 950
14.15.2 点云上采样 . . . 956
14.15.3 点云截取 . . . 962
14.15.4 点云合并 . . . 968
14.15.5 点云坐标系转换 . . . 974
14.15.6 点云转深度图 . . . 979
14.15.7 三角面片生成稠密点云 . . . 985
14.16 2D颜色处理 . . . 990

14.16.1 颜色抽取 . . . 992
14.16.2 颜色测量 . . . 995
14.16.3 颜色转换 . . . 998
14.16.4 颜色识别 . . . 1001
14.17 2D拆分组合 . . . 1006
14.17.1 划片拆分 . . . 1006
14.17.2 二维阵列 . . . 1009
14.17.3 多标签筛选 . . . 1013
14.17.4 Box融合 . . . 1015
14.17.5 Box重叠 . . . 1019
14.17.6 Box过滤 . . . 1020
14.18 2D图形生成 . . . 1022
14.18.1 圆拟合 . . . 1022
14.18.2 椭圆拟合 . . . 1026
14.18.3 直线拟合 . . . 1028
14.18.4 几何创建 . . . 1031
14.19 3D图形生成 . . . 1033
14.19.1 平面拟合 . . . 1033
14.20 2D深度学习 . . . 1035
14.20.1 DL（快速）图像分割 . . . 1040
14.20.2 DL实例分割 . . . 1047
14.20.3 DL目标检测 . . . 1051
14.20.4 DL分类 . . . 1055
14.20.5 注册分类 . . . 1058
14.20.6 DL图像检索 . . . 1063
14.20.7 DL无监督分割 . . . 1066
14.20.8 DL异常检测 . . . 1068
14.21 2D逻辑工具 . . . 1071
14.21.1 条件分支 . . . 1071
14.21.2 条件检测 . . . 1073
14.21.3 分支模块 . . . 1075
14.21.4 分支字符 . . . 1077
14.21.5 文本保存 . . . 1079
14.21.6 逻辑 . . . 1081
14.21.7 格式化 . . . 1083
14.21.8 字符比较 . . . 1086
14.21.9 脚本 . . . 1088
14.21.10 Group . . . 1118
14.21.11 点集 . . . 1120
14.21.12 耗时统计 . . . 1122
14.21.13 数据集合 . . . 1123
14.21.14 触发模块 . . . 1124
14.21.15 图形收集 . . . 1125
14.22 3D逻辑工具 . . . 1126
14.22.1 ROI导入 . . . 1126

14.22.2 3D点集 1130
14.22.3 数据统计 1131
14.23 通信 1133
14.23.1 接收数据 1133
14.23.2 发送数据 1135
14.23.3 相机IO通信 1137
14.23.4 协议解析 1139
14.23.5 协议组装 1141

第 1 章 前言

本部分内容的目的是确保用户通过本手册能够正确使用产品，以避免操作中的危险或财产损失。在使用此产品之前，请认真阅读产品手册并妥善保存以备日后参考。
因PDF文档无法播放GIF动图和视频，推荐查阅网页版文档。

1.1 符号约定

对于文档中出现的符号，说明如下所示。

符号	说明
说明	说明类文字，表示对正文的补充和解释。
注意	注意类文字，表示提醒用户一些重要的操作或者防范潜在的伤害和财产损失危险。如果不加避免，有可能造成伤害事故、设备损坏或业务中断。
危险	危险类文字，表示有高度潜在风险，如果不加避免，有可能造成人员伤亡的重大危险。

1.2 获得支持

若本手册无法解决您的问题，可联系我们获得支持。

- 官网：访问*http://www.hikrobotics.com*网址查找相关文档或寻求技术服务。
- 热线：拨打400-989-7998热线联系技术人员获取帮助。
- 邮件：发送邮件至tech_support@hikrobotics.com，支持人员会及时回复。
- V社区：扫描二维码进入V社区（*www.v-club.com*），注册/登录后获得服务。

图1-1 V社区二维码

第 2 章 发版说明

VM3D算法开发平台基于VM开发，在其基础上扩充3D算子模块等功能模块。本章节介绍VM3D算法开发平台各版本的发布时间、对应的VM版本和各版本的更新要点。

2.1 V2.2.0

V2.2.0基于VM V4.3.1开发，发布于2024年5月。该版本更新要点如下。

- *客户端软件兼容性更新*
- *功能新增*
- *功能更新*
- *功能优化*
- *用户手册优化*

客户端软件兼容性更新

- 新增兼容的加密狗。加密狗算法能力集详情，请参见*通过本机加密狗获取*。
- 兼容VM3D V2.1.0和V2.0.0中搭建的方案。换言之，在该两个版本中搭建的方案，可导入当前版本的VM3D，并自动升级方案版本。

  说明
  - 若需使用更早版本搭建的方案，可先使用*版本切换工具*将VM3D切换为对应的版本，再导入使用。
  - VM3D V2.1.0和V2.0对应的VM客户端软件版本分别为V4.2.1和V4.2.0。
- 3D激光轮廓传感器和RGB-D相机分别调用3D激光轮廓传感器SDK和RGB- D SDK，不再调用之前版本的体积SDK。

功能新增

模块箱功能新增

- 支持在展开模块箱之后，输入视觉模块名称的关键字搜索视觉模块（支持模糊匹配）。

图2-1 模块搜索

- 支持在展开模块箱之后，基于模块类别筛选视觉模块。

图2-2 模块筛选

- 支持一键展开/收起模块分类下的具体模块。

3D模块新增

- *3D采集*类别新增如下模块。
  - *TIFF转深度图*：用于将标准格式的TIFF格式图像转换为深度图，详情请参见*TIFF转深度图*。
  - *CAD转点云*：用于将CAD工件模型数据渲染为点云，详情请参见*CAD转点云*
- *3D定位*类别新增如下模块。
  - *尺度匹配-深度图*：相较于之前版本已有的*匹配-深度图*模块，该模块可基于PPF（Point Pair Features）粗匹配方式直接在深度图搜索定位与模型匹配的目标，无需依赖2D匹配模块（*模板匹配*）的匹配结果。该模块更多详情，请参见*尺度匹配-深度图*
  - *着地面检测-深度图*：用于拟合“插针平放时的支撑面”，并输出各针脚点到该拟合平面的距离。该模块主要应用于插针工件检测场景，可确保“插针放置到PCB板上焊接”时，所有插针到PCB板（支撑面）的距离足够小，以免焊接出现缺陷。更多详情，请参见*着地面检测-深度图*。
  - *单团点云几何查找*：用于获取几何查找方程参数和内点信息。获取到的这两项信息可用于在后序模块中查找线、面、圆、圆柱和球。更多详情，请参见*单团点云几何查找*。
- *3D测量*类别新增如下模块。
  - *平行面测距-深度图*：用于拟合互相平行的两个平面（基于同一法向量），并输出两者之间的距离。更多详情，请参见*平行平面测距-深度图*。
  - *单点跳动-深度图*：用于测量单像素点随时间变化的深度值变化范围，进而判断RGB-D相机的重复精度。更多详情，请参见*单点跳动-深度图*。
  - *平面点云属性计算*：用于计算点云的属性，例如包围盒、凸包和高度等信息，详情请参见*平面点云属性计算*。
- *3D标定*类别新增*旋转标定*模块。
  该模块主要用于标定旋转平台等运动系统（例如转盘式流水检测场景），可矫正工件在 转盘上不同位置线速度不一致导致的图像变形 。更多详情，请参见*旋转标定*。
- *3D图像处理*类别新增如下模块。
  - *环视拼接投影-深度图*：基于环视拼接的深度图（或点云）的特定横截面，输出对应的投影灰度图。后序模块可基于投影灰度图测量大型工件的外径、内径、边长等尺寸。更多详情，请参见*环视拼接投影-深度图*。
  - *旋转系统变换-深度图*：用于实现进行传感器坐标系到系统坐标系的旋转系统变换，详情参见*旋转系统变换-深度图*。
  - *点云降采样*：用于降低点云密度，可对点云进行均匀降采样或体素降采样。更多详情，请参见*点云降采样*。
  - *点云上采样*：用于提升点云密度，详情请参见*点云上采样*。

- *点云截取*：用于过滤点云，获取符合特定要求的点云数据。更多详情，请参见*点云截取*。
- *点云合并*：用于将多个点云簇合并为单个点云簇，详情请参见*点云合并*。
- *深度图坐标系转换*：当前版本中仅作为*转点云-深度图*的前序模块使用，用于将深度图坐标系对齐到RGB坐标系下。更多详情，请参见*坐标系变换-深度图*
- *点云坐标系转换*：用于将点云由某坐标系经矩阵变换转换至另一个坐标系，详情请参见*点云坐标系转换*。
- *点云转深度图*：用于将点云转换为深度图，详情请参见*点云转深度图*。
- *三角面片生成稠密点云*：用于将输入的稀疏点云按照三角网格排列，并基于三角网格生成稠密点云。更多详情，请参见*三角面片生成稠密点云*。

2D模块新增

- *定位*类别新增*阵列圆查找*模块。
- *识别*类别新增*ML分类*模块。

功能更新

3D模块更新

- *3D相机参数设置*模块新增*用户集控制*和*文件存取*参数，用于从相机端导入用户集。
- *插值填充-深度图*模块的运行参数新增*填充方式*。该参数可设置为**插值**或**降采样**，分别用于提升或降低深度图分辨率。
- *多数据源拼接-深度图*模块的运行参数新增**自适应修正**。
- *法向量滤除-深度图*模块：
  - 支持RGB-D深度图。
  - 运行参数新增**法向量类型**和**掩膜形态窗口**。其中**掩膜形态窗口**用于对滤除法向量后的结果进行噪点过滤。
  - 模块结果新增**输出掩膜图像**。
- *掩膜滤波-深度图*模块：
  - 支持RGB-D深度图。
  - 运行参数新增**掩膜反向**。该参数启用后，可保留图像上灰度值为0的部分（即黑色部分）。
- *转换-深度图*模块：
  - 支持RGB-D深度图。
  - **转换类型**运行参数新增**上下翻转并取反**、**左右翻转并取反**和**XY转置并取反**选项。
- *滤波-深度图*模块：
  - 支持RGB-D深度图。
  - 运行参数中的**中值滤波宽度**和**中值滤波高度**的最大值均可设置为*501*。
- *坐标系构建-深度图*模块在前序版本已支持的**点**、**面**、**点、面**和**欧拉角**这3种构建方式基础上，新增**点、线、面**、**点、线、欧拉角+旋转中心**和**点、线、线**。
- *杂点过滤-深度图*、*间隙填充-深度图*、*法向量灰度图-深度图*、*二值化-深度图*模块支持RGB-D深度图。
- *圆查找-轮廓图*模块的模块结果新增**圆拟合点数**。
- *直线查找-轮廓图*模块的模块结果新增**直线拟合点数**。

2D模块更新

- *线圆测量*、*线线测量*、*圆圆测量*、*点圆测量*、*点线测量*、*点点测量*模块运行参数中新增**输出角度范围**。
- *畸变校正*模块新增支持校正彩色图像。
- *脚本*模块新增部分接口。
- *图形收集*模块新增“订阅的目标状态为空或未订阅时，直接输出订阅区域”的功能。

其他功能更新

- 主界面的图像显示区域新增深度图渲染、轮廓图渲染和点云渲染功能。更多详情，请参见*3D图像切换及渲染配置*。
- *软件设置*新增**自动加载最近打开方案**配置项。
- *相机管理*功能更新：
  - 添加的相机类型为**3D激光轮廓传感器**或**RGB-D相机**时，支持从相机端导入用户集（UserSet）。
  - 添加的相机类型为**全局相机**时，支持配置**触发模式**参数。
- *控制器管理*支持的控制器品牌类型新增VB2230，同时部分控制器新增**触发配置**参数。
- *数据队列*的触发流程新增异步触发功能。
- 运行界面中的控件更新：
  - 新增*条件信号灯*控件。
  - *运行控制*控件新增单次运行/连续运行的切换功能。
  - *按钮*控件新增保存方式的功能。

功能优化

- 模块箱中的3D模块分类优化。
- 优化深度图和点云渲染效果。
- 优化*点线统计-轮廓图*、*特征定位-轮廓图*、*匹配-轮廓图*模块的算法性能。
- 优化*BLOB标签分析*、*圆弧对缺陷检测*和*像素统计*模块的运行参数。
- *图像运算*模块优化运算类型功能。

用户手册优化

- 重构用户手册内容框架。
- 新增*快速入门*章节，提供入门级方案搭建和运行的操作指引，降低初学者入门难度。
- 优化部分3D模块的使用说明。
- 补充所有3D模块的模块结果数据类型与释义。
- 整体优化2D模块的使用说明。

2.2 V2.2.0之前版本

- *V2.1.0*
- *V2.0.0*
- *V1.0.0*

V2.1.0

V2.1.0基于VM V4.2.1开发，发布于2023年8月。该版本主要更新点如下。

兼容设备新增

兼容的设备类型新增RGB-D相机和Dasla图像采集卡。将RGB-D相机接入软件后，软件的3D图像源、3D图像输出和其他3D相关算子工具兼容RGB-D相机，图像显示区域可正常渲染RGB-D相机采集的图像。添加这两种设备的相关说明参见*相机管理*。

3D模块新增

新增3D模块，包括*柔性矫正-深度图*、*系统变换-深度图*、*RGBD等间距转换-深度图*、*拟合差分缺陷分类-轮廓图*、*特征计算-轮廓图*、*阵列排序*、*手眼转换-轮廓图*、*连续特征检测-轮廓图*、*ROI导入*。

3D模块更新

- *拟合差分-轮廓图*：模块结果中新增输出掩膜。
- *多数据源拼接-深度图*和*拼接标定*最多支持10个图像源。
- *匹配-轮廓图*的模板配置窗口的配置参数更新，仅保留**轮廓图行数**，其余参数已废弃。
- *转点云-深度图*支持按行或者按ROI将深度图转换为点云（基本参数中的**转换类型**）。

2D模块新增

- 标定新增*平移旋转标定*模块、*旋转标定*模块。
- 运算新增*单点抓取*模块、*单点映射对位*模块、*单点纠偏*模块。

2D模块更新

- *图像源*模块新增SN初始值和拼接使能相关参数。
- *灰度匹配*模块新增部分模板配置参数和运行参数。
- *Blob分析*模块新增部分运行参数。
- *路径提取*模块的模板配置新增清空基准的功能。
- *标定转换*模块新增位姿位和运行位坐标信息输入。
- *单位转换*模块新增像素当量修正参数。
- “缺陷检测”分类新增*表面缺陷滤波*模块。
- *Box融合*模块新增部分运行参数。
- *边缘模型缺陷检测*模块的模型配置新增“清空基准点”功能。
- *Group*模块中变量类型更新，删除POINTSET3D（3D点集），原RANGEIMAGE更新为立体数据。

示例方案（Sample）更新

VM3D安装路径下的“实际综合案例应用展示”文件夹中新增“插针-3D”案例（具体路径：..\Applications\Samples\实际综合案例应用展示\3D。该案例的相关介绍请参见*插针缺陷检测*。

其他更新

- 支持配置的3D激光轮廓传感器参数更新，详情参见*相机管理*。
- *控制器管理*支持配置VC2000系列的IO和光源。

功能优化

- 完善3D算子工具的操作日志信息。
- 兼容本软件历史版本创建的方案。
- 灰度变换-深度图、二值化-深度图和滤波-深度图等工具耗时优化。
- 匹配-轮廓图的建模易用性提升。

问题修复

修复部分已知问题。

V2.0.0

V2.0.0基于VM V4.2.0开发，发布于2022年12月。该版本主要更新点如下。

- 更新运行环境要求。
- 更新支持的加密狗和软加密型号。
- 主界面支持展示3D方案整体界面。
- 图像显示区域支持展示点云图。
- 新增可配置的3D相机参数。
- 新增3D模块，包括*3D相机参数设置*、、*平面检测-深度图*、*平面检测-深度图*、*直线查找-轮廓图*、*特征定位-轮廓图*、*匹配-轮廓图*、*横截面测量-轮廓图*、*点线统计-轮库图*、*面面测量-深度图*、*点线测量*、*尺度变换*、*配置定位-深度图*、*动态标定*、*直线标定*、*静态标定*、*转点云-深度图*、*插值填充-深度图*、*深度图裁切*、*转换-深度图*、*掩膜滤波-深度图*、*路径生成*、*轮廓截取-深度图*、*基准矫正-深度*

图、高度抽取-轮廓图、拟合差分-轮廓图、轮库图转灰度-轮廓图、ROI转掩膜。

- 更新部分3D模块，包括*3D图像源、3D输出图像、拼接标定、滤波-深度图、高度抽取-深度图、单数据源拼接-深度图*。
- 重构部分3D模块，包括*标定文件上传、统计测量-深度图、索引-深度图、点点测量-深度图、点面测量、3D点集*。
- 新增示例方案*方案搭建步骤*。

V1.0.0

VM3D的首个版本。该版本基于VM算法开发平台 V4.2.0开发，在其基础上扩充3D算法模块。
该版本发布于2022年8月，主要更新点如下。

- 更新软件安装包。
- 更新支持的加密狗型号。
- 新增3D相机连接功能。
- 新增3D示例方案。
- 新增3D算法模块，包括*3D图像源、3D输出图像、匹配-深度图、平面检测-深度图、平面拟合、位置修正-深度图、像素统计-深度图、统计测量-深度图、索引-深度图、点点测量-深度图、点面测量、体积测量-深度图、灰度变换-深度图、拼接标定、间隙填充-深度图、滤波-深度图、杂点过滤-深度图、基准矫正-深度图、法向量灰度图-深度图、二值化-深度图、法向量滤除-深度图、高度抽取-深度图、差分-深度图、3D点集、坐标系构建-深度图、单数据源拼接-深度图、数据统计*。
- *几何创建*模块新增创建矩形阵列ROI功能。
- *Group*模块更新输入/输出配置中的数据类型。

第 3 章 产品概述

VM3D算法开发平台（以下简称为“VM3D”或“软件”）是海康机器人自主研发的视觉算法开发平台，由近千个图像处理算子（包括2D和3D图像处理算子）和150+交互式视觉模块组成。该平台功能丰富、简单易用，支持多种开发模式，可助力开发者快速搭建定位、测量、缺陷检测、信息识别等各类视觉方案。

- *功能特性*
- *开发模式*

功能特性

界面操作简单易上手

- 提供友好的图形用户界面（Graphical User Interface，GUI）， 功能图标直观易懂。
- 支持通过拖拽式操作快速搭建方案。
- 支持实时显示视觉功能模块的运行状态，问题排查无忧。

二次开发简单易上手

- 支持软件二次开发（基于SDK）。SDK接口简单易上手。相较于自行开发视觉方案，基于SDK开发可节省90%的代码量。
- 支持将新增控件可一键导入Visual Studio中，且支持基于QT、MFC、WPF和WinForm开发界面。

自定义能力丰富

- 支持自定义视觉方案的运行界面。可在运行界面上集成背景图片或您公司的Logo，满足个性化需求。
- 支持将自定义算子封装为视觉功能模块。

兼容性强大

- 兼容TCP/IP、串口、UDP、ModBus、Ethernet/IP等多种常见的工业通信协议和主流PLC设备。
- 兼容GigE Vision、USB3 Vision和Camera Link等协议标准。支持接入多种图像采集设备并处理实时图像，也可处理本地图像。

开发模式

VM3D提供三种开发模式：

- 模式一：直接在GUI上搭建视觉方案。
- 模式二：在GUI上搭建视觉方案后，基于SDK 进行应用层的二次开发。
- 模式三：基于算子开发包进行算子层级的二次开发。可将算子封装为自定义的视觉工具，集成到自定义的检测流程中。

3.1 运行环境

为保证VM3D可正常运行，请确保运行该软件的计算机至少满足本节提及的最低配置要求。

说明

- 软件已集成加密狗和硬件所需驱动，无需下载安装其他驱动。加密狗相关详情，请参见*获取软件使用许可*及其子章节。
- 杀毒软件可能将本软件识别为病毒。为确保本软件正常运行，建议将本软件加入杀毒软件的白名单。若使用的杀毒软件为360安全卫士，建议将其关闭。

推荐配置

配置项	配置要求
操作系统	Windows7/10/11（64位中文操作系统）
CPU	Intel Core i7-6700 3.4GHz 或以上 说明 如需使用基于CPU的深度学习功能，建议采用Intel Core i9-10900K及以上性能的CPU。
内存	16 GB以上
显卡	显存1 GB以上 说明 如需使用基于GPU的深度学习功能，请采用显存6 GB及以上的显卡。
.NET	.NET4.6.1及以上
网卡	Intel i210系列以上性能网卡
USB接口	USB3.0接口

最低配置

配置项	配置要求
操作系统	Windows7/10/11（64位中文操作系统）
CPU	Intel Pentium G5400T 3.10GHz或以上
内存	8 GB
显卡	显存1 GB以上 说明 如需使用基于GPU的深度学习功能，请采用显存6 GB及以上的显卡。
.NET	.NET4.6.1及以上
网卡	千兆网卡
USB接口	USB3.0接口

3.2 基础概念

方案

也称为视觉方案或视觉配方，是实现视觉检测所需的“数据与逻辑配置”的集合，包括图像采集、视觉处理流程、通信和脚本等。

流程

即视觉处理过程，由不同视觉功能模块按照指定的逻辑顺序组成，一般与相机相关，一个相机对应一个流程。

模块

视觉处理的最小单位，具有特定功能的独立组件。这些模块协同工作，共同构成完整的机器视觉处理系统，以实现图像处理、分析、识别和决策等功能。

模型

通过对图像或图像上的特征进行注册或训练得到理想目标的数据块，算法通过该数据块获取目标的特征信息。后续算法可基于此搜索达到匹配阈值的目标。

图像坐标系

基于图像自身的坐标系。以图像左上角为原点、向右横轴为X正轴、向下竖轴为Y正轴，顺时针为正角度。

物理坐标系

基于真实世界中实际存在的物体（例如机械结构）为原点、X轴、Y轴的坐标系。物理坐标系下的距离对应真实的距离。

左手坐标系

X轴向右，Y轴向上，Z轴背向“自己”。

右手坐标系

X轴向右，Y轴向上，Z轴指向“自己”。

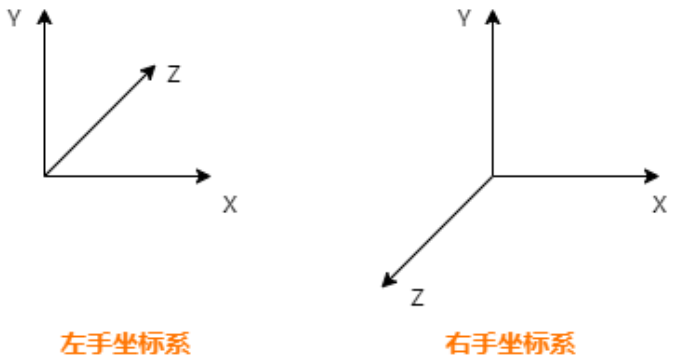


图3-1 左/右手坐标系

手性一致性

两个坐标系是否同为左手坐标系或同为右手坐标系。

物理点

图像坐标系上的点转换到物理坐标系即物理点。

工控机

一种专门用于工业控制和自动化领域的计算机设备，也称为工业控制计算机或嵌入式工控计算机。与个人电脑相比，工控机具有更高的可靠性、稳定性、抗干扰能力和安全性，适合于在恶劣环境下长期运行和稳定控制工业生产过程。

单像素精度

也称为像素精度，表示采集的图像上一个像素在真实世界中的实际尺寸是多大。该数值越小，说明精度越高。

直线角度

直线在图像坐标系中与X轴正方向的角度。顺时针为正，逆时针为负。

掩膜

告知算法计算怎样的区域。一般计算灰度值为255的区域，不计算灰度值为0的区域。

卡尺

用于测量灰度值的一个矩形区域，详细内容参见*卡尺工具*模块。

ROI

即感兴趣区域，是需要设置为检测区域的区域。

质心

图像所指区域中所有点的算术平均值。假设图像区域由n个x_i组成，则质心c由以下公式得出。

$$c = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

图3-2 质心公式

Blob

图像中具有相似颜色、纹理等特征所组成的一块连通区域。

订阅

指一种自动化配置，使某些算子模块能够无需手动干预，自动接收来自其他算子模块的数据更新。

3.3 界面概览

VM3D的界面主要分为主界面、菜单栏和快捷工具条。

3.3.1 主界面

本节提供VM3D算法开发平台主界面的概览性介绍。
在欢迎页选择任意方案类型即可进入主界面。

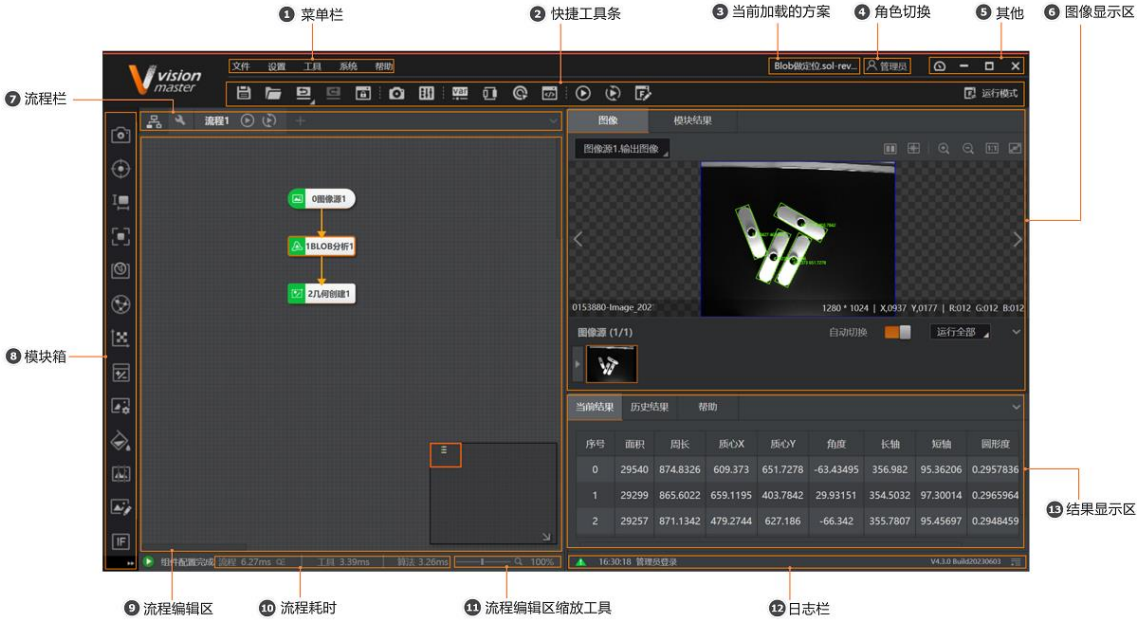


图3-3 主界面

该界面各区域的说明参见下表：

表3-1 主界面简介

序号	名称	描述
1	菜单栏	提供*文件*、*设置*、*工具*、*系统*等菜单选项。详情参见*菜单栏*。。
2	快捷工具条	提供方案保存、相机管理、控制器管理、全局变量等工具的快捷入口。详情参见*快捷工具条*
3	当前加载的方案	显示当前加载的方案的名称。
4	角色切换	切换角色登录软件。如果您的角色为管理员，可通过设置不同角色的权限，限制技术员和操作员访问软件的特定功能模块。 权限设置相关详情，参见*权限设置*。
5	其他	该区域的图标由左至右依次用于： ● 查看内存使用率、CPU使用率和各硬盘的使用情况。 ● 最小化主界面窗口。 ● 最大化主界面窗口。 ● 缩小主界面窗口。 ● 关闭软件。
6	图像显示区	执行流程后，可在该区域查看经流程中各模块处理后的图像和各模块的输出结果，并对图像渲染效果进行设置。

序号	名称	描述
		说明 通过模块图像显示区域上方的、、可切换预览轮廓、深度图及点云，详情请参见*3D图像切换及渲染配置*。
7	流程栏	提供流程相关操作入口。
8	模块箱	包含图像采集、定位、测量、识别、标定、对位、图像处理、颜色处理、缺陷检测、逻辑工具、通信等可构成流程的视觉功能模块。 说明 您可以展开模块箱，搜索您需要的模块，详情请参见*模块搜索与筛选*。
9	流程编辑区	可根据业务需求，从模块箱中选择模块并拖入该区域，再对各模块进行排序和配置，定义视觉处理流程。该区域右下角为鹰眼区，可在鹰眼区拖动橙色矩形框全局查看流程编辑区。 相关操作和配置详情参见*流程配置*。
10	流程耗时	显示当前选中的模块和该模块所在流程的算法处理耗时。
11	流程编辑区缩放工具	可拖动滑块，对流程编辑区进行缩放控制。
12	日志栏	可查看软件的日志信息，默认显示最近一条日志。也可单击最右侧的，并滚动鼠标滚轴查看全量日志。
13	结果显示区	显示流程的当前运行结果和历史运行结果，并支持查看所选的某个算法模块的简要使用说明。详情参见*结果显示区域*。

3.3.2 菜单栏

菜单栏提供软件的基本功能和基本配置的快捷入口。
本节包含如下内容：

- *文件*
- *设置*
- *工具*
- *系统*
- *帮助*

文件

- *新建方案*：创建新方案。
- *打开方案*：选择已有方案并载入。

- *最近打开方案*：选择某个最近载入的方案进行加载。
- *打开示例*：可选择软件自带的示例方案并打开。需额外安装当前版本对应的示例程序安装包（名称包含 Sample的安装包）。
- *保存方案*：将当前方案保存至默认的本地方案路径。
  - 方案首次保存时，需先选择保存路径。并可通过*加密选项*设置方案是否加密（见下图）。方案加密保存后，载入该方案时需输入密码。

  说明

  采用*私有化加密*后，如果要载入加密方案，需满足如下两个条件：
  › 运行环境中插入的加密狗的密码，与*私有化加密*设置的密码相同。
  › 输入的方案密码正确。

  - 方案非首次保存时，直接将当前方案更新保存至上述保路径。
  - 如果方案保存失败，请联系技术支持获取帮助。

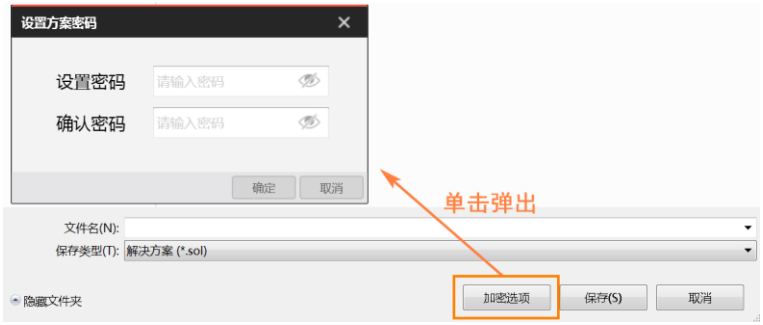


图3-4 方案加密设置

- *方案另存为*：将当前方案另存至其他本地路径。
- *导入流程*：将已导出至本地的流程文件（.prc格式）导入至当前方案。

说明

导出流程操作，详见*右键菜单可选操作*中提及的*流程导出*。

- *退出*：退出当前的软件，退出时可选择保存方案后再退出或者直接退出。

设置

- *权限设置*：设置不同角色的软件访问权限。详情参见*权限设置*。
- *软件设置*：设置软件系统的配置选项，包括**开机软件自启动**、**缓存步数设置**和**模块最大数量**等。详情参见*软件设置*。
- *方案设置*：设置方案相关配置选项，包括**方案管理**（方案自动切换设置）、**回调设置**和**自动保存设置**。详情参见*方案设置*。
- *运行策略*：设置**运行模式**和**策略模式**。详情参见*运行策略*。

工具

软件提供多种工具方便您进行标定、自定义模块和系统异常采集。

- **创建一键标定引导**：提供步骤式引导，帮助您快速完成静态标定、动态标定或映射标定的配置。详情参见*静态标定*。
- **标定板生成工具**：支持自定义标定信息，生成标定图像。详情参见*标定板生成工具*
- **自定义模块生成工具**：支持通过自定义基本输入、基本输出和结果显示等生成工自定义算法模块。详

情参见*自定义模块生成工具*。

- **运行异常采集机器人工具**：支持收集PC配置信息、VM3D版本信息、算子版本信息、dump和日志信息（VM3D软件日志、算子SDK日志、二次开发相关日志）。收集的信息可提供给技术支持进行问题排查。详情参见*运行异常采集机器人工具*。

系统

- *日志*：查看软件运行过程的日志信息。
- *通信管理*：配置软件与TCP客户端、ModBus等通信设备之间的通信协议和相关参数。详情参见*通信管理*。
- *控制器管理*：配置光源或I/O相关设备的基本参数、通信参数、I/O参数、触发参数等。详情参见*控制器管理*。
- *相机管理*：添加和配置相机。详情参见*相机管理*。

帮助

- *语言*：切换软件语言。
- *帮助文档*：查看软件的帮助文档，了解并上手使用软件。
- *版本信息*：查看当前软件版本、算子版本、支持的MVS客户端版本以及版权信息。
- *更多支持*：可进入海康机器人官网。
- *打开欢迎页*：打开软件的启动引导页面。

3.3.3 快捷工具条

快捷工具条位于主界面菜单栏下方，提供VM3D部分常用功能的快捷入口。

图3-5 快捷工具条

表3-2 图标简介

图标	名称	描述
	保存方案	将当前加载的方案保存到本地PC。 ● 首次保存时需选择保存路径，并可按需单击*加密选项*设置方案密码 ● 其他情况下，将当前加载的方案直接覆盖保存至原方案文件。
	打开方案	加载本地PC上的方案文件。 如果方案文件加密，则加载时需输入对应的密码，否则无法加载。
	撤销	撤销最近一次操作。可单击该图标右下角的，并单击*历史记录*查看历史操作。
	重做	取消撤销操作，恢复至撤销前的状态。

图标	名称	描述
		说明 ● 所有支持撤销和重做功能的操作，在进行自然操作时都会有正常的内存增涨，因为需缓存操作数据。 ● 新建、加载、保存方案会清空撤消重做缓存的所有数据。
	锁定	单击开启锁定。开启锁定后，无法对流程编辑区的模块和模块间的连线进行新增、删除、移动等操作。
	相机管理	单击进入相机管理界面。详情参见*相机管理*。
	控制器管理	单击进入控制器管理界面。详情参见*控制器管理*。
	全局变量	单击进入全局变量界面。详情参见*全局变量*。
	通信管理	单击进入通信管理界面。详情参见*通信管理*。
	全局触发	单击进入全局触发界面。详情参见*全局触发*。
	全局脚本	单击进入全局脚本界面。详情参见*全局脚本*。
	单次执行	单击执行一次当前方案。
	连续执行	单击连续执行当前方案。
	编辑运行界面	单击进入界面设计窗口。详情参见*设计窗口介绍*。

第 4 章 快速入门

您可通过学习本章节内容快速了解VM3D的核心概念——“方案”及其构成，并在此基础上快速上手搭建并运行方案。

本章节内容包含：

- *准备工作*
- *了解方案构成*
- *搭建入门级方案*
- *运行入门级方案*
- *进阶参考*

4.1 准备工作

开始搭建方案之前，需先搭建视觉系统并获取VM3D的使用许可。

本节内容包含：

- *搭建视觉系统*
- *获取软件使用许可*
  - *通过本机加密狗获取*
  - *通过授权码获取*

4.1.1 搭建视觉系统

开始使用VM3D之前，需已按需完成3D视觉系统部署。

3D视觉系统简介

3D视觉系统由工控机、3D相机、通信设备（例如PLC）以及VM3D等视觉检测相关的软硬件构成。
使用VM3D之前，需已将VM3D安装至符合其*运行环境*要求的工控机，并已根据检测需求完成上述相关硬件设备的安装、接线和架设。

支持的3D相机

当前VM3D支持3D激光轮廓传感器和RGB-D相机这两类3D相机。

表4-1 3D相机简介

类型	描述
3D激光轮廓传感器	基于激光三角测量原理，通过硬件内置的高精度3D算法，实时输出高帧率、微米级精度的点云数据、深度图和亮度图数据。广泛适用于3C、锂电、PCB等行业中的在线、非接触式、高精度3D测量应用场景。
RGB-D相机	采用双目深度图成像技术，结合彩色摄像头输出高帧率 RGB-D 图像。产品广泛应用于物流、仓储、医疗、新能源等应用场景。

说明

3D相机安装、接线、功能使用等相关详情，请参见3D相机的用户手册。

4.1.2 获取软件使用许可

VM3D为收费软件，无法直接打开。需使用加密狗或授权码进行激活方可使用。
VM3D使用需要授权，授权方式有如下2种，可在软件安装时选择使用哪种**授权方式**。

- *通过本机加密狗获取*：通过加密狗即插即用，可更换工控机使用。仅针对接插加密狗的本机工控机有效。
- *通过授权码获取*：通过授权码实现。首次使用软件前，需先完进行激活。

  说明

  - 若通过软加密授权后需更换使用的工控机或重装系统，则需先完成软加密的迁出，并在另一台工控机或重装系统后重新迁入。具体如何操作请联系技术支持。
  - 若工控机主板等核心硬件损坏，更换核心硬件后，该工控机的软加密将失效，需重新购买授权码。

说明

若需更换**授权方式**，需重装VM3D并在安装时选择所需的**授权方式**。

通过本机加密狗获取

授权方式选择*本机加密狗*时，在使用软件前需通过工控机的USB口插入加密狗。
本节内容包含：

- *支持的算法能力类别*
- *加密狗异常提示*
- *私有化加密*
- *共享加密*

支持的算法能力类别

不同系列加密狗支持的功能有所差别，具体请参见下表。

说明

表格中没有提及的功能，所有型号加密狗均支持，例如采集、测量、图像生成、拆分组合、逻辑和通讯。

表4-2 加密狗算法能力支持

型号与功能	3D预处理	3D定位	3D测量	定位	识别	深度学习	标定	运算	图像处理	颜色处理	缺陷检测
IMVS-VM3D-4300	√	√	√	√	×	×	√	√	√	×	×
IMVS-VM3D-6300	√	√	√	√	√	×	√	√	√	√	√
IMVS-VM3D-7300	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

加密狗异常提示

若打开软件时提示“加密狗异常”，可通过以下方法解决。

- PC未插加密狗导致，插上加密狗即可；
- 加密狗驱动异常，可重装驱动解决，即在对应路径下双击运行install.bat脚本文件即可。
  精锐5加密狗的驱动所在路径为：..\Drivers\SenseShield。

说明

以上驱动路径为软件默认安装时的路径。

私有化加密

软件支持设置本机加密狗的自定义密码对保存或导出的文件进行私有化加密。保存或导出的文件主要为方案、流程、Group以及各模块的模型（不包含深度学习模块加载的模型文件）。设置密码后，保存或导出的文件只能被相同密码的加密狗打开或加载。

注意

使用设置密码后的加密狗时，若保存方案，方案中的密码无法修改。建议谨慎使用该功能。如需使用，为以防万一，请做好原始方案的备份。

打开已加密的方案文件，需满足以下2个条件：

- 使用相同密码的加密狗。
- 输入的方案密码需正确。

该功能通过*加密狗写密码工具*实现，工具名称为“SetDonglePassword.exe”，可在软件安装路径下获取，具体路径为：..\Applications\Tools\SetDonglePassword。

图4-1 加密狗写密码工具

在**设置密码**处输入密码，并在**确认密码**处再次输入密码，点击*确认*即可。

说明

- 密码只支持大小写字母和数字，且长度为6 ~ 16位。
- 请务必牢记设置的密码，该密码无法找回。
- 若需要修改密码，通过工具输入旧密码、新密码即可修改。
- 若需要恢复出厂设置，即关闭加密狗的密码，点击左下角的*恢复出厂设置*并输入密码即可。

共享加密

共享加密服务允许向我司加密设备中写入私有加密信息。私有加密信息与我司软件许可数据彼此隔离、互不干扰。该功能允许同一加密设备访问我司软件和支持二次开发软件权限信息。

共享加密服务的具体购买流程如下图所示。

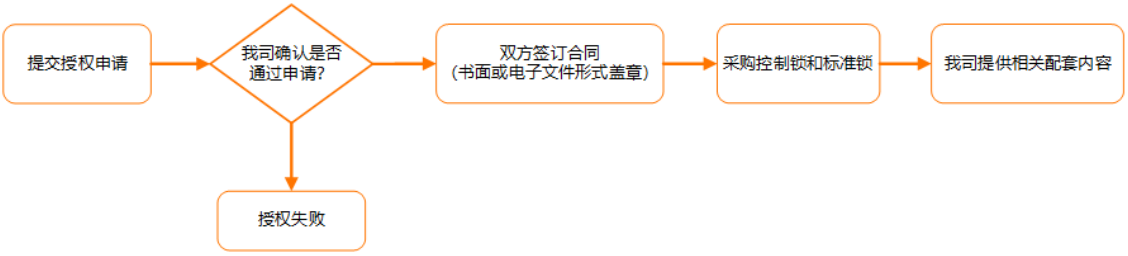


图4-2 共享加密狗购买流程

共享加密服务的所有相关配套内容包含以下方面：

- 控制锁：又名“母锁”，主要用于创建和分发授权，可借助工具将写好的用户私有信息烧录至标准锁，以实现授权的分发，烧录次数可选择类型有3种（分别为100次、300次和500次）。
- 标准锁：又名“子锁”，主要用于监控和检验授权，型号选择可参考本章节上文提及的型号情况。
- SDK：可参考SDK了解如何对控制锁写入用户私有信息。
- 工具：可借助该工具对其他标准锁（子锁）进行分发授权。
- 帮助文档：可参考如何使用共享加密服务。

通过授权码获取

授权方式选择*软加密*时，在使用软件前需在本机上使用授权码进行激活。

说明

- 授权码在下单后即可获取，具体可联系销售人员。
- 授权码只能给指定工控机使用。若需更换工控机或重装系统，需先迁出软加密信息，后续再重新迁入使用。

- *支持的算法能力类别*
- *软加密激活*

支持的算法能力类别

不同软加密型号支持的功能类别有所差别，具体请见下表。

说明

- 表格中没有提及的功能，所有型号加密狗均支持，例如采集、测量、图像生成、拆分组合、逻辑和通讯。
- 所有软加密型号限制相机路数，最多支持4路相机。

表4-3 软加密算法能力支持

型号与功能	3D预处理	3D定位	3D测量	定位	识别	深度学习	标定	运算	图像处理	颜色处理	缺陷检测
IMVS-VM3D-6300	√	√	√	√	√	×	√	√	√	√	√
IMVS-VM3D-7300	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

软加密激活

具体激活步骤如下：

1. 首次打开软件时，会提示未激活，如下图所示。选择*是*进入激活工具。

图4-3 未激活提示

说明

激活工具也可通过安装路径下获取：..\Applications\Tools\AuthActiveTool\SoftEncryptActive.exe。

2. 完成软加密激活。软加密激活分为离线激活和在线激活两种方式。
   - **离线激活**：单击上方的*生成C2D文件*将生成的文件发给我司销售或技术支持。我司相关同事会提

供对应的D2C文件，通过下方的*导入D2C文件*完成导入即可激活。

图4-4 离线激活

说明

C2D和D2C文件是一一对应的，通过其他工控机的C2D文件生成的D2C文件，不能在当前工控机上使用。为避免出现对应错误的情况，建议一对一做好管理。

- **在线激活**：联系我司销售获取**授权码**，填入后单击*在线激活*完成激活即可。

图4-5 在线激活

说明

若选择在线激活，需确保激活的工控机能连接网络，否则无法成功激活。

3. 完成激活后，通过激活工具的**授权信息**页面，单击*查询本地软加密狗*可查询当前工控机已激活的软加密授权信息，并可进行如下操作。
   - 查看许可：可查看授权码的相关许可信息。
   - 离线解绑：可对使用离线激活方式授权的工控机进行解绑，解绑后会生成C2D文件。若需要对另一台工控机进行离线激活，请同时提供解绑的C2D文件以及新工控机激活的C2D文件。
   - 在线解绑：若使用在线激活方式授权的工控机能连接网络，可直接进行在线解绑。在另一台可连

接网络的工控机上，可通过原授权码重新在线激活。

图4-6 授权信息

注意

授权码请务必妥善保管。

4.2 了解方案构成

VM3D的使用流程围绕“方案”这一概念进行。对方案及其构成的深入理解，有助于您在方案搭建阶段，将业务需求转化为清晰的方案搭建思路。

本节内容包含：

- *方案是什么*
- *方案构成简介*
- *常见问题：为什么相机并非方案必需元素？*

方案是什么

方案的全称为视觉方案，是实现视觉检测所需的“数据与逻辑配置”的集合，包括图像采集、视觉处理流程、通信和脚本等。

方案构成简介

方案的具体构成如下图所示。

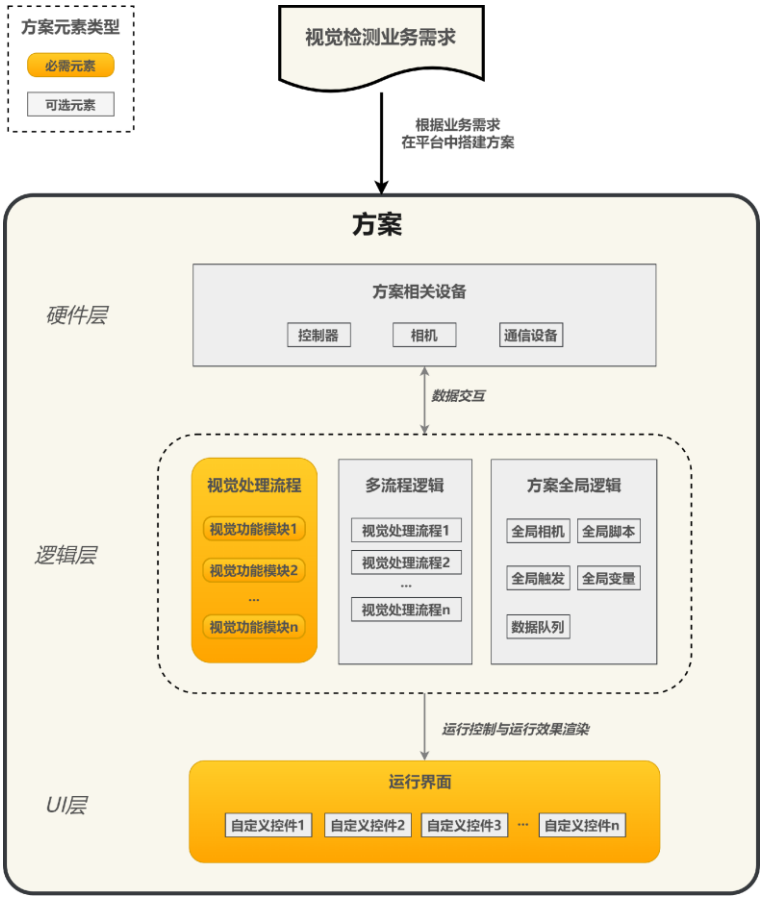


图4-19 方案构成示意图

- 方案中的必需元素为视觉功能模块、视觉处理流程和运行界面。一个可运行的方案必需包含这些必需元素。

表4-9 必需元素

元素	描述
视觉功能模块	简称“模块”， 分为2D模块和3D模块，即处理2D图像数据和3D图像数据的最小功能单元。 更多详情，请参见*方案搭建-模块配置*及其子章节。
视觉处理流程	简称“流程”，由视觉功能模块构成，用于定义图像采集逻辑和视觉检测逻辑。方案中需至少包含一条流程。 更多详情，请参见*方案搭建-流程搭建*及其子章节
运行界面	可自行设计的的GUI界面，用于操控方案运行。业务现场的终端用户通过运行界面操控方案运行（甚至流水线作业）。 VM3D提供默认的运行界面。若未设计，则方案的运行界面为默认运行界面。 更多详情，请参见*方案搭建-运行界面设计*及其子章节。

- 方案中绑定的硬件设备、多流程逻辑和全局逻辑均为可选元素。

表4-10 可选元素

元素	描述
方案相关设备	与方案绑定的硬件设备，包括相机、视觉控制器和PLC等通信设备。这些设备与方案绑定后，与方案进行数据交互。例如，在方案中添加相机后，相机可作为方案的图像源，为方案提供图像输入。 更多详情，请参见*方案搭建-硬件设备配置*。
多流程逻辑	方案中的多个流程的联动运行逻辑。 更多详情，请参见*编排多流程执行逻辑*。
方案全局逻辑	在整个方案维度内全局生效的逻辑定义，包括全局相机、全局脚本、全局触发、全局变量和数据队列。 ○ 全局相机：可被方案中多个流程同时关联为图像源的相机。*相机管理*中配置的相机实际上均为全局相机。 ○ 全局脚本：控制方案内其他元素（例如流程、通信设备和模块）的脚本，可用于实现多流程运行控制、通信数据收发、模块参数自动设置等特定需求。 ○ 全局触发：可在方案内全局生效的触发逻辑。可定义平台在指定事件或字符串输入时触发特定动作，如方案切换、流程运行、模块运行等。 ○ 全局变量：定义可被方案内所有流程下的模块订阅的外部变量。 ○ 数据队列：可在方案内全局生效的数据缓存逻辑。用于在“指定类型数据输入”时，同步触发或异步触发流程运行。 更多详情，请参见*方案搭建-全局逻辑配置*及其子章节。

常见问题：为什么相机并非方案必需元素？

图像源（2D）和*3D图像源*模块均支持将流程的图像源设置为工控机上或局域网共享路径内的图像文件（即本地图）。将本地图作为图像源时，无需添加相机即可调试方案运行效果。

4.3 搭建入门级方案

本节介绍首次运行VM3D时如何快速搭建入门级方案。此处的“入门级方案”指仅包含单个流程和简单运行界面的方案，不涉及全局逻辑配置、通信设备配置和控制器配置等复杂逻辑。

本节内容包含：

- *步骤一：创建方案*
- *（可选）步骤二：配置硬件设备*
- *步骤三：搭建流程*
- *步骤四：设计运行界面*

4.3.1 步骤一：创建方案

首次运行VM3D系统将弹出欢迎页。本节介绍如何从欢迎页开始搭建方案。

操作步骤

1. 运行VM3D。
   系统弹出如下欢迎页。

图4-20 欢迎页

2. 在欢迎页创建方案，并进入主界面。

说明

- 若未勾选欢迎页右上角的*不再显示*，后续重新运行VM3D时，欢迎页将继续弹出，且“最近打开方案”区域显示最近曾创建（打开）的方案。可单击最近打开的方案快速打开。
- 进入主界面后，还可通过主界面菜单栏的*文件 → 新建方案*创建方案。

4.3.2 （可选）步骤二：配置硬件设备

方案中可配置的硬件设备包括相机、控制器和通信设备。若仅在搭建方案后初步验证方案的可行性，且已获取到足量能够还原实际检测场景的图像文件，可不配置相机。控制器和通信设备请参照下表按需配置。

表4-11 配置硬件设备

类型	必需配置该类设备的场景	配置详情
相机	将方案部署至业务现场，进行现场调试时，需配置相机并将相机采集的实时图像作为图像源。	*相机管理*

类型	必需配置该类设备的场景	配置详情
	说明 方案搭建阶段，若业务现场拍摄的图像作为图像源能在较大程度上还原实际检测场景，可将这些图像存为本地图像作为图像源，无需配置相机。	
控制器	业务现场需通过光源控制器控制光源或（和）需通过视觉控制器控制I/O信号时。	*控制器管理*
通信设备	业务现场需基于视觉检测结果控制伺服系统时。	*配置通信设备*

4.3.3 步骤三：搭建流程

“搭建流程”即定义视觉处理流程的过程。在该过程中，您可定义：1. VM3D从何处获取图像输入；2. VM3D如何处理图像数据并输出处理结果。
本节内容包含：

- *实现图像采集*
- *定义检测逻辑*

实现图像采集

3D图像采集基于*3D图像源*模块实现。本节介绍如何将该模块引入流程并配置该模块的图像采集逻辑。

操作步骤

1. 将模块箱“3D采集”分类下的*3D图像源*模块拖入流程编辑区。

图4-21 模块拖入

2. 双击*3D图像源*模块，打开其配置窗口。

图4-22 3D图像源配置窗口

3. 设置该配置窗口上基本参数中的**图像源**。

图像源

选择图像源类型，可选**本地图像**、**相机**或**SDK**。

本地图像

将计算机本地路径下的图像（通常为业务现场拍摄的图像）作为流程的图像输入，适用于非现场调试。

将**图像源**参数设置为**本地图像**后，添加本地图像的操作：

- 单击从本地路径添加单张图像。
- 单击添加指定文件夹内的全量图像。

该两个控件在主界面的位置如下图所示。

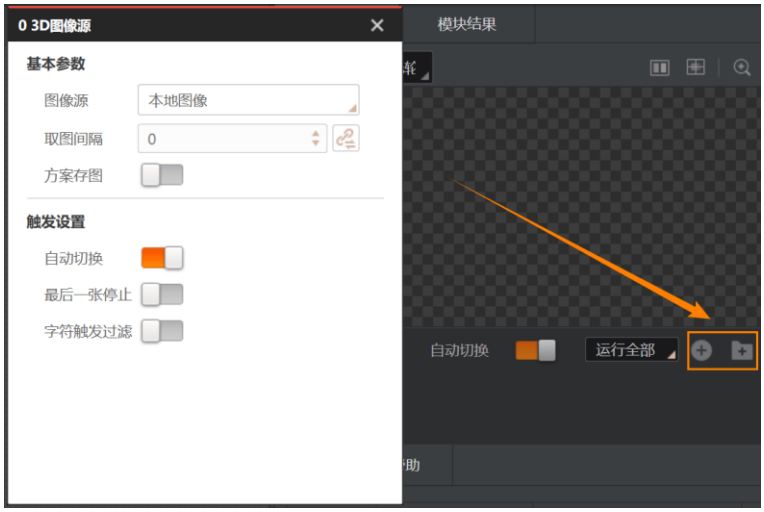


图4-23 “添加本地图”控件的界面位置

相机

单击*关联相机*下拉列表右侧的添加3D相机，并在添加3D相机后从*关联相机*下拉列表选择该3D相机。添加3D相机相关详情，请参见*相机管理*。

SDK

通过SDK获取图像。需设置**字符触发过滤**参数，该参数详情请参见*3D图像源*。

4. **可选操作**:按需配置该模块的其他参数。

   其他参数在简单方案中一般采用默认值即可。相关配置详情，请参见*3D图像源*

定义检测逻辑

流程中，3D图像检测逻辑由*3D图像模块*后序串行或并行连接的其他视觉模块定义。本节以“实现3D点点测量”为例，演示如何定义检测逻辑。

操作步骤

说明

本节中作为示例的“3D点点测量”方案旨在测量两个3D点在三维坐标上的距离差值，并判断距离差值是否在允许误差范围内，进而判断工件是否为残次品。

1. 按需从左侧模块箱中选择视觉模块，拖入流程编辑区域，并对各模块进行排序，建立模块间的连接。

说明

- 各模块的前后序模块以及多模块如何搭配使用相关详情，请参见*模块使用参考*各子章节中对于“前后序模块”的说明。
- 若拖入某个模块时与流程编辑区中已有模块垂直对齐，两者之间将自动连接。

示例

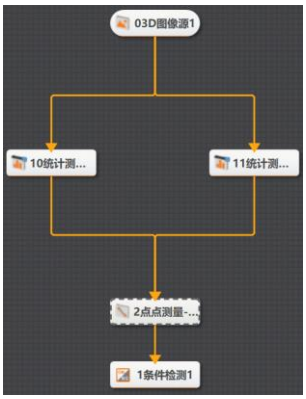


图4-24 “3D点点测量”流程示例

以上流程示例中所包含的模块及各模块在流程中的作用如下表所示。

模块	作用
3D图像源	获取图像输入。
统计测量-深度图	输出指定ROI内关键特征点的坐标信息，用于后续测量。
点点测量-深度图	基于输入两点的坐标信息，计算并输出两点坐标的差值。
条件检测	定义两点坐标差值的允许范围，并基于该范围判断差值是否符合检测条件（不在范围内则不符合）。

2. 完成流程中各模块的关键配置。

   上述示例中，*3D图像源*以外各模块的关键配置如下。

模块	关键配置
统计测量-深度图	在“需要提取待测量的点”的区域绘制ROI。 说明 绘制合理的ROI可能需要对图像进行缩放等操作。图像操作相关详情，请参见*图像显示区域*及其子章节。ROI绘制的操作详情，请参见*ROI绘制*。
点点测量-深度图	设置起点和终点的输入来源。
条件检测	设置条件判断方式和具体条件。该示例中的条件即起点与终点的欧式距离有效值。

说明

上述关键配置以外的配置（例如运行参数），一般采用默认值即可。

3. 运行流程。
   - 选项1：单击流程页签上的单次运行流程。
   - 选项2：单击流程页签上的连续运行流程。

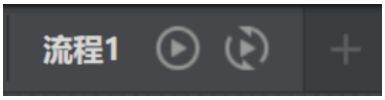


图4-25 流程页签

4. **可选操作**:在*图像显示区域*和*结果显示区域*查看运行结果。若结果不符合预期，调试模块配置（例如运行参数），直至运行结果符合预期。

   调试中建议重点关注：
   - 图像质量是否已满足业务需求。一般情况下，图像源获取的输入图像越清晰越好。
   - 检测精度是否已满足业务需求。在流水线运行过程中可能出现的所有场景中，目标需尽可能百分百被成功检测。
     检测精度通常与ROI选取、运行参数取值和模型（特征模板）精度有关。以运行参数为例，若采用默认值运行后效果不佳，可根据*模块使用参考*具体模块介绍章节的参数配置说明，尝试调大或调小参数取值。
   - （若已添加硬件设备）VM3D是否能够正常与视觉系统中的设备正常通信。

结果说明

下图为该示例中*点点测量-深度图*模块的运行结果。该模块输出两点间的距离等信息。

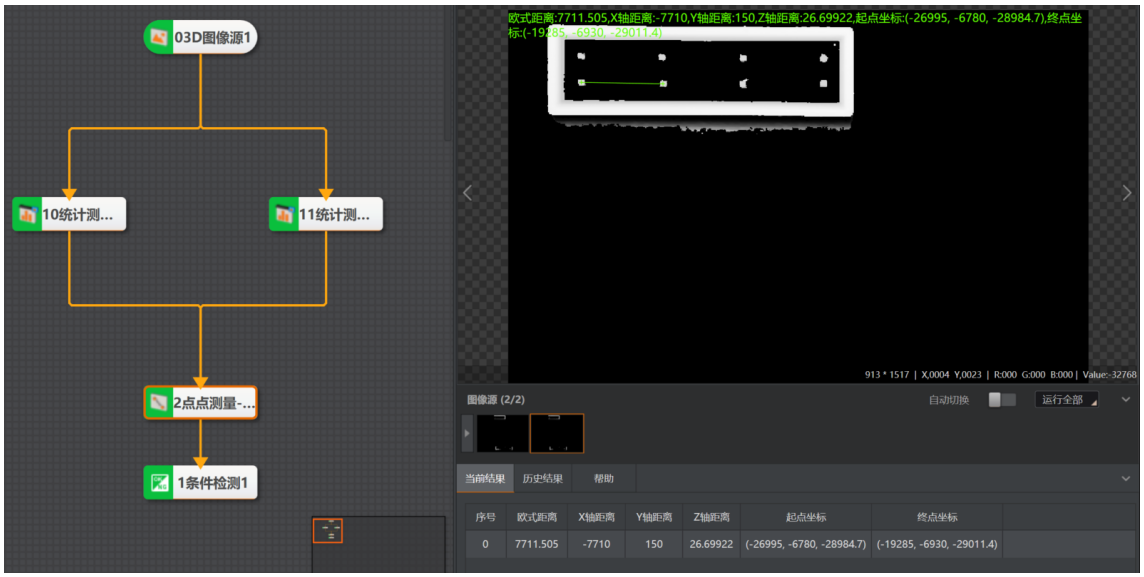


图4-26 “点点测量”结果

下图为该示例的流程整体运行结果。流程最终输出该工件是否为残次品的判断结果。

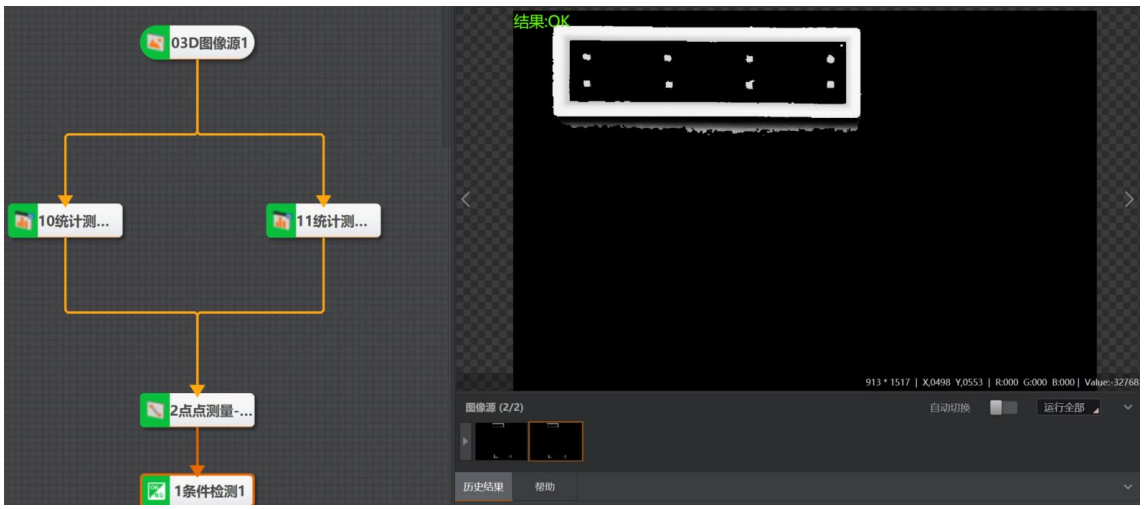


图4-27 流程运行结果

4.3.4 步骤四：设计运行界面

为了在运行界面上运行前文提及的“3D点点测量”方案，您还需设计一个入门级运行界面。

前提条件

请确保已停止运行方案或流程。若未停止运行，运行界面将无法配置。

操作步骤

说明

默认运行界面上默认已包含*图像*控件，您需为*图像*控件绑定图像数据源。在此基础上，您还可按需添加其他控件。本节中针对“添加其他控件”的操作说明，仅以添加*文本框*控件为例，演示如何通过该控件显示*条件检测*模块输出的检测结果。

1. 单击主界面快捷工具条上的，打开*运行界面设计*窗口。

说明

默认运行界面上已包含的控件包括*Root*、*图像*（ImageControl）、*运行控制*（Controller）和*OK/NG*（OKNGControl）。

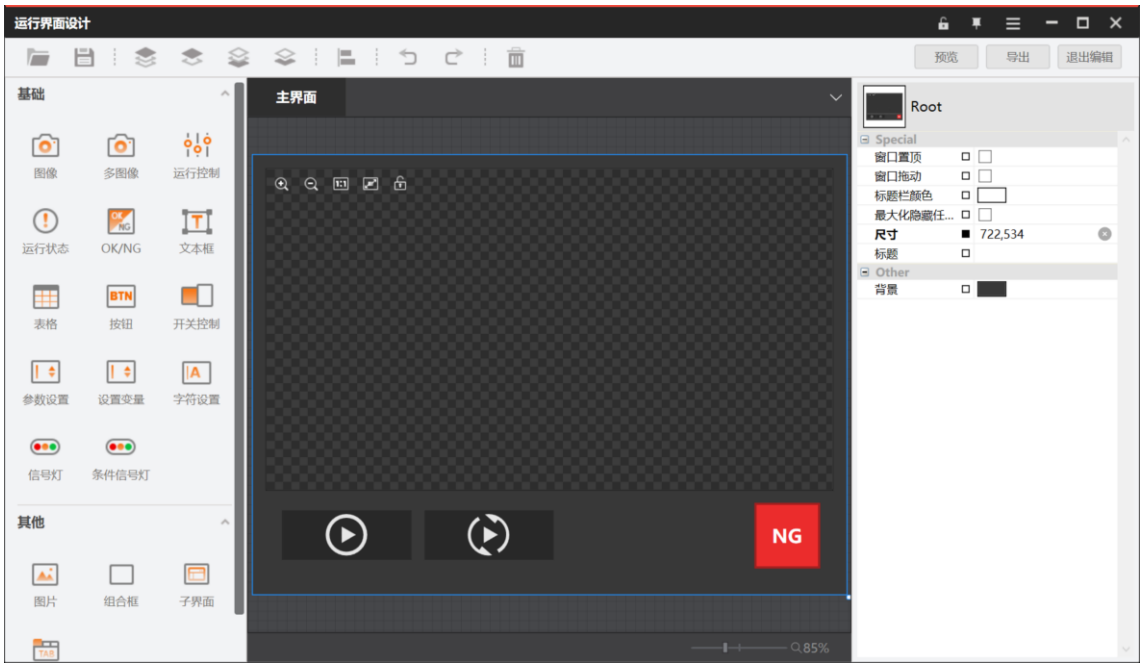


图4-28 运行界面设计

2. 选中*图像*控件。
   1) 将光标悬浮至该界面中心，直至显示*图像*控件的蓝框。
   2) 单击选中该控件。
      该控制的配置面板在右侧显示 ，如下图所示。

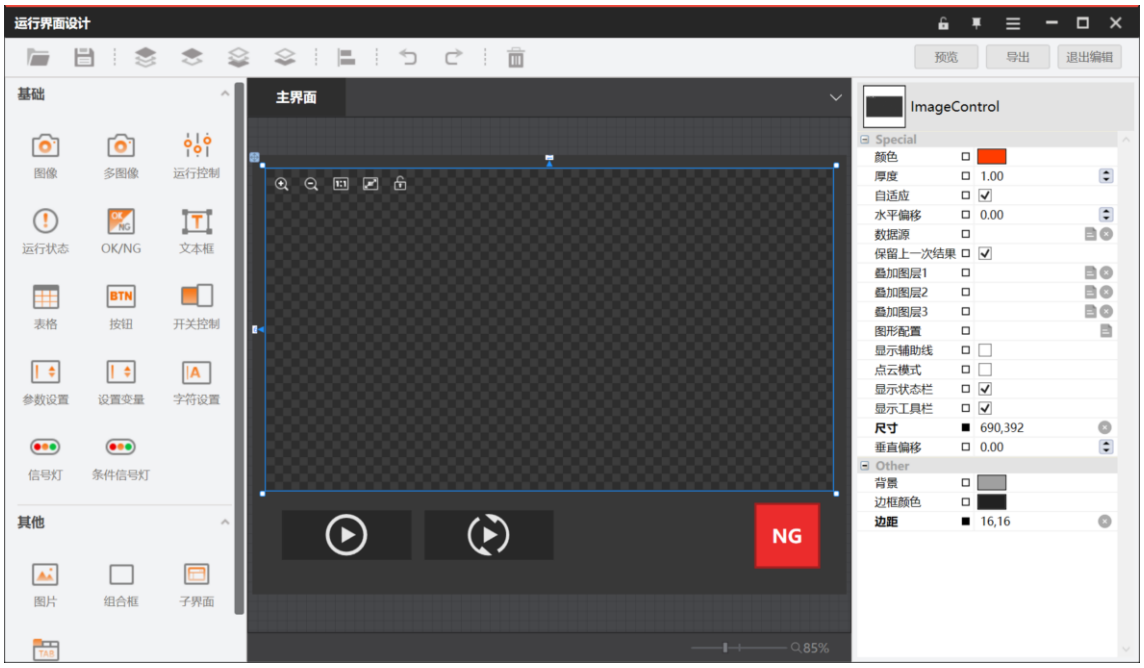


图4-29 图像控件选中

3. 在界面右侧的控制配置面板单击*数据源*右侧的，并选择某个模块的输出图像（下图以*3D图像源*为例），作为*图像*控件的数据源。

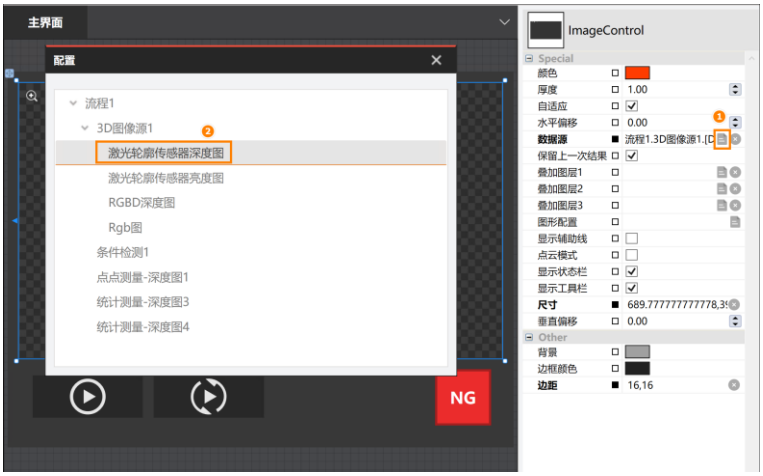


图4-30 图像数据源选择

4. 添加*文本框*控件，展示检测结果。
   1) 在左侧的控件区单击*文本框*，并将光标移动至界面中间的编辑区的合适位置（此时光标显示为十字图标）。
   2) 在该位置上单击，将*文本框*控件放置在该位置。
   3) 在界面右侧的控制配置面板单击*数据源*右侧的，并选择*条件检测*模块输出的结果。

图4-31 配置文本框控件的数据源

5. 单击*运行界面设计*窗口右上角的*退出编辑*，并在弹出的提示窗口上选择*是*，保存运行界面设计。
   完成步骤5操作后即已完成针对“3D点点测量”方案的简易运行界面设计。若需了解如何设计更为复杂的运行界面，可参考*运行界面示例*。

后续处理

至此，您已完成该入门级方案的搭建，可前往运行界面运行该方案，详情请参见*运行入门级方案*。

4.4 运行入门级方案

完成“3D点点测量”入门级方案搭建之后，即可运行该方案，并查看该方案运行效果。

操作步骤

1. 在主界面的快捷工具条上单击/单次试运行或连续试运行方案。

   若运行效果欠理想，继续调整流程和模块配置，直至方案运行效果达到预期。

   注意

   快捷工具条上的/与流程页签上/分别用于运行方案和流程，请勿混淆。

2. 在菜单栏选择*文件 → 保存方案*或*文件 → 方案另存为*保存方案。
3. 单击主界面右上角的*运行模式*，切换至已在*步骤四：设计运行界面*中设计完成的运行界面。
4. 在运行界面单击/运行方案

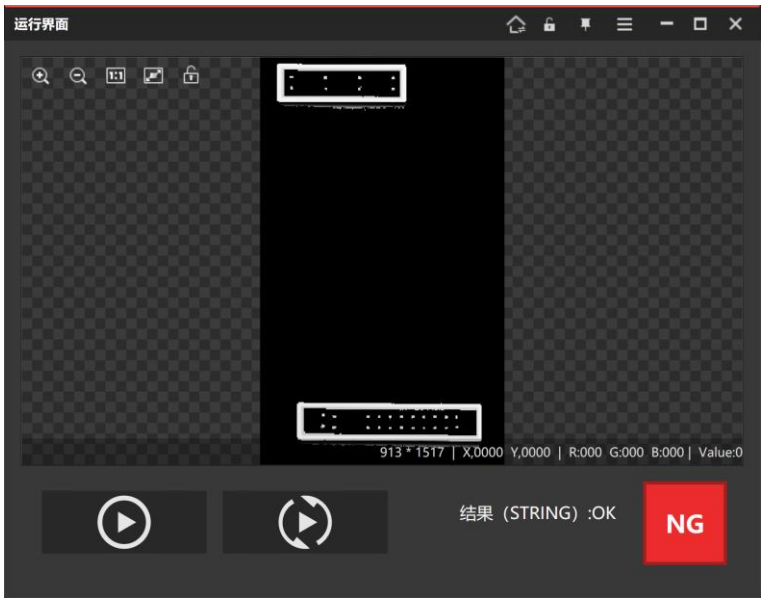


图4-51 “点点测量”方案的运行界面

至此，您已完成入门级方案——“3D点点测量”的运行。若需了解方案运行更为高阶的功能，请参见*方案调试与运行*及其子章节。

4.5 进阶参考

了解如何搭建并运行入门级方案之后，您可参考如下信息，学习搭建更为复杂或更贴合业务需求的方案。

- *方案搭建完整流程*
- *方案示例*
- *运行界面示例*

4.5.1 方案搭建完整流程

*搭建入门级方案*的方案示例中，未涉及全局逻辑和通信等复杂逻辑。但在实际业务中，复杂逻辑在实现业务需求上至关重要。
您可参照如下流程图搭建更加复杂的方案。

图4-52 流程概览

上图中：

- 配置方案相关设备：硬件设备添加及配置相关详情，请参见*方案搭建-硬件设备配置*。
- 搭建流程：流程配置和流程逻辑配置相关详情，请参见*方案搭建-流程搭建*。
- 配置全局逻辑：全局脚本、全局变量、全局触发等全局逻辑相关详情，请参见*方案搭建-全局逻辑配置*

- 设计运行界面：默认运行界面和自定义控件相关详情，请参见*方案搭建-运行界面设计*。

4.5.2 方案示例

VM3D在其安装路径下提供了丰富的方案示例供您参考。
您可在主界面的菜单栏选择*文件* → *打开示例*进入方案示例的路径（..\Applications\Samples），也可在欢迎页单击*查看示例方案*进入。方案示例的路径下“实际综合案例应用展示”文件夹内的示例源自真实的实践案例。您可参考这些实践案例，并结合实际业务需求搭建复杂方案。

说明

本手册的*方案示例*章节提供部分方案示例的解读。例如，您可查看*插针缺陷检测*了解该方案的搭建思路、搭建步骤和涉及的主要模块的作用。

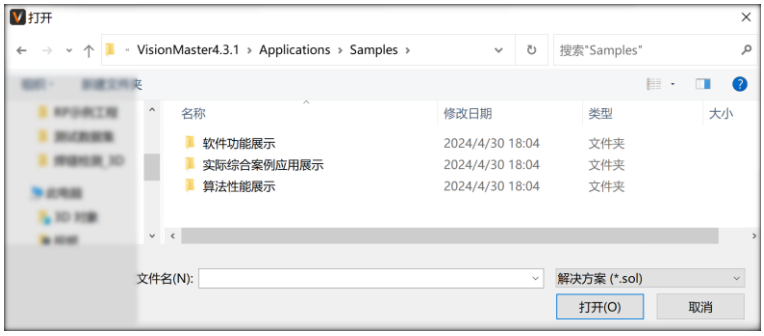


图4-53 示例方案（Samples文件夹）

4.5.3 运行界面示例

示例中的“焊缝检测”方案提供了较为完备的示例运行界面供您参考。

说明

“焊缝检测”方案的具体路径为“..\Applications\实际综合案例应用展示\3D”。

该方案的运行界面如下图所示。

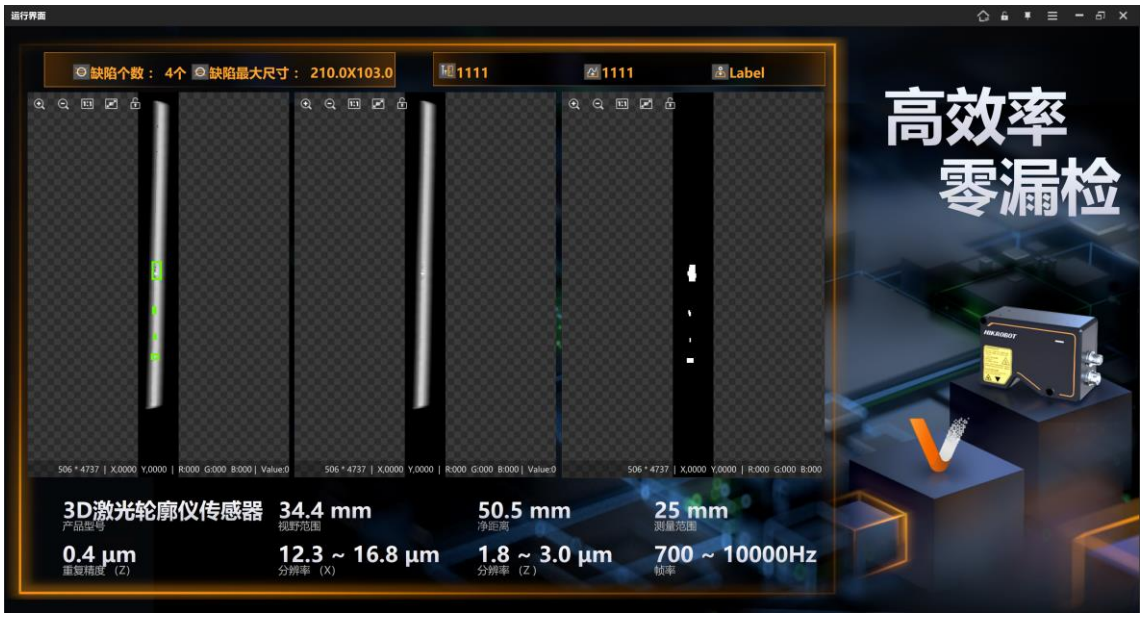


图4-54 示例运行界面

该运行界面包含的控件包括*图片*、*文本框*和*图像*。

- *图片*控件：
  用于配置界面上的示多个图层，下图蓝框标注的图片为通过*图片*控件上传的底图。您可通过*图片*控件配置项中的*图像*选项上传本地图。

图4-55 图片控件

- *文本框*控件：
  用于展示运行界面上的各类文本信息。其中部分*文本框*控件绑定了特定模块的实时结果输出（通过该控件**数据源**参数绑定），例如上文*图4-56*中的“缺陷个数”和“缺陷最大尺寸”。

图4-56 文本框控件

- *图像*控件：
  用于展示经特定模块处理后的实时图像。该控件**数据源**参数用于绑定特定模块处理后输出的图像。

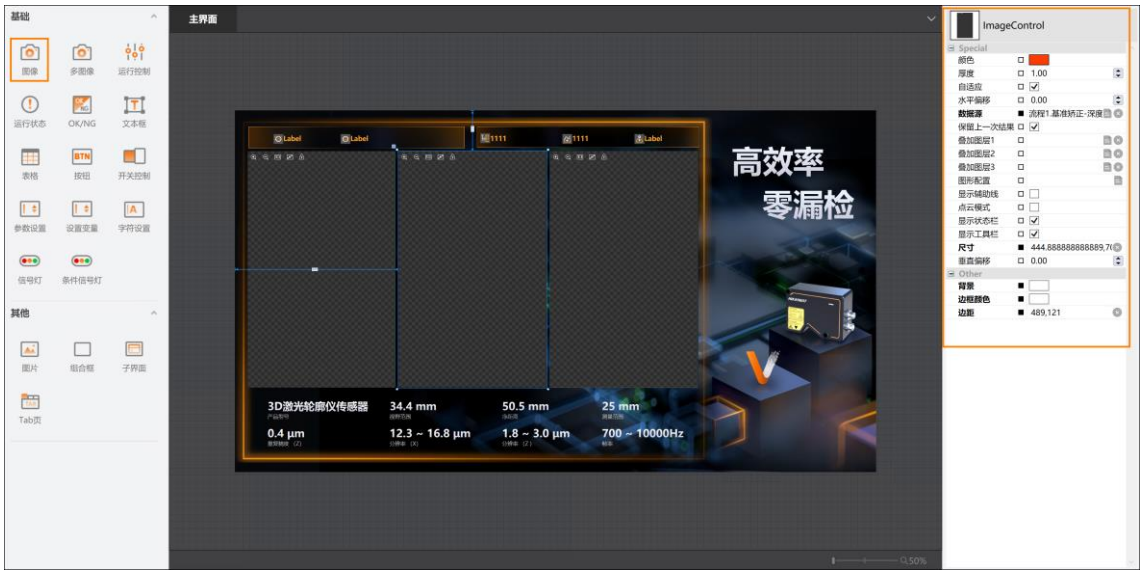


图4-57 图像控件

说明

更多控件详情，请参见*自定义控件介绍*。

第 5 章 方案搭建-硬件设备配置

方案可绑定并配置的硬件设备包括相机、通信设备和控制器（光源控制器和视觉控制器）。绑定设备目

的是为了建立设备与VM3D之间的通信连接。

说明

您可按需在方案中配置硬件设备。配置不同硬件设备的场景，请参见*快速入门*中的*（可选）步骤二：配置硬件设备*。

5.1 相机管理

VM3D可添加2D全局相机（即可在单个方案内全局应用的相机）、Dalsa图像采集卡连接的Camera Link相机、迈创采集卡连接的Camera Link相机和3D相机（3D激光轮廓传感器和RGB-D相机）。

说明

Dalsa图像采集卡连接的Camera Link相机、迈创采集卡连接的Camera Link相机和3D相机，本质上也同属全局相机，可全局应用于方案中的所有流程，作为流程的图像输入源。

5.1.1 添加相机

请参照如下步骤添加相机。上述相机的添加步骤基本相同。

前提条件

请确保相机已上电且未被占用。

说明

除了本节所介绍的相机添加方式，还可：

- 通过*图像源*或*3D图像源*模块的*关联相机*参数添加相机。
- 在*编排多流程执行逻辑*时添加全局相机。

操作步骤

1. 单击主界面快捷工具条的打开*相机管理*窗口。
2. 在该窗口单击打开相机类型选择对话框。
3. 选择相机类型，并单击*确定*。

   2D全局相机

   全局相机可作为当前方案中的所有流程中作为*图像源*。

   Dalsa图像采集

   通过Dalsa采集卡连接的Camera Link接口相机。

   迈创采集

   通过迈创采集卡连接的Camera Link接口相机。

   3D相机

   3D相机包含3D激光轮廓传感器和RGB-D相机两种，可在流程中作为*3D图像源*。

   *相机管理*窗口的设备列表中显示当前步骤中所选类型的相机。
4. **可选操作**:在设备列表中右键单击相机，并单击*重命名*或*删除*将相机重命名或删除。

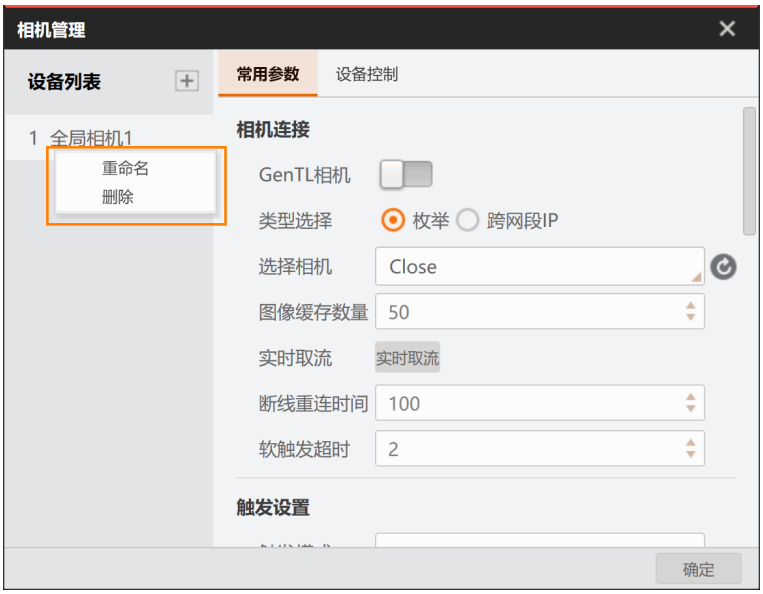


图5-1 重命名或删除相机

5. 按需配置相机参数，其中并单击*确定*。

   相机的配置有所差异，具体见如下说明。

   - *配置2D全局相机*
   - *配置Dalsa图像采集卡连接的相机*
   - *配置迈创采集卡连接的相机*
   - *配置3D激光轮廓传感器*
   - *配置RGB-D相机*

5.1.2 配置3D激光轮廓传感器

选择*3D激光轮廓传感器*时，可连接3D激光轮廓传感器。可通过下拉列表选择需要连接的3D相机，并配置和调试如下参数。

表5-1 3D相机参数

参数类型	参数名称	功能介绍
相机连接	选择相机	用于选择当前需连接的相机。
	相机型号	显示选择相机的型号，**选择相机**参数选择后，相机型号系统自动填充。
	图像缓存数量	可设置相机输出的图像在软件中缓存的数量，当前流程未执行完的情况下，相机再次出图则会被放入缓存中，当前流程执行完后按照队列形式依次送入流程执行，一般在硬触发时使用。默认值为50。
	断线重连时间	相机断线时进行重连，若达到该时长还未连接上，则不再继续进行重连。单位：秒（s）。
	软触发超时	软触发指通过软件触发相机采集图像。在VM3D上，软触发通过执行流程实现。若执行流程后，在

参数类型	参数名称	功能介绍
		此处设置的时长（单位：s）内VM3D未能收到相机采集的图像，则软件不再等待，直接执行流程，此时会因为无图像数据，导致模块报错。
	触发流程使能	开启后，相机出图即可触发VM3D的流程执行；关闭后，相机出图不会驱动VM3D流程执行，图像存储到缓存中，此时可通过手动或全局触发执行流程。
	保存相机参数	开启后，可将相机当前参数保存到相机当前所选的用户集中。
用户集控制	当前用户集	相机当前使用的参数配置文件。
	用户集控制器	在下拉列表中选择要使用的相机参数用户集。
	加载用户集	单击后，可将**用户集控制器**选择的相机用户集切换为当前用户集。
	保存用户集	修改参数后，可将参数保存到当前相机用户集中。
	默认用户集	选择相机上电时，默认使用的相机用户集。
文件存取	文件属性	设备文件属性包含以下。 ● User Set：用户参数文件。 ● LSL Sensor Calibrate LUT：出厂标定的传感器标定文件。 ● LSL System Calibrate：系统标定文件。 ● Device Enc File：设备加密文件。 ● Opensource Notice：开源信息许可声明。 ● Feature Language Map：设备节点名称映射文件。
	文件路径	选择文件的存储路径。
	文件导入	单击后，将**文件路径**的文件导入设备。
	文件导出	单击后，将文件导出至选择的**文件路径**中。
扫描控制	图像模式	包括原始图（Origin）、点云图（PointCloud3D）、深度图（Range3DImage）。
	感光灵敏度	选择高精度或宽动态模式来适应检测物的不同材质，使图像亮度适中；也可通过选择自定义模式，对设备的曝光、增益及一些算法参数进行手动调整，确保图像亮度满足要求，使设备可准确提取到完整的中心线。
	使能采集帧率	默认为关闭，开启时，根据所设定的帧率（fps）进行取图；关闭时，根据当前相机所能达到的最高帧率取图。

参数类型	参数名称	功能介绍
	采集突发帧数	设置设备在接收帧触发（外触发）信号后，输出多少帧图像后停止采集。
过滤及ROI	ROI宽度	设置ROI的原始图宽度。
	ROI高度	设置ROI的原始图高度。
	ROI偏移X	设置ROI相对于原点在原始图X方向的偏移。
	ROI偏移Y	设置ROI相对于原点在原始图Y方向的偏移。
算法参数	算法灵敏度	算法灵敏度，可选择激光提取的不同模式。 ● **WideMode**：宽范围模式，最小/最大线宽固定为1/100，二进制阈值固定为20。 ● **MediumMode**：中范围模式，最小/最大线宽固定为1/40，二进制阈值固定为20。 ● **NarrowMode**：窄范围模式，最小/最大线宽固定为2/20，二进制阈值固定为25。 ● **CustomMode**：自定义模式，可手动设置最小/最大线宽及二进制阈值。
	步进间距(um)	根据设备的**Range Image Control**参数所选坐标系类型 （见下文）不同，含义有所不同。 ● 传感器和系统坐标系下表示相邻两帧轮廓数据的位置间隔，单位为μm。 ● 旋转坐标系下表示相邻两帧轮廓的角度间隔，单位为0.01°。
深度图控制	坐标系类型	设置如下坐标三维类型。 ● **Sensor Coord Type**：传感器坐标类型，即设备出厂已标定的坐标系。 ● **System Coord Type**：系统坐标类型，即设备经过直线、静态或动态标定后的坐标系。 ● **Rotation Coord Type**：旋转坐标类型，即设备经过旋转标定后的坐标系。
	水平偏移	深度图原点水平方向的偏移量，单位为μm。
	垂直偏移	深度图原点垂直（Y）方向的偏移量，单位为μm。
	Z方向偏移	深度图原点Z方向的偏移量，单位为μm。
	X采样间距	深度图每个像素点在X方向所代表的实际物理距离，单位为μm。
	Y采样间距	深度图每个像素点在Y方向所代表的实际物理距离，

参数类型	参数名称	功能介绍
		单位为μm。该值一般需要与步进间距保持一致。
	Z采样间距	深度图每个像素点在Z方向所代表的实际物理距离，单位为μm。
	深度图行高	设置深度图Y方向的像素数量（对应设备参数**Range Image Height**），一般该值需要大于等于突发数量。
	超时时间(ms)	触发信号的等待时间。 ● 参数为0时，设备一直等待下一个触发信号，直到行高达到**Range Image Height**或突发帧数触发完毕后输出图像。 ● 参数非0时，若设备在超过设置的时间内未收到下一个触发信号，则认为触发结束，此时强制输出图像。

5.1.3 配置RGB-D相机

选择*RGBD相机*时，可在*选择相机*下拉列表中选择当前网络中在线的RGB-D相机，并配置和调试如下参数。

说明

- 目前VM3D已兼容的RGB-D相机包括散斑结构光立体相机、激光振镜立体相机和感知相机。
- 以下仅对当前软件支持设置的设备参数做简要说明。更多详情参见设备用户手册。

表5-2 设备参数

参数类型	参数名称	功能介绍
相机连接	选择相机	用于选择当前需连接的相机。
	相机型号	显示选择相机的型号，**选择相机**参数选择后，相机型号系统自动填充。
	图像缓存数量	可设置相机输出的图像在软件中缓存的数量，当前流程未执行完的情况下，相机再次出图则会被放入缓存中，当前流程执行完后按照队列形式依次送入流程执行，一般在硬触发时使用。默认值为50。
	断线重连时间	相机断线时进行重连，若达到该时长还未连接上，则不再继续进行重连。单位：秒（s）。
	软触发超时	软触发指通过软件触发相机采集图像。在VM3D上，软触发通过执行流程实现。若执行流程后，在此处设置的时长（单位：s）内VM3D未能收到相机采集的图像，则软件不再等待，直接执行流程，此

参数类型	参数名称	功能介绍
		时会因为无图像数据，导致模块报错。
	触发流程使能	开启后，相机出图即可触发VM3D的流程执行；关闭后，相机出图不会驱动VM3D流程执行，图像存储到缓存中，此时可通过手动或全局触发执行流程。
	保存相机参数	开启后，可将相机当前参数保存到相机当前所选的用户集中。
用户集控制	当前用户集	相机当前使用的参数配置文件。
	用户集控制器	在下拉列表中选择要使用的相机参数用户集。
	加载用户集	可将**用户集控制器**选择的相机用户集切换为当前用户集。
	保存用户集	修改参数后，可将参数保存到当前相机用户集中。
	默认用户集	选择相机上电时，默认使用的相机用户集。
文件存取	文件属性	设备文件属性包含以下。 ● User Set：用户参数文件。 ● RGBD Sensor Lut：相机传感器标定使用的 LUT 查找表，用于生成矫正图。 ● RGBD Sensor Calibrate：传感器标定文件，用于保存内参标定结果。 ● Device Log File：保存在设备内部的系统日志文件。 ● Device Enc File：加密文件。 ● License Notice：开源信息许可声明。 ● Feature Language Map：设备节点名称映射文件。
	文件路径	选择文件的存储路径。
	文件导入	将**文件路径**中的文件导入设备。
	文件导出	将文件导出至选择的**文件路径**中。
深度图控制	深度图对齐RGB使能	开启此开关后，使深度图向RGB图对齐。
	曝光模式	可选择SingleMode、MultipleMode两种模式。
	曝光时间(us)	可设置相机的曝光时间，单位：μs。 说明 当**曝光模式**选择*MultipleMode*时，可设置两个曝光时间。

参数类型	参数名称	功能介绍
	增益(dB)	可设置相机的增益，单位：dB。 说明 当**曝光模式**选择*MultipleMode*时，可设置两个增益。
	伽马校正	可设置相机的伽马校正系数。
彩图控制	彩图曝光模式	可选择**SingleMode**、**DynamicMode**两种模式。
	彩图曝光时间	可设置相机的彩图曝光时间，单位：μs。 说明 当**曝光模式**选择*DynamicMode*时，需设置曝光的上、下限值，曝光时间由相机内部在此范围内自动调节。
	彩图增益	可设置相机的彩图增益，单位：dB。 说明 当**曝光模式**选择*DynamicMode*时，需设置增益的上、下限值，增益由相机内部在此范围内自动调节。
	彩图伽马校正	可设置相机的彩图伽马校正系数。

5.1.4 配置Dalsa图像采集卡连接的相机

需先通过**配置文件**加载采集卡的.ccf文件，再选择需连接的相机。连接相机后，可通过**缓存张数**调整采集卡的图像缓存空间。

说明

Dalsa图像采集卡连接的相机仅支持硬触发出图，不支持软触发。

配置文件

从本地路径上传Dalsa图像采集卡的.ccf文件。

说明

连接相机前请务必先配置**配置文件**。未配置**配置文件**的情况下连接相机将报错。

选择相机

上传采集卡的.ccf文件后，此处将枚举出该采集卡连接的相机。如未成功枚举出相机，可单击刷新。

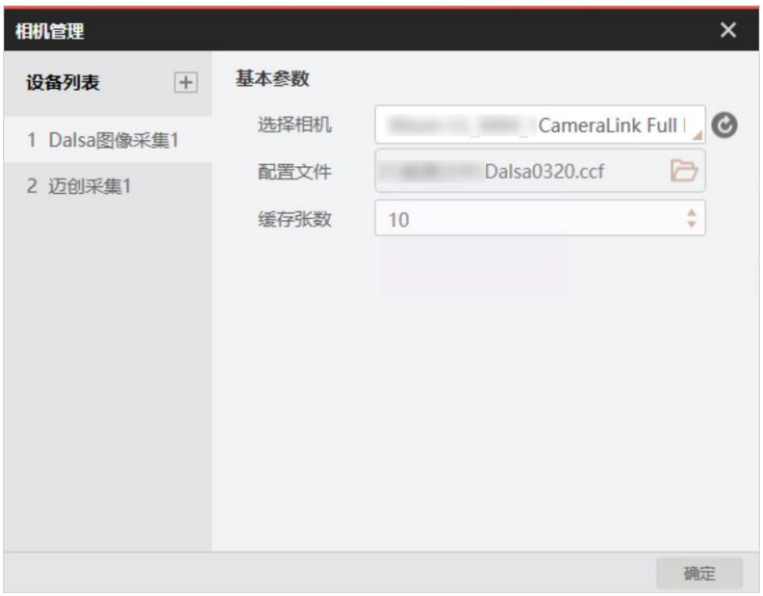


图5-2 Dalsa图像采集配置

5.1.5 配置迈创采集卡连接的相机

如需将迈创采集卡连接的相机添加至VM3D，需先通过**配置文件**加载采集卡的.dcf文件，再选择需连接的相机。连接相机成功后，可配置图像参数和增益。

说明

迈创采集卡连接的相机目前仅支持硬触发出图，不支持软触发。

本节内容包含：

- *基本参数*
- *图像参数与增益*

基本参数

配置文件

从本地路径上传迈创采集卡的.dcf文件。

选择相机

上传采集卡的.dcf文件后，此处将枚举出该采集卡连接的相机，可在此处的选择相机。如未成功枚举出该相机，可单击刷新。

说明

选择相机后，可能弹出如下窗口。此时请将波特率（**Baud rate**）设置为采集卡端所设的值，即**115200**（如下图所示）。

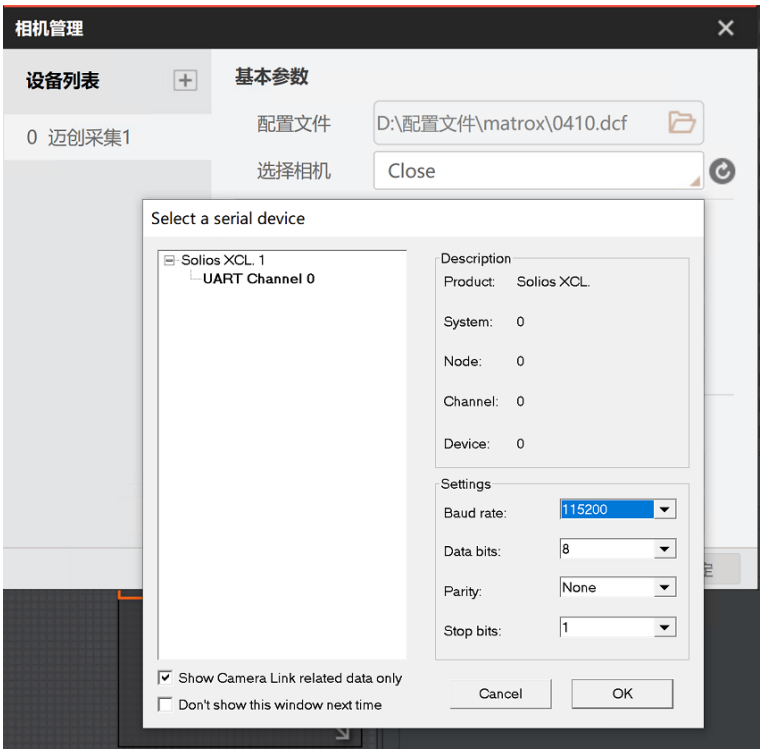


图5-3 设置波特率

图像参数与增益

- 图像参数详情见*图像参数*。
- 增益详情见*增益*。

图5-4 迈创采集配置

5.1.6 配置2D全局相机

添加相机时，若相机类型选择为**全局相机**，可将2D相机配置为全局相机。可配置的参数，按大类可分为常用参数和设备控制类参数。 常用参数可进一步分为相机参数、图像参数、触发参数等。
本节包含如下内容：

- *常用参数*
  - *相机连接*
  - *触发设置*
  - *图像参数*
  - *增益*
  - *Gamma*
  - *线阵相机参数*
  - *运行参数*
- *设备控制*
  - *IO控制*
  - *光源控制*

常用参数

相机连接

GenTL相机

- 开启**GenTL相机**时，需**选择cti文件**，并**选择相机**进行连接。

  选择cti文件

  从本地路径加载cti文件。

  选择相机

选择相机进行连接。开启**GenTL相机**时的，该下拉列表中匹配的相机均为符合GenTL标准的相机。如果未在下拉列表中找到目标相机，可单击刷新相机列表。

- 关闭**GenTL相机**时，**类型选择**默认为**枚举**，此时直接在*选择相机*下拉框中选择同网段内未被占用的相机即可。

实时取流

单击*实时取流*，可在弹出的预览窗口查看相机采集的实时图像，判断图像是否符合要求。

说明

仅支持组播的相机才能进行实时取流操作。

当相机图像结果中出现“图像获取超时”或“图像显示区画面丢失”等问题时，可通过实时取流查看丢包状况。

类型选择

选择连接相机的方式。

跨网段IP

通过相机IP地址手动连接跨网段相机。需设置如下参数。

本机IP

安装VM3D的计算机的IP地址。

相机IP

待连接的其他网段内的相机的IP地址。

连接相机

如果开启，则VM3D与目标相机建立连接。如果关闭的，则断开连接。

自动重连

如果开启，则都在相机掉线时自动重连。

图像缓存数量

设置相机输出的图像在软件中缓存的数量，一般在硬触发时使用。

实时取流

点击*实时取流*可实时查看相机图像。

断线重连时间

设置相机断线后，自动重连的超时时长（单位：秒）。如果达到该时长相机仍未重连成功，则不再继续进行重连。

软触发超时

软件主动触发相机执行一次图像采集时，相机可能因为内部故障或网络故障，需要很长的时间响应。此处设置的超时时间（单位：秒）可用于避免流程因相机未响应而卡顿过久。
如果软触发后相机未在超时时间内采集图像，流程将以无图像源的形式执行并报错（NG）。

触发设置

触发模式

设置是否开启触发模式。

触发源

根据需求选择相机出图的触发源。

- 选择**SOFTWARE**时，VM3D每次执行流程时给相机发送软触发信号。
- 选择其他信号源时，触发信号来源于IO接线连接的外部设备。

触发延迟

设置相机接收到触发信号后，延迟多长时间（单位：μs）响应出图。

图像参数

图像宽度

图像高度

查看并设置当前被连接相机的图像宽度和高度。

像素格式

查看并设置当前选择相机的像素格式。

帧率

设置当前连接相机的帧率。

实际帧率

查看当前选择相机的实际帧率。

曝光模式

查看并设置当前选择相机的曝光模式，包括**OFF**、**ONCE**和**CONTINUOUS**三种。

OFF

即手动曝光模式。相机根据下文提及的**曝光时间**取值进行曝光。

ONCE

即单次自动曝光模式。相机根据场景亮度变化自动调整曝光时间。相机执行一次曝光后，自动切换为手动曝光模式 。

CONTINUOUS

即连续自动曝光模式。相机根据场景亮度变化自动调整曝光时间，连续执行曝光。

曝光时间

查看并设置当前选择相机的曝光时间（单位：μs）。

增益

增益

查看并设置当前选择相机的增益。当**增益模式**选择**OFF**时，可手动修改增益。

增益模式

查看并设置当前选择相机的增益模式，包括**OFF**、**ONCE**和**CONTINUOUS**三种。

OFF

即手动增益模式。相机根据手动设置的**增益**取值调整模拟增益。

ONCE

即单次自动增益模式。相机根据场景亮度变化自动调整模拟增益，自动调整一次后自动切换为手动增益模式。

CONTINUOUS

即连续自动增益模式。相机根据场景亮度变化，连续自动调整模拟增益。

最小增益

最大增益

增益模式设置为CONTINOUS
时，可设置增益范围的最小值和最大值。

Gamma

Gamma使能

开启后，可调整相机的**Gamma**数值。

Gamma

查看并设置当前选择相机的Gamma数值。通常相机图像传感器的输出与照射在图像传感器上的光子是线性的，Gamma可提供一种输出非线性的映射机制。Gamma数值在0 ~ 1之间，图像暗处亮度提升；数值在1 ~ 4之间时，图像暗处亮度下降。

选择器

可设置为**用户**或**sRGB**。

用户

可自行设置Gamma数值。

sRGB

Gamma数值默认为标准协议模式定义的数值，不可自行设置。

线阵相机参数

当连接的相机为线阵相机时，可配置或查看**行频**和**实际行频**。

行频

设置线阵相机的行频大小。

实际行频

显示当前相机运行的实际行频大小。

运行参数

相机类型

选择当前连接的相机的类型，可选**标准面阵相机**、**智能相机**和**线阵相机**。其中，**智能相机**表示X86智能相机和基于X86开放平台的智能相机。

有效电平

设置相机在满足IO通信模块的输出条件时，相机输出的电平信号类型。

高电平有效

满足上述条件时，相机输出高电平。

低电平有效

满足上述条件时，相机输出低电平。

设备控制

IO控制

可配置相机输入/输出控制相关参数，具体如下。

IO选择项

连接面阵相机或线阵相机时，有该参数。可通过该参数选择硬触发的信号源。

IO模式

连接面阵相机或线阵相机时，有该参数。可查看**IO选择项**选择的信号源模式（**input**或**strobe**）。部分相机的信号源可自行切换。

IO输出选择器

连接智能相机时，有该参数。可选择信号源作为输出。

IO输出源

连接智能相机时，有该参数。可设置为**OFF**或**SOFTWARETRIGGER**。

OFF

关闭**IO输出选择器**中选择的输出信号源。

SOFTWARETRIGGER

开启**IO输出选择器**中选择的输出信号源，且可配置如下参数。

反相输出

设置是否输出反相的电平信号。

电平触发

单击***电平触发***可使相机输出电平信号。

光源控制

连接的相机为智能相机时，可配置如下参数控制相机光源。

光源使能

连接智能相机时，有该参数。开启后，相机光源被点亮。开启前，请确保相机光源已完成部署和配置。

光源模式

连接智能相机时，有该参数。可将光源模式设置为**strobe**和**constant**。

strobe

设置为光源频闪模式。设置为频闪后，可设置**光源延迟时间**。

光源延迟时间

设置相机光源频闪的延迟点亮时间。

constant

设置为光源常亮模式。

光源持续时间

设置相机光源点亮的持续时间。

光源提前时间

设置光源相对于相机曝光提前点亮的时间。

5.2 控制器管理

控制器管理可对光源控制器以及视觉控制器的光源及IO等功能进行设置。菜单栏**系统**处选择**控制器管理**或点击快捷工具条的 即可进入控制器管理页签。最多可同时添加16个设备。
点击⊞即可添加控制器，根据实际需求选择对应的**品牌**并完成相关参数设置，最后通过设备列表处对应设备的 启用即可。

说明

设备列表选中控制器后，右键单击可对设备进行删除或重命名操作。

对于不同品牌的控制器，*基本参数*均需设置，但*通信参数*、*IO参数*、*光源参数*和*触发配置*有所差别，具体参见下表。

表5-5 不同品牌控制器参数支持情况

品牌类型	说明	通信参数	IO参数	光源参数	触发配置
DPS2	对应系列的光源控制器	支持	不支持	支持	不支持
MV-AP1024-2T	对应系列的光源控制器	支持	不支持	支持	不支持
MV-LEVD	对应系列的光源控制器	支持	不支持	支持	不支持
VB2200	对应VB2200系列中的VB2210和VB2220视觉控制器	支持	支持	支持	支持
VC3000(Light)	对应VC3000系列视觉控制器的光源扩展模块	支持	不支持	支持	不支持
VC3000（IO）	对应VC3000系列视觉控制器的IO扩展模块	支持	支持	不支持	支持
VC4000	对应VC4000系列视觉控制器	支持	支持	支持	支持
GPIO	对应VC3000系列视觉控制器的自带IO	不支持	支持	不支持	不支持
VB2230	对应VB2200系列中的VB2230视觉控制器	支持	支持	支持	支持
VC2000	对应VC2000系列视觉控制器	支持	支持	支持	支持

说明

选择品牌为视觉控制器时，需确保软件安装在对应系列的视觉控制器上使用。选择光源控制器时，确保安装软件的工控机已通过串口连接对应系列的光源控制器即可。

基本参数

基本参数处需选择连接的控制器品牌，并设置是否自动重连。相关参数介绍如下：

- **品牌**：控制器品牌，可选择的品牌参见上表。
- **协议类型**：当前仅支持COM口的方式。
- **自动重连**：启用该功能时，若软件检测到控制器失去连接，会自动进行重连，直至重新连接上控制器。

通信参数

通信参数主要用于将控制器与软件通过串口建立通讯，从而可设置IO参数、光源参数和触发配置。

说明

仅品牌选择**GPIO**时，无需设置通信参数。

设置串口参数时，需根据实际连接使用的端口选择**串口号**。
不同系列视觉控制器出厂默认控制IO及光源的串口号信息如下：

- VB2200：对应COM2。
- VC4000：对应COM3。
- VC3000(Light)及VC3000(IO)：与IO模块上的拨码相关，具体请查看VC3000系列视觉控制器的用户手册。

使用串口通信时，需确保两个进行通信的端口以下参数的设置完全匹配。

- **波特率**：用于衡量符号传输速率的参数，表示每秒钟传送符号的个数。
- **数据位**：用于衡量通信中实际数据位的参数。
- **校验位**：表示串口通信的检错方式，一般分为无、奇、偶、高、低这几种情况。
- **停止位**：表示单个数据包的最后一位，一般为1、1.5、2。

IO参数

IO参数可对视觉控制器的IO输出信号进行设置。选择不同品牌的控制器，具体的IO参数有所差别。

说明

仅在控制器品牌选择VB2200、VC3000（IO）、VC4000、GPIO、VB2230或VC2000时，支持该功能。

相关参数介绍如下：

输出类型

可设置绑定的条件OK/NG时，通过设置的**IO端口号**输出IO信号。可选**OK/NG时输出**。

输出极性

可设置IO信号的输出时的极性，可选**NPN**或**PNP**。该参数仅选择VC3000（IO）和GPIO品牌时，可进行设置；其他品牌的输出极性均为NPN。

发送间隔（ms）

可设置两个相邻信号的时间间隔。

IO端口号

可选择输出信号使用的IO端口号。选择端口号后还需设置**持续时间（ms）**和**有效电平**。使用前需确保选择的IO端口号与控制器上实际的IO输出接口对应，相关内容请查看对应系列视觉控制器的用户手册。

持续时间（ms）

可设置IO信号输出时的持续时间。

说明

品牌选择GPIO时，无IO端口号参数，可直接设置该参数。

有效电平

可设置输出信号的有效电平，可选**低电平有效**（符合要求时输出低电平）和**高电平有效**（与前面相反）。

延迟时间（ms）

可设置信号延迟多长时间输出。

轮询开关

可设置是否定期读取IO输入端口的状态。根据读取的IO状态，可进行方案或流程的切换，例如*触发配置*处实现的功能。

轮询间隔（ms）

可设置间隔多长时间读取IO输入端口的状态。

光源参数

光源参数可对连接的光源控制器或视觉控制器的光源进行控制。选择不同品牌的控制器，具体的光源参数有所差别。

说明

除VC3000（IO）和GPIO外，其他控制器品牌均支持该功能。

- 品牌选择DPS2、MV-AP1024-2T、MV-LEVD时，光源参数为**通道*亮度**，共有4路光源通道。
- 品牌选择VB2200、VB2230、VC2000时，光源参数为**通道*亮度**及各通道对应的**光源状态**。VB2200仅1路光源，VB2230为2路光源，VC2000为4路光源。
- 品牌选择VC3000(Light)和VC4000时，光源参数为**通道*亮度**及各通道对应的**光源状态**、**沿定义**、**持续时间(ms)**，共有4路光源通道。

以上控制器涉及的光源参数介绍如下：

- **通道*亮度**：可控制各通道光源的亮度。
- 通道*的**光源状态**：可选**触发后灭（常亮）**和**触发后亮（常灭）**。
- 通道*的**沿定义**：通过光源触发接口控制光源时，通过该参数可设置触发光源的信号类型。可选**上升沿**和**下降沿**。
- 通道*的**持续时间（ms）**：可设置光源触发后亮/灭的持续时长。

触发配置

触发配置可通过操作实现IO输入信号发生特定沿信号时触发流程运行。

说明

仅在控制器品牌选择VB2200、VC3000（IO）、VC4000、VB2230或VC2000时，支持该功能。

操作步骤：

1. 点击**触发配置**下的⊞添加一个触发配置。
2. **输入IO**处选择IO信号源。
3. **触发信号**处选择上升沿或下降沿。
4. **流程**处选择需触发运行的流程。
5. 重复以上步骤可添加多个触发配置。

假设VB2200控制器触发配置处的参数设置如下图所示，则当VB2200系列视觉控制器的IO信号1接收到的脉冲信号为上升沿时，则自动运行为方案中的流程1。

图5-9 触发配置

5.3 通信管理

通信管理是连接VM3D和外部通信设备的桥梁。VM3D既支持读取外部通信设备的数据，用于实现触发相机拍照或软件运行等功能；也支持发送数据给外部通信设备，将软件处理结果发送给外部设备。

5.3.1 配置通信设备

可通过设置通信协议和参数，连接到对应的外部通信设备，从外部设备接收数据的同时，也能将数据发送至外部设备。VM3D目前支持TCP、UDP、串口通信、Modbus、PLC等通信协议。
使用时，可根据实际情况选择不同的协议类型。协议相关介绍以及如何使用的介绍参见下表。

表5-6 通信协议介绍

协议类型	说明	操作方法
TCP客户端	TCP（Transmission Control Protocol）是一种面向连接的、可靠的、基于字节流的传输层通信协议。 使用TCP服务时，通信的双方，一方为TCP客户端，一方为TCP服务端。	参见*配置PLC（第一类通信协议）*
TCP服务端		
UDP	Internet 协议集支持一个无连接的传输协议，该协议称为用户数据报协议（UDP，User Datagram Protocol）。UDP 为应用程序提供一种无需建立连接就可以发送封装 IP 数据包的方法。	
串口	串行接口简称串口，也称串行通信接口或串行通讯接口（通常指COM接口），是采用串行通信方式的扩展接口。串行接口（Serial Interface）是指数据一位一位地按顺序传送。特点是通	

协议类型	说明	操作方法
	信线路简单，只要一对传输线就可以实现双向通信，从而大大降低成本，适用于远距离通信，但传送速度较慢。	
汇川H2U	汇川H2U通信是以串行链路（485串口通信）为基础，按照一定的规则（计算机链接协议）组合成规定的命令。目前仅支持读写D（数据寄存器）。	参见*配置PLC（第一类通信协议）*
基恩士KV	基恩士KV通信以串行链路（串口通信）和TCP/IP网络通信为基础，按照一定的规则（基恩士KV模式（上位链路）协议）组合成规定的命令。目前仅支持读写DM（数据寄存器）。	参见*配置PLC（第二类通信协议）*
松下MewTocol	松下MewTocol通信是松下公司开发的一种通信协议，以串行链路（串口通信）和TCP/IP网络通信为基础，按照一定的规则（松下MewTocol协议）组合成规定的命令。具有高效性、稳定性、兼容性、安全性的特点。目前仅支持读写D（数据寄存器）。	参见*配置PLC（第一类通信协议）*
三菱MC	MC协议是开发PLC内部寄存器给外部设备，实现外部设备和PLC的数据交互。以串行链路（串口通信）、UDP和TCP/IP网络通信为基础，按照一定的规则（MC协议）组合成规定的通讯格式。目前支持3E、3C、4C三种格式的通讯格式，通讯内容分为二进制和ASCII文本，只支持读写D（数据寄存器）、M（辅助寄存器）两种。	
ModBus通信	ModBus是一种串行通信协议，是Modicon公司（现在的施耐德电气 Schneider Electric）于1979年为使用可编程逻辑控制器（PLC）通信而发表的协议。ModBus通信以串行链路（串口通信）和TCP/IP网络通信为基础，在此基础上按照一定规则（Modbus协议）组合成特定报文。目前仅支持读写保持寄存器。	
EtherNet/IP CIP	EtherNet/IP（Ethernet/Indstrial Protocol，以太网/工业协议）是一种基于以太网和TCP/IP技术的工业协议。其物理层和数据链路层使用以太网协议，网络层和传输层使用TCP/IP协议，应用层使用CIP协议。 说明 CIP（Common Industry Protocol）是一种端对端的面向对象协议，它规范了工业设备（传感器、执行器）和高级设备（控制器）之间的连接。CIP作为开放性应用层协议，独立于物理媒体和数据链路层。EtherNet/IP利用标准以太网和TCP/IP技术传输CIP通信数据包。	参见*配置PLC（第二类通信协议）*
欧姆龙Fins TCP 欧姆龙HostLink	Fins（Factory Interface Network Service）协议是欧姆龙公司所开发的一个工业自动化网络通信协议，用于实现PLC和各种设备之间的通信的协议。具有高效、可靠、安全的特点。Fins协议封装在TCP/UDP之上，目前仅支持读写DM（数据寄存器）。	参见*配置PLC（第一类通信协议）*

协议类型	说明	操作方法
	说明 基于TCP的Fins数据包和基于UDP的包在头部上差异较大。	
欧姆龙Fins UDP	Hostlink协议是欧姆龙公司开发的上位计算机与PLC设备通讯的协议，通过串行通讯的方式收、发数据。通讯命令分为：C-code命令的Hostlink和FINS命令，也可分为网口（CMND/SEND/RECV）的Hostlink命令和串口的Hostlink命令。目前仅支持读写DM（数据寄存器）。	
横河PClink	横河PClink通信以TCP/IP网络通信为基础，按照一定的规则组合成规定的命令。目前仅支持读写D（数据寄存器）。	
西门子S7 西门子S7-200Smart	S7通信协议是指西门子公司用于其S7系列PLC之间通信的标准通信协议。它是一种基于串行通信方式进行通信的协议，支持点对点和多点通信方式，能够实现PLC之间的数据传输和互相控制。目前仅支持读写DB（数据寄存器）。 说明 S7和S7-200smart的主要区别是连接的握手协议不同。	参见*配置PLC（第二类通信协议）*

配置基本通信协议设备

本章节仅对TCP客户端、TCP服务端、UDP及串口这四种通信协议在VM3D中如何操作进行介绍。

前提条件

打开*通信管理*并选择*设备管理*。

操作步骤

1. 点击⊞添加设备。
2. 在弹出的设备管理页中，**协议类型**根据需求自行选择。

   说明

   本章节仅适用于**协议类型**选择TCP客户端、TCP服务端、UDP及串口的这四种类型。

3. **可选操作:设备名称**根据需求自定义命名，默认与选择的协议类型同名。

   说明

   *设备列表*选中设备，右键单击选择*重命名*也可修改**设备名称**。

4. 根据实际情况完成*通信参数*的设置。

不同设备的通信参数部分有所差异，部分完全一致。

- 有所差异的参数：
  - 协议类型选择**TCP客户端**：需设置的参数为**目标IP**和**目标端口**。此处填写作为TCP服务端设备的IP地址和端口号即可。

    说明

    目标IP默认为127.0.0.1，此为环回地址，主要用于网络软件测试以及本地机进程间的通信。实际使用时，需根据情况修改。协议类型选择TCP服务端和UDP时也有此类参数。

  - 协议类型选择**TCP服务端**：需设置的参数为**本机IP**和**本机端口**。此处填写本机的IP地址和端口号即可，作为TCP客户端设备的IP地址与端口号需与此处保持一致。
  - 协议类型选择**UDP**：需设置的参数为**本机IP**、**本机端口**、**目标IP**和**目标端口**。**本机IP**处填写本机的IP地址，**目标IP**处填写需接收UDP信息的设备IP，**本机端口**和**目标端口**根据需求填写，未被占用即可。
  - 协议类型选择**串口**：需设置的参数为**串口号**、**波特率**、**数据位**、**校验位**、**停止位**和**字符超时（ms）**。除**字符超时（ms）**外的其他参数，根据外部设备的串口对应参数设置即可。**字符超时（ms）**参数可设置字符间的最大的延时时间。读取串口数据时，若两个字符间的传输时间差超过设置的时长，将直接返回现有的数据。
- 完全一致的参数：
  - **数据上传**：启用该功能时，外部通信设备的数据可上传给VM3D，进行显示或实现相关功能。例如设备管理处显示接收到的数据、还可传递给全局脚本、全局触发的字符串触发、方案自动切换等。未启用时，数据不会上传给VM3D。

    说明

    无论该参数是否启用，不影响接收事件处接收外部通信设备的数据。

  - **自动重连**：当VM3D与外部设备断开连接时，启用该参数可自动重连。
  - **接收结束符**：启用该功能后，接收到的数据会根据设置的结束符进行数据分割，有效处理数据的黏包和分包问题。结束符可选择\r（回车）、\n（换行）、\r\n（回车换行），也可自定义设置，以右侧窗口显示的内容作为结束符使用。未启用时，每次读取到的内容不做处理，直接上传、

说明

*通信参数*也可在创建设备后，通过*设备管理*页的右侧进行修改。

5. 点击*创建*即可完成设备添加。
6. 可选操作:测试*接收数据*是否正常。

   若VM3D与TCP服务端设备通信正常，TCP服务端发送的内容将在*接收数据*处呈现。勾选*16进制显示*，可将接收的内容转换为16进制数据呈现。点击*清空*可清空当前*接收数据*处的内容。
7. 可选操作:测试*发送数据*是否正常。

   在*发送数据*处输入需发送的信息后并点击*发送*，若VM3D与TCP服务端设备通信正常，设备能接收到发送的内容。勾选*16进制显示*，可将发送的内容转换为16进制发送。点击*清空*可清空当前*发送数据*处已发送的内容。

说明

*发送数据*处仅支持输入String类型的字符。

8. 启用*设备列表*本次添加设备右侧的，则VM3D与外部设备进行数据传输。
9. 可选操作:*设备列表*选中设备，右键单击选择*删除*可删除选中的设备。

配置PLC（第一类通信协议）

本章节仅对汇川H2、松下MewTocol、三菱MC、三菱FX、ModBus通信、欧姆龙Fins TCP、欧姆龙HostLink、欧姆龙Fins UDP及横河PClink这几种PLC通信协议在VM3D中如何操作进行介绍。

前提条件

打开*通信管理*并选择*设备管理*。

操作步骤

1. 点击**设备列表**右侧的添加设备。
2. 在弹出的设备管理页中，**协议类型**根据需求自行选择。

说明

本章节仅适用于上述提到的**协议类型**。

3. 可选操作:**设备名称**根据需求自定义命名，默认与选择的协议类型同名。

说明

*设备列表*选中设备，右键单击选择*重命名*也可修改**设备名称**。

4. 根据实际情况完成*通信参数*的设置。
   1) 根据需求选择**通信方式**。

      不同协议类型，支持选择的通信方式有所差别，具体参见下表。

表5-7 不同协议类型支持的通信方式

协议类型	支持的通信方式
汇川H2U	串口
松下MewTocol	串口、TcpClient
三菱MC	TcpClient、UDP
三菱FX	TcpClient、UDP、串口
ModBus通信	串口、TcpClient
欧姆龙Fins TCP	TcpClient、UDP
欧姆龙HostLink	串口、TcpClient
欧姆龙Fins UDP	UDP
横河PClink	TcpClient

2) 根据选择的通信方式，完成相关参数的设置。

选择不同的通信方式，需设置的参数有所差异。具体如下：

- 通信方式选择**串口**：需设置的参数为**串口号**、**波特率**、**数据位**、**校验位**、**停止位**和**字符超时（ms）**。除**字符超时（ms）**外的其他参数，根据外部设备的串口对应参数设置即可。**字符超时（ms）**参数可设置字符间的最大的延时时间。读取串口数据时，若两个字符间的传输时间差超过设置的时长，将直接返回现有的数据。
- 通信方式选择**TcpClient**：需设置的参数为**目标IP**和**目标端口**。此处填写作为TCP服务端设备的IP地址和端口号即可。

说明

目标IP默认为127.0.0.1，此为环回地址，主要用于网络软件测试以及本地机进程间的通信。实际使用时，需根据情况修改。通信方式选择UDP时也有此类参数。

- 协议类型选择**UDP**：需设置的参数为**本机IP**、**本机端口**、**目标IP**和**目标端口**。**本机IP**处填写本机的IP地址，**目标IP**处填写需接收UDP信息的设备IP，**本机端口**和**目标端口**根据需求填写，未被占用即可。

3) 根据需求，完成其他通信参数的设置。

- **轮询间隔（ms）**：可设置开启**轮询读取**功能的寄存器地址读取数据的间隔时长。
- **自动重连**：当VM3D与外部设备断开连接时，启用该参数可自动重连。

说明

*通信参数*也可在创建设备后，通过*设备管理*页的右侧进行修改。

5. 点击*创建*完成设备添加。
6. 添加*寄存器地址*并完成相关设置。

1) 根据需求设置**首地址**。

该参数决定寄存器地址空间起始位的地址序号。

2) 根据需求设置**寄存器个数**。

该参数决定寄存器共有多少个地址。

3) 在*地址空间*选择需添加的地址，点击＋添加地址。
4) **设备名称**处根据需求自定义。
5) 完成寄存器地址的**通信参数**设置。

说明

- 不同协议类型设备，添加寄存器地址时，需设置的通信参数有所差别，具体参见*配置PLC寄存器地址*。
- 添加地址后，双击已添加地址可修改**设备名称**和**通信参数**。

6) 点击*确定*完成寄存器地址的添加。
7) 完成寄存器地址配置后，还可进行数据同步和发送测试。

- 数据同步：点击*数据同步*即可读取所有寄存器地址当前的数据。
- 发送测试：点击*发送测试*后，**地址选择**处选择需测试的地址，根据选择的**发送数据类型**输入

*发送数据内容*并点击*发送*即可。

3)~7)子步骤对应的操作参见如下视频。

8) **可选操作**:通过*地址空间*右侧还可进行以下操作。
   - *最大化*：可将地址空间部分全屏显示。可通过Esc按键退出全屏。
   - *隐藏空白行/显示空白行*：可将地址空间中整行都空白的地址隐藏或显示。
   - *清空*：可清空当前地址空间已配置的所有内容。

7. 启用*设备列表*本次添加设备右侧的，则VM3D与外部设备进行数据传输。
8. **可选操作**:*设备列表*选中设备，右键单击选择*删除*可删除选中的设备。

配置PLC（第二类通信协议）

本章节仅对西门子S7、西门子S7-200Smart、基恩士KV、EtherNet/IP CIP这四种PLC通信协议在VM3D中如何操作进行介绍。

前提条件

打开*通信管理*并选择*设备管理*。

操作步骤

1. 点击添加设备。
2. 在弹出的设备管理页中，**协议类型**根据需求自行选择。

> 说明
>
> 本章节仅适用于**协议类型**选择西门子S7、西门子S7-200Smart、基恩士KV、EtherNet/IP CIP这四种类型。

3. **可选操作**:**设备名称**根据需求自定义命名，默认与选择的协议类型同名。

> 说明
>
> *设备列表*选中设备，右键单击选择*重命名*也可修改**设备名称**。

4. 根据实际情况完成*通信参数*的设置。
   1) 根据需求选择**通信方式**。

      不同协议类型，支持选择的通信方式有所差别，具体参见下表。

表5-8 不同协议类型支持的通信方式

协议类型	支持的通信方式
基恩士KV	串口、TcpClient
EtherNet/IP CIP	TcpClient
西门子S7	TcpClient
西门子S7-200Smart	TcpClient

2) 根据选择的通信方式，完成相关参数的设置。

选择不同的通信方式，需设置的参数有所差异。具体如下：

- 通信方式选择**串口**：需设置的参数为**串口号**、**波特率**、**数据位**、**校验位**、**停止位**和**字符超时（ms）**。除**字符超时（ms）**外的其他参数，根据外部设备的串口对应参数设置即可。**字符超时（ms）**参数可设置字符间的最大的延时时间。读取串口数据时，若两个字符间的传输时间差超过设置的时长，将直接返回现有的数据。
- 通信方式选择**TcpClient**：需设置的参数为**目标IP**和**目标端口**。此处填写作为TCP服务端设备的IP地址和端口号即可。

说明

目标IP默认为127.0.0.1，此为环回地址，主要用于网络软件测试以及本地机进程间的通信。实际使用时，需根据情况修改。通信方式选择UDP时也有此类参数。

3) 根据需求，完成其他通信参数的设置。

- **轮询间隔（ms）**：可设置开启**轮询读取**功能的寄存器地址读取数据的间隔时长。
- **自动重连**：当VM3D与外部设备断开连接时，启用该参数可自动重连。
- **机架号**：用来分配CPU模块、电源模块、接口模块、I/O信号模块、通信模块、功能模块等在机架上的具体位置。此为通信设备自身参数。
- **槽号**：用来标识扩展单元所在的位置。此为通信设备自身参数。

说明

其中**机架号**和**槽号**参数为西门子S7和西门子S7-200Smart协议特有的参数。

说明

*通信参数*也可在创建设备后，通过*设备管理*页的右侧进行修改。

5. 点击*创建*完成设备添加。
6. 添加*寄存器地址*并完成相关设置。
   1) 在*地址空间*选择需添加的地址，点击*+新建地址*添加地址。
   2) **设备名称**处根据需求自定义。
   3) 完成寄存器地址的**通信参数**设置。

   不同协议类型设备，添加寄存器地址时，需设置的通信参数有所差别，具体参见*配置PLC寄存器地址*。
   4) 点击*确定*完成寄存器地址的添加。
   5) 完成寄存器地址配置后，还可进行数据同步和发送测试。
      - 数据同步：点击*数据同步*即可读取所有寄存器地址当前的数据。
      - 发送测试：点击*发送测试*后，**地址选择**处选择需测试的地址，根据选择的**发送数据类型**输入*发送数据内容*并点击*发送*即可。
   6) **可选操作**:通过*地址空间*右侧还可进行以下操作。
      - *最大化*：可将地址空间部分全屏显示。可通过Esc按键退出全屏。
      - *清空*：可清空当前地址空间已配置的所有内容。
7. 启用*设备列表*本次添加设备右侧的，则VM3D与外部设备进行数据传输。
8. **可选操作**:*设备列表*选中设备，右键单击选择*删除*可删除选中的设备。

配置PLC寄存器地址

本章节对PLC类设备添加寄存器地址时需设置的通信参数进行介绍。
具体涉及的PLC类设备如下：

- *汇川H2U、松下MewTocol*
- *基恩士KV*
- *三菱MC*
- *ModBus通信*
- *EtherNet/IP CIP*
- *欧姆龙Fins TCP、欧姆龙Fins UDP*
- *欧姆龙HostLink*
- *横河Pclink*
- *西门子S7、西门子S7-200Smart*

汇川H2U、松下MewTocol

- **站号**：用于标识PLC通讯站点的标识符，每个PLC都有一个唯一的HostLink站号。一般情况下，HostLink站号的范围是1到32，其中1号站是主站，其他站是从站。
- **软元件类型**：表示寄存器类型，是可通过 CPU 模块直接访问智能功能模块的缓冲存储器的软元件。D代表数据寄存器。
- **整型数据类型**：用于设置整型数据占用的内存大小，可选16bit或32bit。
- **软元件地址**：需使用的软元件起始地址。
- **软元件点数**：需使用的软元件个数。从配置的软元件地址开始计数。
- **超时时间（ms）**：表示该地址进行读写操作时，等待PLC应答的最大时间。超过该时间，返回失败；在时间段内收到数据，则立即返回。
- **关联地址**：推荐使用该功能。该功能可将此地址会随同关联地址一起与PLC交互从而获取数据。可提高轮询读取效率，减少与PLC交互的次数。关联地址时，建议选择比较接近的地址作为轮询地址，建议相差在20个地址以内。
- **轮询读取**：开启后，VM3D会主动实时从PLC设备获取该地址的数据。

说明

关联地址和**轮询读取**功能互斥，使用时只能二选一开启或都不开启。

- **数据上传**：启用该功能时，外部通信设备的数据可上传给VM3D，进行显示或实现相关功能。例如设备管理处显示接收到的数据、还可传递给全局脚本、全局触发的字符串触发、方案自动切换等。未启用时，数据不会上传给VM3D。

说明

无论该参数是否启用，不影响接收事件处接收外部通信设备的数据。

基恩士KV

- **整型数据类型**：用于设置整型数据占用的内存大小，可选16bit或32bit。
- **软元件类型**：表示寄存器类型，是可通过 CPU 模块直接访问智能功能模块的缓冲存储器的软元件。D代表数据寄存器。
- **软元件地址**：需使用的软元件起始地址。
- **软元件点数**：需使用的软元件个数。从配置的软元件地址开始计数。
- **超时时间（ms）**：表示该地址进行读写操作时，等待PLC应答的最大时间。超过该时间，返回失败；在时间段内收到数据，则立即返回。

- **轮询读取**：开启后，VM3D会主动实时从PLC设备获取该地址的数据。
- **数据上传**：启用该功能时，外部通信设备的数据可上传给VM3D，进行显示或实现相关功能。例如设备管理处显示接收到的数据、还可传递给全局脚本、全局触发的字符串触发、方案自动切换等。未启用时，数据不会上传给VM3D。

说明

无论该参数是否启用，不影响接收事件处接收外部通信设备的数据。

三菱MC

- **帧格式**：表示协议的报文格式，可选3E帧、3C帧格式3和4C帧格式5。
- **报文类型**：设置通信数据的代码类型，可选ASCII数据或二进制数据。
- **软元件类型**：表示寄存器类型，是可通过 CPU 模块直接访问智能功能模块的缓冲存储器的软元件。D代表数据寄存器，M代表辅助寄存器。
- **整型数据类型**：用于设置整型数据占用的内存大小，可选16bit或32bit。
- **软元件地址**：需使用的软元件起始地址。
- **软元件点数**：需使用的软元件个数。从配置的软元件地址开始计数。
- **超时时间（ms）**：表示该地址进行读写操作时，等待PLC应答的最大时间。超过该时间，返回失败；在时间段内收到数据，则立即返回。
- **关联地址**：推荐使用该功能。该功能可将此地址会随同关联地址一起与PLC交互从而获取数据。可提高轮询读取效率，减少与PLC交互的次数。关联地址时，建议选择比较接近的地址作为轮询地址，建议相差在20个地址以内。
- **轮询读取**：开启后，VM3D会主动实时从PLC设备获取该地址的数据。

说明

关联地址和**轮询读取**功能互斥，使用时只能二选一开启或都不开启。

- **数据上传**：启用该功能时，外部通信设备的数据可上传给VM3D，进行显示或实现相关功能。例如设备管理处显示接收到的数据、还可传递给全局脚本、全局触发的字符串触发、方案自动切换等。未启用时，数据不会上传给VM3D。

说明

无论该参数是否启用，不影响接收事件处接收外部通信设备的数据。

ModBus通信

ModBus通信设备只支持保持寄存器。

- **主从模式**：主站具有访问从站的权限，可以主动向从站发送数据，任何一次数据交换，都由主站发起。从站不能主动向主站发送数据，无论何时，从站都处于接收状态。一般分为主机模式和从站模式，当前VM3D只支持作为主机的模式使用。
- **协议类型**：设置通信数据的代码类型，可选RTU数据或ASCII数据。
- **Int类型**：用于设置整型数据占用的内存大小，可选16bit或32bit。
- **发送顺序**：可设置占内存多于一个字节类型的数据在内存中的存放顺序，可选ABCD、BADC、DCBA、CDAB。例如数据为0x41 0x42 0x43 0x44，则CDAB的数据为0x43 0x44 0x41 0x42。
- **设备地址**：设备的一个标识字段，推荐使用默认值。
- **寄存器地址**：需使用的寄存器起始地址。
- **寄存器个数**：需使用的寄存器个数。从配置的寄存器地址开始计数。
- **超时时间（ms）**：表示该地址进行读写操作时，等待PLC应答的最大时间。超过该时间，返回失

败；在时间段内收到数据，则立即返回。

- **关联地址**：推荐使用该功能。该功能可将此地址会随同关联地址一起与PLC交互从而获取数据。可提高轮询读取效率，减少与PLC交互的次数。关联地址时，建议选择比较接近的地址作为轮询地址，建议相差在20个地址以内。
- **轮询读取**：开启后，VM3D会主动实时从PLC设备获取该地址的数据。

说明

关联地址和**轮询读取**功能互斥，使用时只能二选一开启或都不开启。

- **数据上传**：启用该功能时，外部通信设备的数据可上传给VM3D，进行显示或实现相关功能。例如设备管理处显示接收到的数据、还可传递给全局脚本、全局触发的字符串触发、方案自动切换等。未启用时，数据不会上传给VM3D。

说明

无论该参数是否启用，不影响接收事件处接收外部通信设备的数据。

EtherNet/IP CIP

- **槽号**：标识扩展单元所在的位置，设备自身参数。
- **整型数据类型**：用于设置整型数据占用的内存大小，可选16bit或32bit。
- **标签名称**：设置的变量名称，可自定义修改。
- **超时时间（ms）**：表示该地址进行读写操作时，等待PLC应答的最大时间。超过该时间，返回失败；在时间段内收到数据，则立即返回。
- **轮询读取**：开启后，VM3D会主动实时从PLC设备获取该地址的数据。
- **数据上传**：启用该功能时，外部通信设备的数据可上传给VM3D，进行显示或实现相关功能。例如设备管理处显示接收到的数据、还可传递给全局脚本、全局触发的字符串触发、方案自动切换等。未启用时，数据不会上传给VM3D。

说明

无论该参数是否启用，不影响接收事件处接收外部通信设备的数据。

欧姆龙Fins TCP、欧姆龙Fins UDP

欧姆龙Fins TCP、欧姆龙Fins UDP通信设备只支持数据寄存器。

- **整型数据类型**：用于设置整型数据占用的内存大小，可选16bit或32bit。
- **软元件地址**：需使用的软元件起始地址。
- **软元件点数**：需使用的软元件个数。从配置的软元件地址开始计数。
- **发送顺序**：可设置占内存多于一个字节类型的数据在内存中的存放顺序，可选ABCD、BADC、DCBA、CDAB。例如数据为0x41 0x42 0x43 0x44，则CDAB的数据为0x43 0x44 0x41 0x42。
- **超时时间（ms）**：表示该地址进行读写操作时，等待PLC应答的最大时间。超过该时间，返回失败；在时间段内收到数据，则立即返回。
- **关联地址**：推荐使用该功能。该功能可将此地址会随同关联地址一起与PLC交互从而获取数据。可提高轮询读取效率，减少与PLC交互的次数。关联地址时，建议选择比较接近的地址作为轮询地址，建议相差在20个地址以内。
- **轮询读取**：开启后，VM3D会主动实时从PLC设备获取该地址的数据。

说明

关联地址和**轮询读取**功能互斥，使用时只能二选一开启或都不开启。

- **数据上传**：启用该功能时，外部通信设备的数据可上传给VM3D，进行显示或实现相关功能。例如设备管理处显示接收到的数据、还可传递给全局脚本、全局触发的字符串触发、方案自动切换等。未启用时，数据不会上传给VM3D。

说明

无论该参数是否启用，不影响接收事件处接收外部通信设备的数据。

欧姆龙HostLink

欧姆龙HostLink通信设备只支持数据寄存器。

- **整型数据类型**：用于设置整型数据占用的内存大小，可选16bit或32bit。
- **软元件地址**：需使用的软元件起始地址。
- **软元件点数**：需使用的软元件个数。从配置的软元件地址开始计数。
- **站号**：用于标识PLC通讯站点的标识符，每个PLC都有一个唯一的HostLink站号。一般情况下，HostLink站号的范围是1到32，其中1号站是主站，其他站是从站。
- **PLC单元号**：每个PLC都有一个唯一的单元号，用于标识该PLC在通讯网络中的位置。单元号的范围是0到31，其中0号单元为主单元，其他单元是从单元。
- **上位机单元号**：上位机标识，一般用默认值即可。
- **设备标识符**：设备的一个标识字段，推荐使用默认值。
- **超时时间（ms）**：表示该地址进行读写操作时，等待PLC应答的最大时间。超过该时间，返回失败；在时间段内收到数据，则立即返回。
- **关联地址**：推荐使用该功能。该功能可将此地址会随同关联地址一起与PLC交互从而获取数据。可提高轮询读取效率，减少与PLC交互的次数。关联地址时，建议选择比较接近的地址作为轮询地址，建议相差在20个地址以内。
- **轮询读取**：开启后，VM3D会主动实时从PLC设备获取该地址的数据。

说明

关联地址和**轮询读取**功能互斥，使用时只能二选一开启或都不开启。

- **数据上传**：启用该功能时，外部通信设备的数据可上传给VM3D，进行显示或实现相关功能。例如设备管理处显示接收到的数据、还可传递给全局脚本、全局触发的字符串触发、方案自动切换等。未启用时，数据不会上传给VM3D。

说明

无论该参数是否启用，不影响接收事件处接收外部通信设备的数据。

横河Pclink

- **CPU号**：根据设备自身参数设置CPU模块，CPU1为CPU模块 ,CPU2为附加CPU模块1，CPU3为附加CPU模块2，CPU4为附加CPU模块3。推荐使用默认值。
- **协议类型**：设置通信数据的代码类型，可选RTU数据或ASCII数据。
- **Int类型**：用于设置整型数据占用的内存大小，可选16bit或32bit。
- **软元件类型**：表示寄存器类型，是可通过 CPU 模块直接访问智能功能模块的缓冲存储器的软元件。D代表数据寄存器。

- **寄存器地址**：需使用的寄存器起始地址。
- **寄存器个数**：需使用的寄存器个数。从配置的寄存器地址开始计数。
- **超时时间（ms）**：表示该地址进行读写操作时，等待PLC应答的最大时间。超过该时间，返回失败；在时间段内收到数据，则立即返回。
- **关联地址**：推荐使用该功能。该功能可将此地址会随同关联地址一起与PLC交互从而获取数据。可提高轮询读取效率，减少与PLC交互的次数。关联地址时，建议选择比较接近的地址作为轮询地址，建议相差在20个地址以内。
- **轮询读取**：开启后，VM3D会主动实时从PLC设备获取该地址的数据。

说明

关联地址和**轮询读取**功能互斥，使用时只能二选一开启或都不开启。

- **数据上传**：启用该功能时，外部通信设备的数据可上传给VM3D，进行显示或实现相关功能。例如设备管理处显示接收到的数据、还可传递给全局脚本、全局触发的字符串触发、方案自动切换等。未启用时，数据不会上传给VM3D。

说明

无论该参数是否启用，不影响接收事件处接收外部通信设备的数据。

西门子S7、西门子S7-200Smart

西门子S7、西门子S7-200Smart通信设备只支持数据寄存器。

- **整型数据类型**：用于设置整型数据占用的内存大小，可选16bit或32bit。
- **DB**：数据块（Data Blocks）的简称，是PLC编程中使用的数据存储区。
- **偏移量**：表示数据在DB块中的存储位置。偏移量为整数，表示数据距离DB块起始地址的字节数。
- **字节长度**：可设置从偏移量开始需要操作的字节个数。
- **超时时间（ms）**：表示该地址进行读写操作时，等待PLC应答的最大时间。超过该时间，返回失败；在时间段内收到数据，则立即返回。
- **关联地址**：推荐使用该功能。该功能可将此地址会随同关联地址一起与PLC交互从而获取数据。可提高轮询读取效率，减少与PLC交互的次数。关联地址时，建议选择比较接近的地址作为轮询地址，建议相差在20个地址以内。
- **轮询读取**：开启后，VM3D会主动实时从PLC设备获取该地址的数据。

说明

关联地址和**轮询读取**功能互斥，使用时只能二选一开启或都不开启。

- **数据上传**：启用该功能时，外部通信设备的数据可上传给VM3D，进行显示或实现相关功能。例如设备管理处显示接收到的数据、还可传递给全局脚本、全局触发的字符串触发、方案自动切换等。未启用时，数据不会上传给VM3D。

说明

无论该参数是否启用，不影响接收事件处接收外部通信设备的数据。

5.3.2 配置接收事件

接收事件可对外部设备发送给VM3D数据进行解析配置，使其从一段数据解析成所需要的值。将接收到的

数据或自定义数据重新组装再回复给外部设备，同时还支持作为全局触发中的触发事件执行相关操作。
完成数据解析后，可将接收到的数据或自定义数据重新组装再回复给外部设备，也可作为*全局触发*中的触发事件执行相关操作。
接收事件包括文本-协议解析、文本-协议组装、字节匹配-协议组装和脚本四种方式。
操作方法：

1. 打开*通信管理*并选择*接收事件*。
2. 点击*接收事件列表*右侧的⊞。
3. 根据需求选择**处理方式**和**事件类型**。
4. 点击*创建*即可完成接收事件的添加。
5. （可选）*接收事件列表*处选中事件并右键单击可重命名事件或删除事件。

文本-协议解析

文本-协议解析可将外部设备发送给VM3D的字符串数据根据设置的分隔符和规则进行解析。只有内容与完全符合设置的规则才可解析成功。
相关参数释义如下：

绑定设备

选择该事件接收哪个外部设备发送的字符串数据。仅支持选择设备管理中已添加的设备。若选择的是PLC设备，还需在**绑定地址**处选择具体的寄存器地址。

分隔符

可下拉选择或自定义输入分隔符，将VM3D接收的字符串数据根据设置的分隔符隔开。

字符长度比较

启用该功能后，只有VM3D接收的字符串长度与设置的**字符长度**完全一样，才会进行数据解析，否则不对接收的字符串数据进行解析。

说明

- **字符长度**默认为0，此时解析会失败，需根据需求自行修改。
- 分隔符也代表一个字符。

输出列表

点击⊞可添加一条数据，每条数据需根据需求进行设置。支持添加多条数据。

说明

解析字符串数据时，按照输出列表添加的数据顺序从上往下依次执行解析。其中一条解析失败，说明发送的字符串数据不符合规则，无法解析。

名称

解析后数据的名称，默认为out*，可自定义修改。

类型

可设置此条解析数据的类型，可选int、float和string。

数据结果

显示解析后每条数据的内容。解析失败时，此处不显示或显示上次成功解析的数据。

文本-协议组装

文本-协议组装可理解为在文本-协议解析的基础上，增加单个数据的比较以及组装功能，同时还可以将组装结果回复给外部设备。参数分为*输入配置*和*组装配置*。

输入配置

将外部设备发送给VM3D的字符串数据根据设置的分隔符和规则进行解析。

绑定设备

选择该事件接收哪个外部设备发送的字符串数据。仅支持选择设备管理中已添加的设备。若选择的是PLC设备，还需在**绑定地址**处选择具体的寄存器地址。

分隔符

可下拉选择或自定义输入分隔符，将VM3D接收的字符串数据根据设置的分隔符隔开。

字符长度比较

启用该功能后，只有VM3D接收的字符串长度与设置的**字符长度**完全一样，才会进行数据解析，否则不对接收的字符串数据进行解析。

说明

- **字符长度**默认为0，此时解析会失败，需根据需求自行修改。
- 分隔符也代表一个字符。

解析列表

点击⊞可添加一条数据，每条数据需根据需求进行设置。支持添加多条数据。

说明

解析数据时，按照解析列表添加的数据顺序从上往下依次执行解析。其中一条解析失败，说明发送的字符串数据不符合规则，无法解析。

名称

解析后数据的名称，默认为in*，可自定义修改。

类型

可设置此条解析数据的类型，可选int、float和string。

比较规则配置

可选**不比较**、**！=**（不等于）和**=**。

不比较

按照设置的**类型**解析，无需设置具体比较的内容。

！=

=

需设置具体比较的内容，int或float类型数据需设置数值范围，string类型数据设置具体的字符内容即可。

组装配置

将输入配置解析后的数据组装成新的数据，并设置是否回复给外部设备。

回复给设备

将按照组装列表组装后的数据发送后外部设备。

分隔符

可下拉选择或自定义输入分隔符，将VM3D发送的数据根据设置的分隔符隔开。

组装列表

点击⊞可添加一条数据，每条数据需根据需求进行设置。支持添加多条数据。

说明

组装数据时，按照组装列表添加的数据顺序从上往下依次进行组装。

名称

解析后数据的名称，默认为out*，可自定义修改。

类型

可设置此条解析数据的类型，可选int、float和string。

内容

可从输入配置的解析列表订阅相同类型的数据，也可自定义。

字节匹配-协议组装

字节匹配-协议组装与前面两种接收事件有所差别，是对外部设备发送的16进制字节数据进行解析和组装。该接收事件根据字节位置以及其他规则进行解析。参数分为*解析配置*和*组装配置*。

解析配置

将外部设备发送给VM3D的字节数据根据设置的规则进行解析。
解析数据的判断逻辑为：*判断字节长度是否符合要求 → 判断规则列表中的每条数据是否符合设置的要求 → 根据规则列表每条数据的比较结果，结合规则匹配逻辑判断是否符合要求*。

说明

任何一步解析失败，则整体解析失败。

绑定设备

选择该事件接收哪个外部设备发送的内容。仅支持选择设备管理中已添加的设备。若选择的是PLC设备，还需在**绑定地址**处选择具体的寄存器地址。

字符长度比较

启用该功能后，只有VM3D接收的字符长度与设置的**字符长度**完全一样，才会进行数据解析，否则不对接收的内容进行处理。

说明

- **字符长度**默认为0，此时解析会失败，需根据需求自行修改。
- 分隔符也代表一个字符。

ASCII数据

未开启该功能时，直接对外部设备发送的HEX数据进行解析；开启时，先将ASCII数据转换为HEX数据，再进行解析。

规则匹配逻辑

可选**与**和**或**。设置规则列表解析后的数据时都要满足设置的比较规则（对应**与**）还是满足一条即可（对应**或**）。

规则列表

点击⊞可添加一条数据，每条数据需根据需求进行设置。支持添加多条数据。

名称

解析后数据的名称，默认为in*，可自定义修改。

字节起止位置

选择需解析字节的起始和终止位。第一位为起始位，第二位为终止位。VM3D对选择的起始和终止位间的数据（包含起始和终止位）进行解析。

类型

可设置此条解析数据的类型，可选int、float、string和byte。

顺序

可设置数据解析后的排列顺序，可选ABCD、BADC、DCBA、CDAB。
假设：收到的数据为01 00 64 00 00 00，类型设置为int，字节起止位置为2、5，则需要64 00 00 00进行解析。当顺序选择ABCD时，输出为1677721600；选择DCBA时，输出为100。

说明

类型选择byte时，该参数无效，无需设置。

比较规则配置

可选**不比较**、**！=**（不等于）、**=**、**上升沿**、**下降沿**、**更改为**。

不比较

按照设置的**类型**解析，无需设置具体比较的内容。

！=

=

需设置具体比较的内容，int或float类型数据需设置数值范围，string或byte类型数据设置具体的字符内容即可。

上升沿

类型选择int时，比较规则可使用该选项。表示和上次解析的数据比较，本次由其他值变为1则符合要求。

下降沿

类型选择int时，比较规则可使用该选项。表示和上次解析的数据比较，本次由1变为其他值则符合要求。

更改为

类型选择int时，比较规则可使用该选项。表示和上次解析的数据比较，本次由其他值变

为设置的数值，则符合要求。

组装配置

将输入配置解析后的数据组装成新的数据，并设置是否回复给外部设备。

说明

此处的组装配置与文本-协议组装的组装配置仅新增byte类型数据的组装，其他操作及功能基本一致，具体参见*文本-协议组装*的**组装配置**参数说明，此处不再赘述。

脚本

脚本通过加载的python脚本对外部设备发送的数据解析后输出到组装列表中。
VM3D安装后自带接收事件的脚本示例RecvEventTest.py，可到VM3D安装路径下获取。具体路径为：..\VisionMaster4.3.0\Applications\ModuleProxy\x64。

说明

- 示例脚本仅供参考，可根据需求自行修改或全新开发。
- 此处使用的脚本为通信相关脚本，使用python开发。与VM3D中的全局脚本、脚本模块存在差别，不可混用。

相关参数释义如下：

绑定设备

选择该事件接收哪个外部设备发送的数据。仅支持选择设备管理中已添加的设备。若选择的是PLC设备，还需在**绑定地址**处选择具体的寄存器地址。

回复给设备

将按照组装列表输出的数据结果发送后外部设备。

分隔符

可下拉选择或自定义输入分隔符，将VM3D发送的数据根据设置的分隔符隔开。

载入路径

点击选择接收事件的脚本文件。

组装列表

显示加载脚本后解析的内容。下图为VM3D自带脚本示例解析的内容。

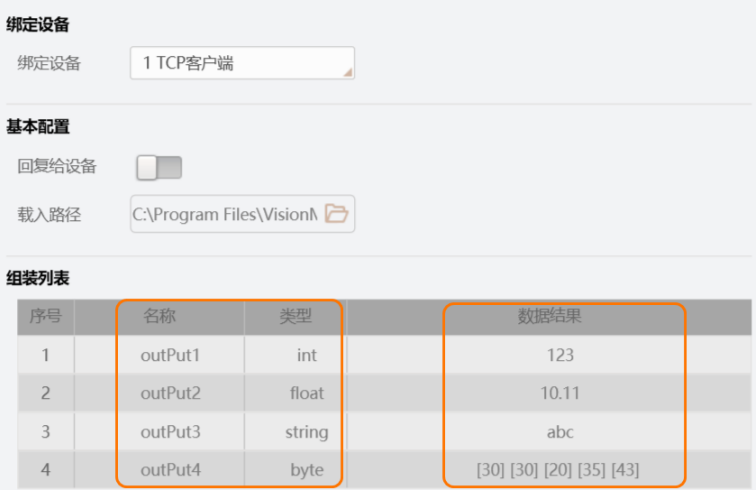


图5-10 示例脚本效果

名称

类型

由 getOutputParam()函数定义，仅支持string、int、float、byte四种类型。

数据结果

由 handleMessage(info)函数处理。

满足要求时，在**数据结果**处显示并上传接收事件；不满足要求时，**数据结果**处不显示且不上传事件。

说明

- handleMessage(info)函数定义默认分隔符为#，故外部设备发送的数据需以#隔开。
- 更多示例脚本相关功能，请查看脚本文件的注释。

5.3.3 配置发送事件

发送事件可将VM3D中固定格式的数据发送给外部设备。其中具体数据格式通过发送事件进行配置。

该事件需搭配*发送数据*模块使用，包括文本-直接输出、文本-组装输出和脚本三种方式。

操作方法：

1. 打开*通信管理*并选择*发送事件*。
2. 点击*发送事件列表*右侧的[+]。
3. 根据需求选择**处理方式**和**事件类型**。
4. 点击*创建*即可完成发送事件的添加。
5. （可选）*发送事件列表*处选中事件并右键单击可重命名事件或删除事件。

说明

发送事件处完成相关参数设置后，需通过发送数据模块进行下图所示的设置，方可将VM3D的数据在流程运行时输出给外部设备。

图5-11 发送数据模块对应设置

文本-直接输出

文本-直接输出不处理发送数据模块提供的数据，仅将**参数列表**添加的参数按照从上到下的顺序组装后输出给外部设备，各数据间使用分隔符隔开。

相关参数释义如下：

绑定设备

选择接收VM3D数据的外部设备，仅支持选择设备管理中已添加的设备。若选择的是PLC设备，还需在**绑定地址**处选择具体的寄存器地址。

分隔符

可下拉选择或自定义输入分隔符，将VM3D发送的数据根据分隔符隔开。

参数列表

点击⊞可添加一条数据，每条数据需根据需求进行设置。支持添加多条数据。

名称

发送数据的名称，默认为in*，可自定义修改。

类型

可设置发送数据的类型，可选int、float和string。

文本-组装输出

文本-组装输出会将发送数据模块提供的数据根据组装列表添加的参数按照从上到下的顺序组装后输出给外部设备，各数据间使用分隔符隔开。参数分为*输入配置*和*组装配置*。

输入配置

将需输出的数据绑定外部设备并创建需输出的参数。

绑定设备

选择接收VM3D数据的外部设备，仅支持选择设备管理中已添加的设备。若选择的是PLC设备，还需在**绑定地址**处选择具体的寄存器地址。

参数列表

点击⊞可添加一条数据，每条数据需根据需求进行设置。支持添加多条数据。

名称

发送数据的名称，默认为in*，可自定义修改。

类型

可设置发送数据的类型，可选int、float和string。

组装配置

设置序输出数据的组装规则以及分隔符。

分隔符

可下拉选择或自定义输入分隔符，将VM3D发送的数据根据分隔符隔开。

组装列表

点击⊞可添加一条数据，每条数据需根据需求进行设置。支持添加多条数据。

类型

可设置发送数据的类型，可选int、float和string。

内容

可订阅输入配置中**参数列表**的参数，也可自定义。

脚本

脚本通过加载的python脚本将VM3D的数据发送给外部设备。
VM3D安装后自带发送事件的脚本示例SendEventTest.py，可到VM3D安装路径下获取。具体路径为：..\VisionMaster4.3.0\Applications\ModuleProxy\x64。

说明

- 示例脚本仅供参考，可根据需求自行修改或全新开发。
- 此处使用的脚本为通信相关脚本，使用python开发。与VM3D中的全局脚本、脚本模块存在差别，不可混用。

相关参数释义如下：

绑定设备

选择该事件接收哪个外部设备发送的数据。仅支持选择设备管理中已添加的设备。若选择的是PLC设备，还需在**绑定地址**处选择具体的寄存器地址。

载入路径

点击选择发送事件的脚本文件。

组装列表

显示加载脚本后解析的内容。下图为VM3D自带脚本示例解析的内容。

图5-12 示例脚本效果

名称

类型

由 getInputParam()函数创建，仅支持string、int、float、byte四种类型。

发送数据模块的输出数据

由 handleMessage(list)函数对多个发送数据组装后输出。

说明

- handleMessage(list)函数定义默认分隔符为#，故发送给外部设备的数据使用#隔开。
- 更多示例脚本相关功能，请查看脚本文件的注释。

5.3.4 配置心跳检测

VM3D与外部设备建立通信后，配置心跳检测可间隔固定时间向外部设备发送配置的内容。支持同时向多

个外部设备发送心跳信号。可通过外部设备能否正常接收信号，判断VM3D与设备间的通信是否存在异常。

前提条件

通信管理的*配置通信设备*处添加至少一个外部通信设备。

说明

若添加的设备为PLC，还需确保完成地址的设置。

操作步骤

1. 点击⊞。
2. **设备**处下拉选择需接收内容的通信设备。

   说明

   - 只能选择未被配置心跳管理的通信设备。
   - PLC设备需选择到具体的地址。若一个PLC设备有多个地址，每个地址均可被选择。

3. **心跳类型**处根据需求选择发送的数据类型，并完成**发送内容**的设置。
   - **心跳类型**选择单数据时，**发送内容**处仅需设置1组数据。
   - **心跳类型**选择多数据时，**发送内容**处需设置2组数据。VM3D会往对应外部设备循环发送这两组数据。
4. **时间间隔**处根据需求设置两次信号发送的间隔时间，默认为1000ms。
5. 开启**启用/关闭**参数后，VM3D即可发送数据给外部通信设备。
6. 重复以上步骤，可添加多个需进行心跳管理的外部通信设备。

结果说明

- **心跳类型**选择单数据时，VM3D每隔一段时间给外部通信设备发送**发送内容**的内容。
- **心跳类型**选择多数据时，VM3D每间隔一段时间给外部通信设备轮询发送**发送内容**的2个内容。

5.3.5 配置响应

配置响应可配置VM3D在发生指定动作时，发送指定信息给对应的通信设备。
指定的动作主要为方案加载、流程控制和相机响应配置。启用对应的参数，并完成相关参数配置即可。

方案加载

启用**方案加载**并完成以下参数的设置后，当方案加载成功时，VM3D会发送指定信息给外部通信设备。

- **通信设备**：选择接收字符串信息的外部通信设备。

  说明

  若选择的通信设备为PLC，需选择到具体的地址。

- **通信超时时间(s)**：可设置方案加载后，延迟多久发送信号给外部通信设备。
- **触发字符**：可自定义方案加载后，输出给外部通信设备的具体内容。

  说明

  PLC和Modbus设备只能接收整型数据。

流程控制

启用**流程控制**并完成以下参数的设置后，当各流程状态发生变化时，VM3D会发送指定信息给外部通信设备。流程状态分为空闲和忙碌两种。

- **通信设备**：选择接收特定信息的外部通信设备。

  说明

  若选择的通信设备为PLC，需选择到具体的地址。

- **分隔符**：可设置发送的信息中自定义内容与流程ID之间的分隔符，可下拉选择，也可自定义设置。
- **空闲时触发/忙碌时触发**：可自定义流程状态变为空闲/忙碌时发送的内容。

  说明

  PLC和Modbus设备只能接收整型数据。

发送给外部通信设备的内容规则为：{配置的内容}{分隔符}{流程ID}。

说明

此处的流程ID可通过流程编辑区域查看，下图中框选处的数值减去9999即可。

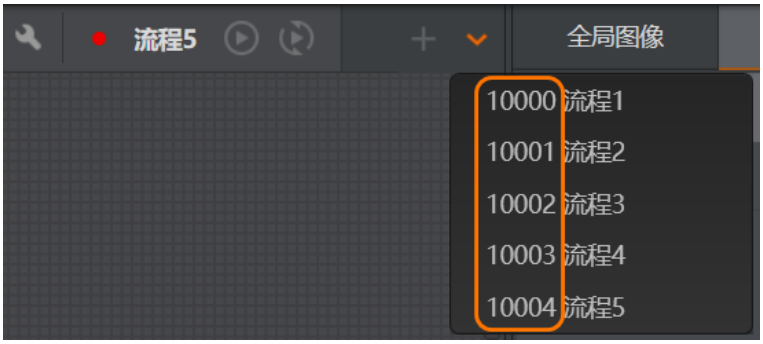


图5-13 流程ID

相机响应配置

启用**相机响应配置**并完成以下参数的设置后，当相机状态发生变化时，VM3D会发送特定信息给外部通信设备。相机状态分为连接和掉线两种。

- **通信设备**：选择接收特定信息的外部通信设备。

  说明

  若选择的通信设备为PLC，需选择到具体的地址。

- **分隔符**：可设置发送的信息中自定义内容与相机ID之间的分隔符，可下拉选择，也可自定义设置。
- **连接时触发/掉线时触发**：可自定义相机状态变为连接/掉线时发送的内容。

  说明

  PLC和Modbus设备只能接收整型数据。

发送给外部通信设备的内容规则为：{配置的内容}{分隔符}{相机ID}。

说明

此处的相机ID可通过相机管理查看，下图中框选处的数值即相机ID。

图5-14 相机ID

5.3.6 通信配置示例

本章节提供2个关于通信管理和全局触发相关的示例。

- 通信示例1：*文本-协议解析*
- 通信示例2：*字节匹配-协议组装*

文本-协议解析的通信示例

示例需求：VM3D接收外部TCP服务端发送的字符串数据，能解析{字符串,整型数据}格式的数据，其他格式数据无法解析。解析成功时，将解析后的整型数据赋值给流程1直线查找模块中的运行参数**边缘阈值**，并触发方案中的流程1运行。

根据以上需求，可提炼的方案要求如下：

- 需要新建1个流程，且流程名称为流程1，流程中至少需包含图像源和直线查找模块。
- 通信管理的设备列表中需创建一个TCP客户端，用于接收外部TCP服务端的数据。
- 通信管理的接收事件需新建一个文本-协议解析的事件，对TCP客户端接收的数据通过接收事件进行数据解析，且只能解析{字符串,整型数据}格式的数据。
- 全局触发需添加一个事件触发，用于触发流程执行，并将整型数据赋能给直线查找模块对应的参数。

操作步骤

1. 新建流程1，涉及的模块和顺序如下图所示。

图5-15 新建流程

2. 通过通信管理的*设备管理*添加设备。
   1) **协议类型**选择TCP客户端。
   2) **目标IP**和**目标端口**填写TCP服务端的IP地址和端口号。
   3) 在设备列表选中TCP客户端并启用。

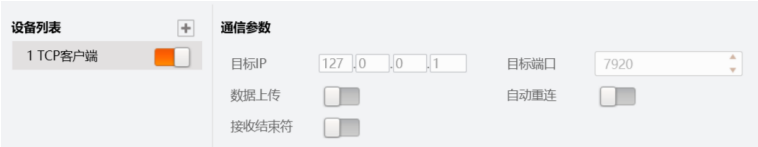


图5-16 通信设备设置

3. 切换到通信管理的*接收事件*，新增文本-协议解析的接收事件。
4. 完成接收事件的相关参数设置。
   1) **绑定设备**选择步骤2中新增的TCP客户端。
   2) 根据需解析的数据格式要求，将**分隔符**设置为“,”。
   3) *输出列表*添加2个参数，第一个参数**类型**选择string，第二个参数**类型**选择int。

图5-17 接收事件设置

5. 进入全局触发页签，添加触发事件并完成相关参数设置。
   1) 在事件触发页面添加一个触发事件。
   2) **触发事件**选择“0 文本-协议解析”。

3) 点击在内容查看页签中将out2的*目标输出*订阅到流程1中直线查找模块的**边缘阈值**参数。参见如下视频。

4) **触发命令类型**选择执行流程。
5) **触发配置**选择流程1。
6) **触发字符**订阅“0 文本-协议解析”中的out1。

图5-18 全局触发设置

示例

完成以上操作后，当TCP服务端发送的数据为“ABC,2”时，接收事件中的out1参数赋值为ABC，out2参数赋值为2，且直线查找模块的边缘阈值参数被赋值为2，流程1自动运行1次。

字节匹配-协议组装的通信示例

示例需求：VM3D接收外部ModBus设备（使用TCP客户端形式通信）发送的4位字节数据，前两位解析为整数型数据，后两位解析为字符类数据。解析成功时，触发方案中所有流程运行。

根据以上需求，可提炼的方案要求如下：

- 需要新建至少1个流程。
- 通信管理的设备列表中需创建一个ModBus通信并新建一个含2个寄存器个数的寄存器地址，用于接收外部ModBus设备的数据。
- 通信管理的接收事件需新建一个字节匹配-协议组装的事件，对ModBus设备发送的数据通过接收事件进行数据解析，且将数据的前两位字节解析为整数型数据，后两位解析为字符类数据。
- 全局触发需添加一个事件触发，用于触发所有流程执行。

操作步骤

1. 完成方案中各流程的搭建。

> 说明
> 该示例对方案流程搭建无要求，可根据需求自行搭建。

2. 通过通信管理的*设备管理*添加设备。
   1) **协议类型**选择ModBus通信。
   2) **通信方式**选择TcpClient。
   3) **目标IP**和**目标端口**填写ModBus设备的IP地址和端口号。
   4) 添加1个寄存器地址，其中**协议类型**选择RTU，**Int类型**选择16bit，**寄存器个数**设置为2。
   5) 在设备列表选中ModBus通信设备并启用。

图5-19 通信设备设置

3. 切换到通信管理的*接收事件*，新增字节匹配-协议组装的接收事件。
4. 完成接收事件中解析配置部分的参数设置。
   1) **绑定设备**选择步骤2中新增的ModBus设备，**绑定地址**选择步骤2中添加的寄存器地址。
   2) **规则匹配逻辑**设置为与。
   3) *规则列表*添加2个参数并完成规则设置。
      - 第一个参数in1：**字节起止位置**设置为0~1，**类型**选择int，**顺序**选择ABCD，**比较规则配置**选择不比较。
      - 第二个参数in2：**字节起止位置**设置为2~3，**类型**选择string，**顺序**选择ABCD，**比较规则配置**选择不比较。

图5-20 接收事件的解析配置

5. 组装配置的组装列表处添加2个参数并完成设置。
   - 第一个参数out1：**类型**选择int，**内容**订阅*规则列表*的in1。
   - 第二个参数out2：**类型**选择string，**内容**订阅*规则列表*的in2。

图5-21 接收事件的组装配置

6. 进入全局触发页签，添加触发事件并完成相关参数设置。
   1) 在事件触发页面添加一个触发事件。
   2) **触发事件**选择“2 字节匹配-协议组装”。
   3) **触发命令类型**选择执行流程。
   4) **触发配置**选择全流程。
   5) **触发字符**订阅“2 字节匹配-协议组装”中的out2。

图5-22 全局触发设置

7. 回到通信管理中的ModBus通信设备，双击打开已创建的寄存器地址，启用**轮询使能**。

示例

完成以上操作后，当ModBus通信发送的16进制数据为“00 5C 41 44”时，接收事件中的out1参数赋值为92，out2参数赋值为AD，所有流程自动执行一次。

第 6 章 方案搭建-流程搭建

流程即“视觉处理流程”，是方案中视觉处理逻辑的集合。流程由不同的视觉功能模块（简称“模块”）按照特定的顺序连接而成。
若单条流程无法解决复杂的视觉处理问题，您可在方案中添加多条流程，并配置方案运行时多条流程的异步执行逻辑加以解决。

6.1 流程配置

“流程”指基于VM3D的算法能力，由一定数量的视觉模块按照指定的逻辑依次执行的视觉应用流程。

说明

更多视觉模块相关详情，请参见*方案搭建-模块配置*。

本节内容包含：

- *添加流程*
- *右键菜单可选操作*

6.1.1 添加流程

方案中默认已创建单个流程（未包含模块）。若单个流程无法满足业务需求，您可按需添加流程。

操作步骤

> 说明
> 最多可创建64个流程。

1. 在流程栏上单击添加流程。

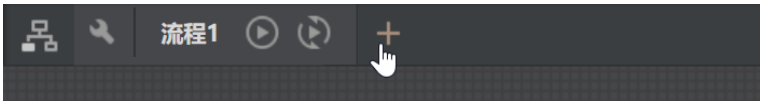


图6-1 添加流程

2. 为流程添加模块。
   - 选项1：右键单击流程编辑区，并从弹出的右键菜单中选择模块（见下图）。

图6-2 右键菜单选择模块

   - 选项2：按需从模块箱中选择模块，并拖入流程编辑区（见如下视频）。

3. 按执行流程对模块进行排序，并建立模块间的连接（具体操作见如下视频）。

> 说明
> - 各模块的前后序模块以及多模块如何搭配使用相关详情，请参见*模块使用参考*中的对应模块章节。
> - 如果在上一步拖入某个模块时与流程编辑区中已有模块垂直对齐，两者之间将自动连接。

4. **可选操作**:进行如下可选操作。

删除连接线	将光标悬浮至模块间的连接线，直至连接线略微增粗显示。此时右键单击连接线，并在弹出菜单单击*删除*。
删除模块	右键单击某个模块或框选多个模块，并在右键菜单选择*删除*。
禁用/启用模块	右键单击某个模块或框选多个模块，并在右键菜单选择*禁用*。模块被禁用后置灰。禁用后在右键菜单选择*启用*重新启用该模块。

复制与粘贴模块

右键单击某个模块或框选多个模块，并在右键菜单选择*复制*。复制后再在需粘贴该模块的区域，右键菜单选择*粘贴*。

复制与粘贴参数

如果存在两个相同模块（例如两个*圆查找*），可将其中一个的参数取值复制粘贴至另一个。

1. 右键单击某个模块，并在右键菜单选择*复制参数*。
2. 右键单击“待复制参数取值”的相同模块，并在右键菜单选择*粘贴参数*。

5. 完成流程中各模块的配置。

> 说明
> 模块配置详情，请参见*模块使用参考*中的对应模块章节。

6. 执行流程。
   - 选项1：单击流程页签上的单次执行流程。
   - 选项2：单击流程页签上的连续执行流程。

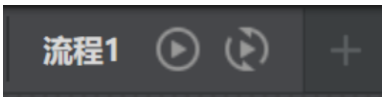


图6-3 流程页签

6.1.2 右键菜单可选操作

可在流程栏上右键单击某个流程，并单击右键菜单上的选项进行其他操作。

图6-4 右键菜单

流程导出

单击右键菜单上的*流程导出*，将该流程（包括该流程的参数设置）以.Prc格式文件保存至指定的本地路径。

流程拷贝

单击右键菜单上的*流程拷贝*，将选中的流程复制为新流程。

删除

单击右键菜单上的*删除*，删除选中的流程。

设置运行间隔

单击右键菜单上的*设置运行间隔*，在弹出窗口上设置流程连续执行时，前后两次执行的间隔时间（单位：ms）。 该设置主要用于定义前后两次执行之间的的“等待时长”（如下图所示）。

说明

- 若流程耗时大于此处设置的间隔，则间隔不生效。
- 若同时设置了此处的*设置运行间隔*和*软件设置*中的**流程延时**，那么具体的流程执行逻辑可分为如下三张图所示的三种情况。

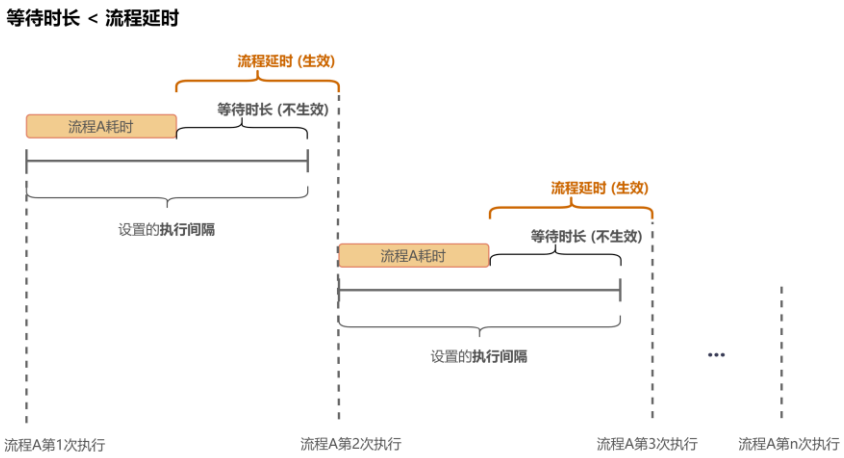


图6-5 等待时小于于流程延时

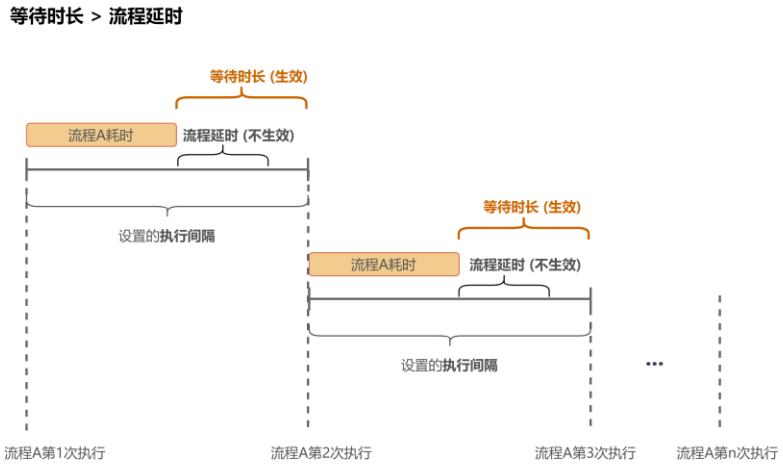


图6-6 等待时长大于流程延时

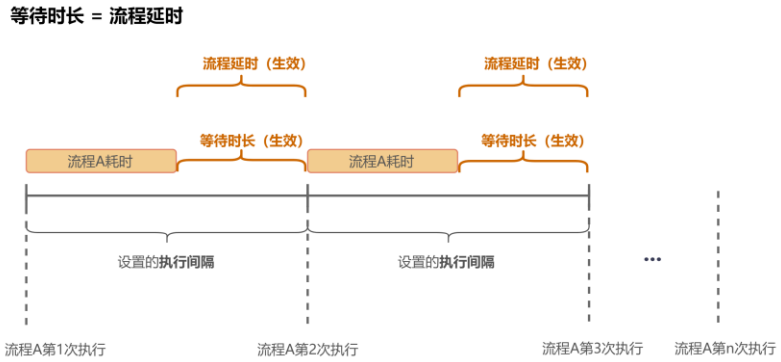


图6-7 等待时长等于流程延时

流程执行NG时停止

将右键菜单上的*流程执行NG时停止*开启后，如果流程中的模块运行状态为NG，则停止执行流程。

重命名

单击右键菜单上的*重命名*，对选中的流程进行重命名。

设置流程超时时间

单击右键菜单上的*设置流程超时时间*，在弹出窗口设置选中流程单次执行的最大时间。如果该流程实际执行时间达到超时时长，该流程中当前正在执行的模块执行完毕后，该流程将停止继续执行并报错。超时时间默认为0，表示不限制流程执行时间

6.2 流程逻辑配置

平台支持配置多个流程的异步执行逻辑。多流程异步执行适用于视觉检测时序复杂的业务场景。

说明

平台也支持通过*数据队列*或*全局变量*设计跨流程的数据交互与执行逻辑。

6.2.1 编排多流程执行逻辑

操作步骤

1. 在流程栏单击显示当前已建立的所有流程、全局相机、以及*数据队列*。
2. 可选操作:添加流程、全局相机或数据队列。

添加流程	选项1：将光标悬浮至左侧的，直至其变为橙色，再将其拖入右侧的编辑区。 选项2：在编辑区任意空白区域右键单击，并在弹出的右键菜单上选择*工具 → 流程*。如果本地路径中已有流程文件，也可在右键菜单上选择*导入流程*，将流程文件导入。
添加数据队列	选项1：将光标悬浮至左侧的，直至其变为橙色，再将其拖入右侧的编辑区。 选项2：在编辑区任意空白区域右键单击，并在弹出的右键菜单上选择*工*

具 → 数据队列。
可双击数据队列对其进行配置，详情参见*数据队列*。

添加全局相机

选项1：将光标悬浮至左侧的，直至其变为橙色，再将其拖入右侧的编辑区。
选项2：在编辑区任意空白区域右键单击，并在弹出的右键菜单上选择*工具 → 全局相机*。
添加全局相机后，可双击对其进行配置，详情参见*配置2D全局相机*。

3. 拖动上述任意实体，按需排布。
4. 建立实体之间连接。

连接方式与单个流程中的模块间连接相同。

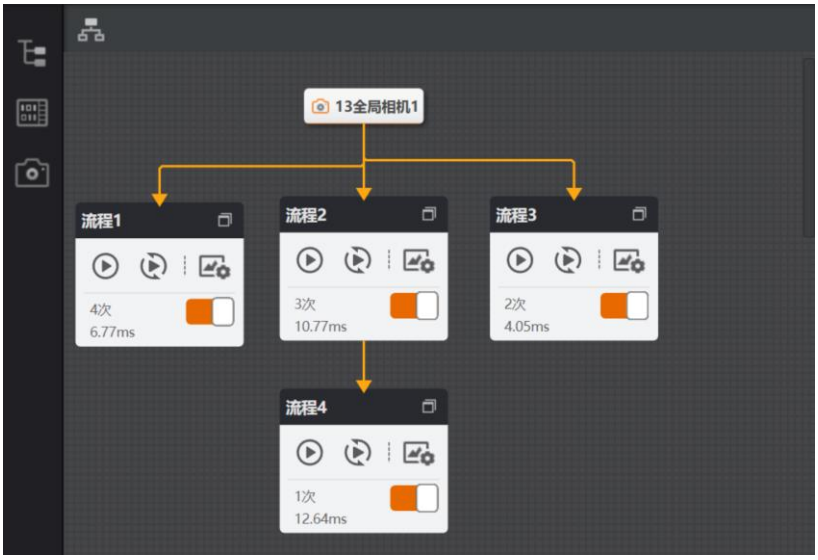


图6-15 多流程连接

5. **可选操作**:执行如下可选操作。

删除连接线

将光标悬浮至实体间的连接线，直至连接线略微增粗显示。此时右键单击连接线，并在弹出菜单上单击*删除*

执行单个流程的右键菜单操作

右键单击某个流程弹出右键菜单，根据右键菜单选项执行流程导出、流程删除、流程拷贝粘贴等操作。详情参见*右键菜单可选操作*。

配置单个流程

单击某个流程上的配置该流程的输入参数、输出参数、运行参数和显示设置。详情参见*配置单流程执行逻辑*。

执行单个流程

单击某流程上的或，分别执行一次或连续执行该流程。

启用/禁用单个流程

将某流程上的开关关闭，禁用该流程。禁用后，多流程异步执行时，该流程不执行，且软触发和硬触发对该流程均不生效；打开开关，重新启用该流程。

返回单流程界面

单击某流程上的，返回对应的单流程界面。

6. 执行多流程。
   - 选项1：单击快捷工具条上的单次执行流程。
   - 选项2：单击快捷工具条上的连续执行流程。

说明

- 当流程间连线不存在全局相机或数据队列时，流程按照连线顺序依次执行。
- 当流程间连线存在全局相机或数据队列时，则每个流程均独立运行。

6.2.2 配置单流程执行逻辑

可配置单个流程的输入参数、输出参数、运行参数以及需在图像显示窗口呈现的数据。
单击某个流程上的打开流程配置窗口，配置上述各类流程参数。

输入设置

在*输入设置*页签选择前序流程输出的参数（可多选），作为当前流程的输入参数，供当前流程中的模块进行订阅。

- 支持的2D数据类型包括int、float、string、byte、pointset、double、IMAGE（图像）、PIXELIMAGE（像素图）、BOX（目标区域）、POINT（点）、LINE（线）、FIXTURE（修正信息）、ANNULUS（圆环）、CONTOURPOINT（轮廓点）、RECT（矩形）、CLASSINFO、POLYGON（多边形）、POSTURE（位姿）、ELLIPSE（椭圆）。
- 支持的3D数据类型请参见*常见3D数据类型*。

图6-16 输入设置

说明

IMAGE或PIXELIMAGE类型的参数如果在此处勾选（如上图所示），则默认为需在图像显示窗口呈现的流程数据。

输出设置

在*输出设置*页签选择当前流程下属模块的输出参数（可多选），作为当前流程的输出参数，输出至后序流程。

- 支持的2D数据类型包括int、float、string、byte、pointset、double、IMAGE（图像）、PIXELIMAGE（像素图）、BOX（目标区域）、POINT（点）、LINE（线）、FIXTURE（修正信息）、ANNULUS（圆环）、CONTOURPOINT（轮廓点）、RECT（矩形）、CLASSINFO、POLYGON（多边形）、POSTURE（位姿）、ELLIPSE（椭圆）。
- 支持的3D数据类型请参见*常见3D数据类型*。

图6-17 输出设置

说明

IMAGE或PIXELIMAGE类型的参数如果在此处勾选（如上图所示），则默认为需在图像显示窗口呈现的流程数据。

运行参数

在*运行参数*页签添加当前流程下属各模块的参数，作为当前流程的运行参数，方便后续快速查看或修改这些参数。详情参见*配置流程运行参数*

显示设置

在*显示设置*页签设置当前流程执行完成后，需在图像显示窗口呈现的数据。

说明

如下图所示，*输入设置*或*输出设置*页签中添加且勾选的类型为IMAGE或PIXELIMAGE的参数，在*显示设置*页签中默认关联，作为需在图像显示窗口呈现的数据。如无需呈现，请前往*输入设置*或*输出设置*页签，不勾选对应参数。

图6-18 显示设置

如下示例展示了运行多流程后，全局图像的显示效果示例。根据该示例中的*显示设置*，全局图像中显示的数据包括**输出图像**、**圆心点**、**轮廓点**、**卡尺检测区**和**显示文本**。

图6-19 显示设置效果示例

6.2.3 配置流程运行参数

您可自定义当前流程的运行参数，方便在后续操作中快速查看或修改这些参数。

前提条件

- 已完成当前流程各模块配置。
- 已进入流程配置窗口（单击多流程中某个流程上的进入）。

操作步骤

1. 在流程配置窗口选择*运行参数*页签。
2. 单击*编辑*打开*配置*窗口。
3. **可选操作**:在如下图所示的下拉列表处，选择参数数据类型（默认为**全部**）。

图6-20 选择数据类型

4. 展开选择列表中的可选项，并单击将对应参数添加至右侧的*已选择参数*列表。

说明

- 首次添加参数时，该参数自动添加至首个分组。首个分组默认名称为“分组0”，可自定义。
- 如需将参数添加至其他分组，可先单击右上角的*添加分组*，再添加参数。最多可添加32个分组。

- 存在多个分组时，需先选中分组，再添加参数。选中的分组显示在橙色矩形框中，如下图所示。

图6-21 配置窗口

5. 可选操作:执行如下可选步骤。

删除分组/参数　　单击⊗删除对应分组或参数。

修改分组/参数排序　　单击↑将对应分组或参数在列表中上移。
单击↓将对应分组或参数在列表中下移。

清空列表　　单击右上角的*清空*，将*已选择参数*列表清空。

修改订阅数据　　单击🔗修改已添加参数订阅的数据（即修改该参数绑定的数据）。

说明

如果修改后，订阅的数据源数量为两个或两个以上（例如*图6-22*所示的情况），那么需在修改后单击*数据同步*列的进行数据同步，使修改生效。

图6-22 从订阅单数据源修改为订阅双数据源

6. 单击*配置*窗口右下角的*确定*，返回*运行参数*页签。

可在该页签内配置所选的运行参数。

图6-23 运行参数页签

第 7 章 方案搭建-模块配置

视觉功能模块（简称“模块”）是视觉处理的最小功能单元。单个模块中通常包含特定的算法处理或逻辑运算逻辑。

- *模块分类*
- *模块使用基础规则*

模块分类

- 按照可处理的图像类型划分，模块分为2D模块和3D模块两大类。顾名思义，2D模块即可处理2D图像数据的模块，3D模块即可处理3D图像数据（深度图、轮廓图和点云）。

注意

搭建流程时，3D模块与2D模块并未限制不能互相连接。例如2D逻辑工具模块中的*脚本*和*条件检测*等模块，也可以用于对3D图像数据进行逻辑处理。

- 按照视觉处理类型划分，模块分为采集、定位、测量、图像处理等类别，此处不再赘述，具体请以实际界面上的划分为准。

除了通过模块分类查找模块，更推荐您通过*模块搜索与筛选*快速查找。

模块使用基础规则

模块调用

单个模块通常无法解决视觉处理问题，将多个模块串行或并行连接成流程之后，才可解决。但特定模块前后并非可连接任意模块。

- A模块前序可连接什么模块，由“前序模块输出的结果数据（即模块结果）与可输入A模块的数据是否匹配”决定。
- A模块后序可连接什么模块，由“A模块输出的结果数据与后序连接模块可输入的数据是否匹配”决定。

说明

- 某个模块前序和后序可连接的其他模块，可参考*模块使用参考*各模块内容中的“前后序模块”相关说明。
- 某个模块输出的结果数据相关详情，请参见*模块使用参考*各子章节的*模块结果*小节。
- 某个模块可输入数据相关详情，请参见各模块配置窗口的*基本参数*页签。

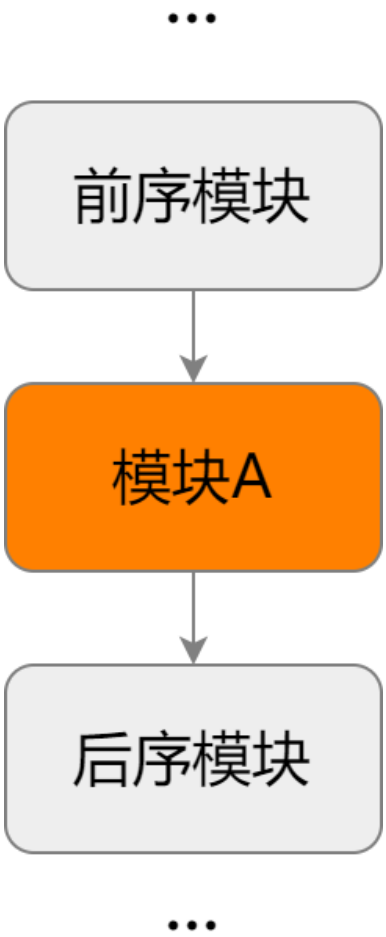


图7-1 前后序模块示意

模块配置

双击已拖入流程编辑区的模块即可打开模块配置窗口。大部分模块的配置窗口都分为*基本参数*、*运行参数*和*结果显示*3个页签。少量涉及特征模型的模块还有模型（模板）配置页签。

- *基本参数*页签用于定义模块的输入数据。具体配置请参见*模块通用配置*
- *运行参数*页签用于定义模块运行时如何处理输入的数据，具体配置请参见*模块使用参考*中各模块内容的*参数配置*。
- *特征模板*页签（或其他类似名称的页签）用于创建匹配模型。具体配置请参见*模块使用参考*相应模块内容中与模板配置相关的内容。
- *结果显示*页签用于定义模块如何将模块输出的结果渲染在图像上。具体配置请参见*模块通用配置*。

7.1 模块搜索与筛选

通过模块箱下方▶▶可展开模块箱目录，并进行模块搜索、筛选等操作。

- 模块搜索：在上方搜索框中输入模块名称或关键字，下方将自动展示所有匹配的模块并展开相关分类。

图7-2 模块搜索

- 条件过滤：单击，可在弹出窗口中选择指定模块呈现在目录中；再次单击选中模块即可取消选中。

图7-3 条件过滤

- 展开/收起目录：单击可展开目录中所有分类下模块，单击收起展开内容。

7.2 模块通用配置

模块作为方案中的重要组成部分，可实现各种视觉检测。
大部分模块主要由基本参数、运行参数和结果显示组成。个别模块有所差别，具体请以实际模块内容为准。
本章节主要对模块中的*基本参数*、*运行参数*和*结果显示*中的通用操作进行介绍。

说明
具体各个模块的用途、使用方法、具体参数参见*模块使用参考*的各子章节。

7.2.1 基本参数

基本参数可订阅图像输入，并对需检测区域进行ROI相关设置。

说明
部分模块无基本参数或需设置的内容有所差别，具体请以模块实际内容为准。本章节仅对基本参数的图像输入和ROI区域进行介绍。

图像输入

图像输入可订阅该模块的图像来源，可通过**输入源**订阅前序模块输出的图像。

ROI区域

ROI区域可设置输入图像的的检测区域。

说明
不同模块ROI区域的设置有所差别，本章节基于轮廓匹配模块的ROI区域参数进行介绍，具体请以模块实际显示参数为准。

输出掩膜

可设置模块是否输出ROI区域的掩膜图像。

ROI区域类型

可设置ROI区域的类型，可选**图形类型**和**图像类型**。

图形类型

自定义设置ROI区域，同时可设置屏蔽区和位置修正。

ROI创建

选择创建ROI的方式，可选**绘制**和**继承**。

绘制

选择**形状**处的图标后在预览图像中进行绘制即可。如何绘制参见*模块检测的ROI*。

继承

可直接从前序模块继承区域或参数，从而构建ROI区域。

继承方式

可选**按区域**继承或**按参数**继承。

按区域

通过**区域**订阅前序模块的图像区域即可。

按参数

通过各个参数订阅前序模块的各个点的X和Y、宽、高、角度等数据即可。

屏蔽区

可将创建的ROI区域中部分区域屏蔽。模块运行时不检测ROI区域中的屏蔽区域。如何绘制参见*模块检测的ROI屏蔽区域*。

位置修正

使用该功能时，需确保前序模块中有位置修正模块。相关功能和原理参见*位置修正*章节。使用该功能时，需完成以下参数的设置。

选择方式

可选择位置修正信息的获取方式，可选**按信息**、**按点**和**按坐标**。无论选择哪种方式，均需订阅相关参数。

图像类型

通过**掩膜图像**直接订阅前序模块的图像作为ROI区域。

7.2.2 运行参数

运行参数可对模块进行视觉检测时的算法参数进行设置，从而达到理想检测效果。

说明

部分模块无运行参数，具体请以模块实际内容为准。

各模块需实现的视觉检测需求不同，故算法参数各有不同。针对各算法参数的功能和使用效果，本章节不详细展开，具体请见*模块使用参考*中对各个模块的详细介绍。本章节仅对运行参数的通用设置方法进行介绍。

运行参数按照操作方式一般分为以下几种类型：

- 下拉选择类的参数：根据实际需求下拉选择合适的选项即可。部分参数选择不同的选项时，会出现一些需要设置的其他参数。
- 启用类的参数：根据实际需求设置是否开启即可。部分参数开启后，会出现一些需要设置的其他参数。
- 设置数值类的参数：此类参数分为两种。
  - 只支持自定义数据：可通过三种方式自行设置数值，参见如下视频。
  - 即支持自定义数据，又支持订阅数据：默认为自定义数据的方式，点击参数最右侧的后可切换为订阅的方式，点击参数文本框右侧的 可订阅前序模块的模块结果。
-

点击模块运行参数的左下角的可将当前设置的参数重置为默认配置。

7.2.3 结果显示

结果显示部分可对模块视觉检测后输出图像上显示哪些结果进行设置。
结果显示分为*结果判断*、*图像显示*和*文本显示*三类。不同模块的结果显示支持设置的参数有所差别，具体请以各模块实际显示的参数为准。本章节仅从通用操作方面进行介绍。

结果判断

结果判断可设置判断模块检测结果为OK或NG的标准。若设置多个判断条件，当所有判断条件均满足时，则模块输出OK；否则，输出NG。
根据实际需求开启需使用的判断条件，同时针对该判断条件设置判断为OK的范围即可，具体操作如下视频所示。

图像显示

图像显示可设置模块输出图像中显示哪些图像相关的信息以及显示的颜色、透明度、粗细等。
点击需显示信息右侧的/即可切换是否在输出图像上显示该图像信息。通过还可对显示信息OK或NG时的颜色、透明度和粗细进行设置，输出图像上的显示效果会实时更新，具体操作如下动画所示。

文本显示

文本显示可对模块输出图像中叠加的文本信息进行设置。
需设置的参数如下：

- **内容**：对应输出图像上显示的文字内容，可自定义设置。
- **OK颜色/NG颜色**：可设置模块输出结果为OK/NG时，显示文字的颜色。
- **字号**：可设置显示文字的大小。
- **透明度**：可设置显示文字的透明度。
- **位置X/位置Y**：对应文字左上角在图像中的坐标点信息，用于设置文字叠加在输出图像中的位置。点击后从前序模块或当前模块的模块结果中订阅即可。

7.2.4 ROI绘制

编辑方案时，大部分模块的基本参数和模型配置中需要绘制ROI进行视觉检测。本章节主要介绍如何绘制ROI。

说明

各模块ROI（此处代表ROI、ROI屏蔽区域以及模型的掩膜区域）支持的形状、可同时添加的个数有所差异，请以软件实际设置情况为准。

编辑方案时，以下三个地方需绘制ROI：

- *模块检测的ROI*
- *模块检测的ROI屏蔽区域*
- *模块中模型配置的掩膜区域*

模块检测的ROI

模块的**ROI创建**选择**绘制**时，需在图像预览窗口自行绘制ROI。支持绘制的ROI形状以及相关操作参见下表。

表7-1 模块检测的ROI介绍

ROI形状	图标	操作方法
全屏		单击后，该模块的检测区域调整为**输入源**处订阅的整副图像。 说明 各模块的ROI默认为全屏。
矩形		单击后，在预览窗口的图像上选中某一点，按住鼠标左键并拖动，即可完成绘制。 选中矩形区域，可调整位置、角度和大小，具体操作如以下视频所示。也可通过单击*ROI参数*，修改**中心点X/Y**、**宽/高**、**角度**参数进行调整。
多边形		单击后，在预览窗口的图像上选中某一点作为多边形的起点，并依次在多边形的其他点处单击，最后一个点双击即可。 选中多边形区域，可调整位置；选中多边形的交点可调整多边形的形状，具体操作如以下视频所示。也可通过单击*ROI参数*，修改**点*(x,y)**参数进行调整。
圆		单击后，在预览窗口的图像上，选中某一点作为圆心，再选一点作为圆周上的点，即可完成绘制。 选中圆区域，可调整位置、大小、内径、外径等，具体操作如以下视频所示。也可通过单击*ROI参数*，修改**圆心点X/Y**、**内径**、**外径**参数进行调整。
扇形		单击后，在预览窗口的图像上，选中某一点作为圆心，再选一点作为圆周上的点，即可完成绘制。 选中扇形区域，可调整位置、大小、内径、外径、起始角度和角度范围等，具体操作如以下视频所示。也可通过单击*ROI参数*，修改**圆心点X/Y**、**内径**、**外径**、**起始角度**、**角度范围**参数进行调整。
阵列圆		单击后，在预览窗口的图像上选中某一点，按住鼠标左键并拖动，即可完成绘制，选中的点为四边形左上角的点。 选中阵列圆区域，可调整位置、矩形大小和角度、圆的大小和形状等，具体操作如以下视频所示。也可通过单击*ROI参数*，修改**横向圆个数M**（只能通过此处调整）、**纵向圆个数N**（只能通过此处调整）、**中心点X/Y**、**宽/高**、**角度**、**外径**参数进行调整。
直线卡尺		预览窗口的图像默认已完成直线卡尺的绘制。 其中各个矩形框为单个卡尺的输入区域。

ROI形状	图标	操作方法
		选中直线卡尺区域，可调整位置，还可调整直线的位置及长度、以及卡尺的大小，具体操作如以下视频所示。也可通过单击*ROI参数*，修改**起点X/Y**、**终点X/Y**、**卡尺数量**（只能通过此处调整）、**卡尺宽/高**参数进行调整。
圆卡尺		单击后，在预览窗口的图像上，选中某一点作为圆卡尺的圆心，再选一点作为圆卡尺的圆周上的点，即可完成绘制。 其中各个矩形框为单个卡尺的输入区域。 选中圆卡尺区域，可调整位置，还可调整圆以及卡尺的大小，具体操作如以下视频所示。也可通过单击*ROI参数*，修改**圆心点X/Y**、**半径**、**卡尺数量**（只能通过此处调整）、**卡尺宽/高**参数进行调整。
圆弧卡尺		单击后，在预览窗口的图像上，分别依次选择两个点作为圆弧的起点和终点，即可完成绘制。 其中各个矩形框为单个卡尺的输入区域。 选中圆弧卡尺区域，可调整位置，还可调整圆弧的半径、起点、终点、方向以及卡尺的大小，具体操作如以下视频所示。也可通过单击*ROI参数*，修改**起点X/Y**、**终点X/Y**、**半径**、**卡尺数量**（只能通过此处调整）、**卡尺宽/高**、**方向**、**圆弧大小**参数进行调整。
双矩形		单击后，在预览窗口的图像上自动完成绘制。 选中双矩形中的每个矩形区域，可分别调整位置，还可调整宽、高以及角度。
四矩形		预览窗口的图像默认已完成直线卡尺的绘制。 选中四矩形中的每个矩形区域，可分别调整位置，还可调整宽、高以及角度。也可通过单击*ROI参数*，修改**中心点X/Y**、**宽/高**、**角度**参数进行调整。
点		单击 后，在预览窗口的图像上选中某个点即可完成绘制。 选中绘制的点，可调整位置。也可通过单击*ROI参数*，修改**点X/Y坐标**参数进行调整。
线		单击 后，在预览窗口依次选择两个点作为线的起点和终点，即可完成绘制。 选中绘制的点，可调整线及起点/终点的位置。也可通过单击*ROI参数*，修改**起点X/Y坐标**、**终点X/Y坐标**参数进行调整。

在预览窗口选中绘制的ROI，右键单击可进行*删除*或*复制*操作。其中复制仅在模块支持绘制多个ROI时，可进行使用，否则不支持。

其次，部分ROI的线条上带箭头，该箭头用于表示ROI的方向。一般卡尺类模块使用时会根据选中区域的方向做检测。

模块检测的ROI屏蔽区域

模块的**ROI类型**选择**图形类型**时，可绘制ROI的屏蔽区域，使检测时屏蔽该区域。

单击∅后，在图像预览窗口进行绘制即可。使用方法与多边形ROI基本一致，此处不再赘述。具体操作如以下视频所示。

模块中模型配置的掩膜区域

模块的模型配置选择图像后，需创建掩膜区域。单击模型配置窗口左上角各类创建掩膜的图标后，需在图像预览窗口自行绘制掩膜区域。

掩膜形状包括扇形（）、扇圆形（）、矩形（）、多边形（）和轨迹（）。

- 掩膜形状使用轨迹时，需依次单击选择轨迹线上的每个点，双击选择的终点即可。选中轨迹区域，可移动位置并调整每个点的位置，操作方式和线大同小异。
- 除轨迹外，其余掩膜形状绘制方法与模块检测的ROI一致，此处不再赘述。

7.3 常见3D数据类型

VM3D中各3D模块输入输出数据的类型，除了int、float、string、double等通用数据类型，还包括平台自定义的数据类型，例如本章节列举的常见3D数据类型。

*配置单流程执行逻辑*的输入/输出时，需要基于3D数据类型进行配置。

表7-2 常见3D数据类型

数据类型	描述	该类型的数据结构例子
POINT3D	3D点	• *3D点集*模块结果中的**点集** • *直线查找-深度图*模块结果中的**起点**和**终点**
PLANE3D	3D平面	*平面检测-深度图*模块结果中的**平面方程**
FIXTURE3D	3D修正信息	*位置修正-深度图*模块结果中的**3D位置修正信息**
PATHPOINT3D	3D路径点	*路径生成*模块结果中的**路径*点集**
PARACOE	抛物线方程	*特征定位-轮廓图*模块结果中的**抛物线方程**
MATRIX3	3×3矩阵	*TIFF转深度图*模块结果中的**RGB相机内参矩阵**
LINE3D	3D直线	*直线查找-深度图*模块结果中的**输出直线**
RANGEATTRIBUTE	深度图属性	*单点跳动-深度图*模块结果中的**深度图属性**
MATRIX4	4×4矩阵	*坐标系构建-深度图*模块结果中的**3D 变换矩阵**
ARRAY5	大小为5的数组	*3D图像源*模块结果中的**Depth相机畸变系数**
RGBDINNERPARAM	RGB-D相机内参	*TIFF转深度图*模块结果中的**RBGD相机**
POINTCLOUD	点云	*CAD转点云*模块结果中的**输出点云数据**
PCDEXTINF	点云扩展信息	*CAD转点云*模块结果中的**输出拓展信息**
BOX3D	3D包围盒	*CAD转点云*模块结果中的**输出坐标范围**

7.4 常用3D模块导览

本章节罗列了部分常用3D模块的使用详情链接和简介。

说明

全部模块的介绍，请参见*模块使用参考*。

3D采集

表7-3 3D采集

模块	描述
3D图像源	用于配置方案的3D图像来源。
3D相机参数设置	用于设置3D相机的参数。
3D输出图像	配置特定图像源的图像数据存储方式。

3D定位

表7-4 3D定位

模块	描述
尺度匹配-深度图	用于将目标与模型进行匹配，并输出3D位姿变换矩阵。
平面检测-深度图	用于针对单个或多个ROI区域内的平面平整度的检测。

3D图像处理

表7-5 3D图像处理

模块	描述
灰度变换-深度图	用于将16位深度图转换为8位深度图。
二值化-深度图	用于深度图转化为二值图。
插值填充-深度图	用于提高或降低深度图的X/Y分辨率。
间隙填充-深度图	用于填充深度图数据中的无效点。
转点云-深度图	用于将轮廓仪、RGB-D深度图转换为三维点云，输出转换后的点云图。
截取-深度图	用于将测量区域裁剪出来作为一幅新的深度图。
转换-深度图	用于对深度图进行翻转、平移、转置等处理。
滤波-深度图	用于对深度图进行降噪处理。
法向量滤除-深度图	用于滤除法向量与Z轴夹角过大的杂点。
掩膜滤波-深度图	用于将亮度图和RGBD深度图中需要掩膜的地方设置为无效值

模块	描述
杂点过滤-深度图	用于去除深度图中的杂点区域。
基准矫正-深度图	用于修正检测目标相较于模型的偏移。
高度抽取-深度图	用于对深度图进行抽取。
坐标系构建-深度图	用于构建出用于位置修正、基准矫正的3D位姿变换矩阵信息。
轮廓截取-深度图	用于根据路径点截取一段轮廓。
ROI转掩膜	用于将输入的深度图制作为一张“ROI区域内为1，ROI之外为0”的二值图。
RGBD等间距转换-深度图	用于将RGB-D深度图转换为轮廓仪深度图。

3D测量

表7-6 3D测量

模块	描述
点点测量-深度图	用于测量点到点的直线距离。
点面测量	用于测量点到面的垂直距离。
面面测量-深度图	用于测量两平面之间的夹角。
索引-深度图	可基于深度图像素或物理2D坐标获取对应的3D坐标。
点面统计-深度图	用于统计测量区域内所有点到平面距离的相关数据。
统计测量-深度图	用于输出ROI范围内的质心点、极值点、分位值点等关键有效信息。

3D逻辑工具

表7-7 3D逻辑工具

模块	描述
3D点集	用于存放*统计测量-深度图*模块的点数据，运行之后输出每个点的数据。
数据统计	用于统计模块耗时的最大值、最小值及均值，还可输出折线图。

第 8 章 方案搭建-全局逻辑配置

全局逻辑指在方案范围内全局生效的逻辑定义，包括全局相机、全局脚本、全局触发、全局变量和数据队列。

- *全局相机*
- *全局脚本*
- *全局触发*
- *全局变量*
- *数据队列*

8.1 全局相机

全局相机对应相机管理中全局相机的功能，如何添加全局相机请参考*添加相机*章节，完成相机添加后对全局相机参数进行配置请参考*配置2D全局相机*章节。

8.2 全局变量

全局变量是在方案总所有函数外部定义的变量，可以被运行界面、各模块的输入输出参数和算法参数、*发送数据*模块等等订阅。全局变量可以自定义变量名称、类型和当前值。全局变量是覆盖更新机制，当新数据传输进来时，旧数据就会被覆盖。

操作步骤

1. 通过工具栏中的进入全局变量配置界面。

图8-1 全局变量界面

2. 点击*添加变量*新增。
3. 设置每个变量的相关参数，主要为**名称**、**注释**、**类型**、**当前值**、**输入来源**、**目标输出**和**初始化**等。

名称

可自定义全局变量的名称。

注释

可对全局变量增加相关注释，可不填。

类型

可选int、float和string类型。

当前值

可读取当前全局变量的值。也可自定义输入，设置后全局变量当前值变为自定义数值。

输入来源

显示模块结果订阅全局变量的情况，可将某个模块结果作为全局变量的输入源。需通具体流程的*模块结果*进行设置。

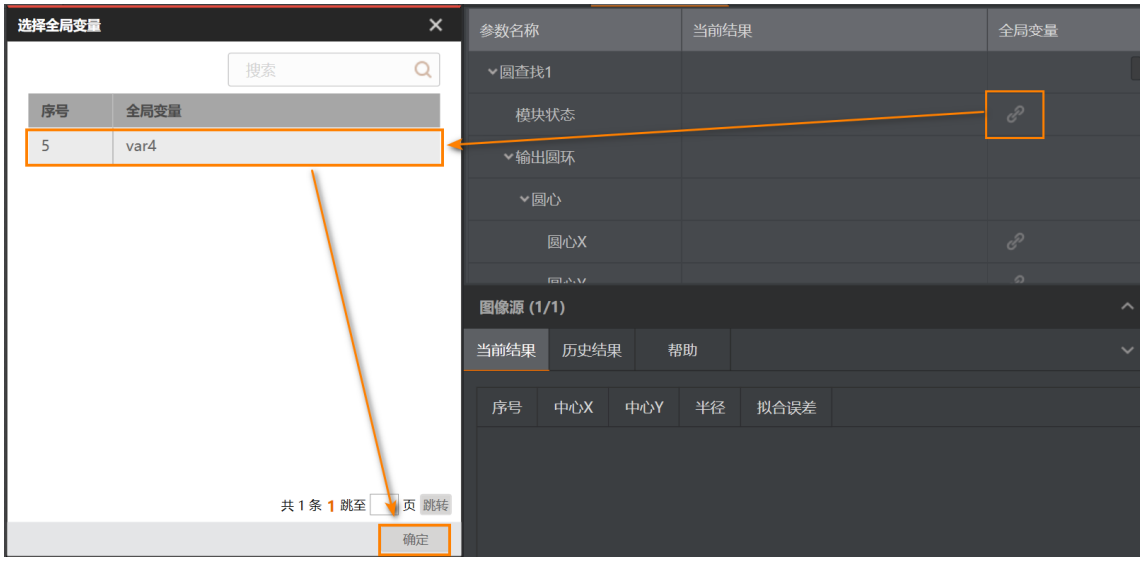


图8-2 模块结果订阅全局变量

目标输出

可将全局变量复制给绑定的目标参数，可勾选多个。

初始化

启用后，可通过发送固定格式的字符串（前缀：变量名称=数值），实现对全局变量初始值的设置。

说明

- 若初始化单个变量（如变量var0），可发送SetGlobalValue:var0=0将该变量值设为0。
- 若初始化多个变量（如变量var0和var1），可发送SetGlobalValue:var0=123,var1=12.25将该变量值分别设为123和12.25，即多个变量之间需要用逗号隔开。

4. 重复步骤2和步骤3可添加多个全局变量。
5. **可选操作**:全局变量窗口还可进行如下相关操作：
   - *导入/导出*：可通过gvar格式文件导入或导出全局变量信息。

     说明

     导出变量时，**输入来源**和**目标输出**订阅的信息无法导出，只能导出其他信息。

   - *搜索*：当全局变量较多时，可快速搜索。
   - *置顶/上移/下移*：可对变量的顺序位置进行上下调整。
   - *保存变量*：在打开的方案中，若修改了全局变量。可通过*保存变量*可将修改后的变量保存到方案中，无需重新保存方案。

说明

全局变量添加后实时生效。

后续处理

添加全局变量后，可在方案中订阅全局变量进行数据传递。

8.3 全局触发

通过快捷工具条中的进入全局触发界面，可选择事件触发或字符串触发，通过触发事件或字符串来执行相应操作，如切换方案、执行流程、执行模块、执行模块。

- *事件触发*
- *字符串触发*

事件触发

事件触发根据配置的触发事件满足所设定的条件后，能够响应切换方案、执行流程、执行模块、执行模块动作等命令，实现对操作的准确控制。事件触发的具体配置方式如下图所示。

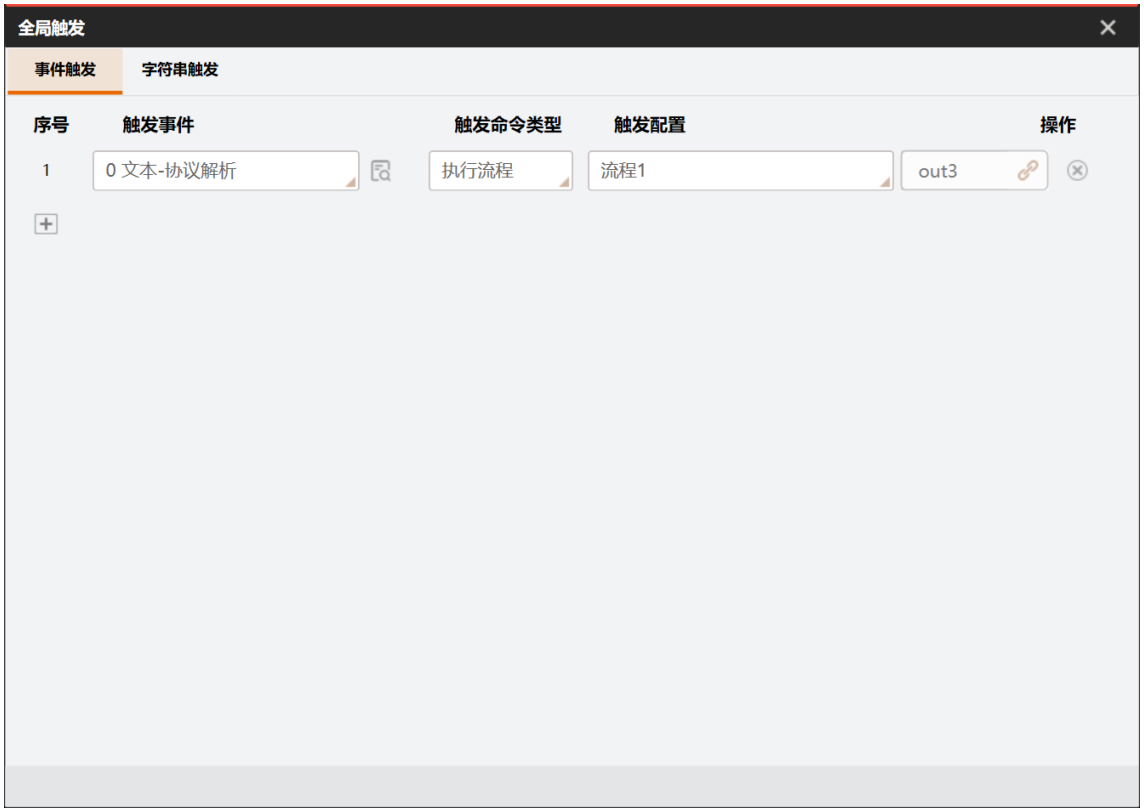


图8-3 事件触发

1. 单击新建触发。
2. 设置触发事件，触发事件的具体配置可参考*文本-协议解析的通信示例*章节。
3. 单击对触发事件的参数进行绑定。
   - **目标输出**需绑定到流程模块的运行参数，当事件触发时，会将该参数值赋值到所绑定的运行参

数；

- **设置输入**需绑定到流程模块的输入参数，当事件触发流程运行时，该参数值会作为所绑定的输入参数值。

图8-4 配置触发事件参数

4. 选择**触发命令类型**，包括如下4种。
   - 切换方案：切换到指定路径下的方案。
   - 执行流程：触发流程运行。
   - 执行模块：单独执行订阅模块。
   - 执行模块动作：支持N点标定模块的清空标定点动作等。
5. 根据选择的命令类型完成对应的**触发配置**。
   - 触发命令类型选择*切换方案*时，需选择指定方案路径并设置密码。
   - 触发命令类型选择*执行流程*时，需要选择流程ID并订阅触发字符。
   - 触发命令类型选择*执行模块*时，需要订阅执行的模块。
   - 触发命令类型选择*执行模块动作*时，需要订阅执行的模块并配置触发动作，目前仅支持N点标定的清空标定点操作。

字符串触发

字符串触发通过设置触发字符能够响应切换方案、执行流程、执行模块、执行模块动作等命令。字符串触发的具体配置方式如下图所示。

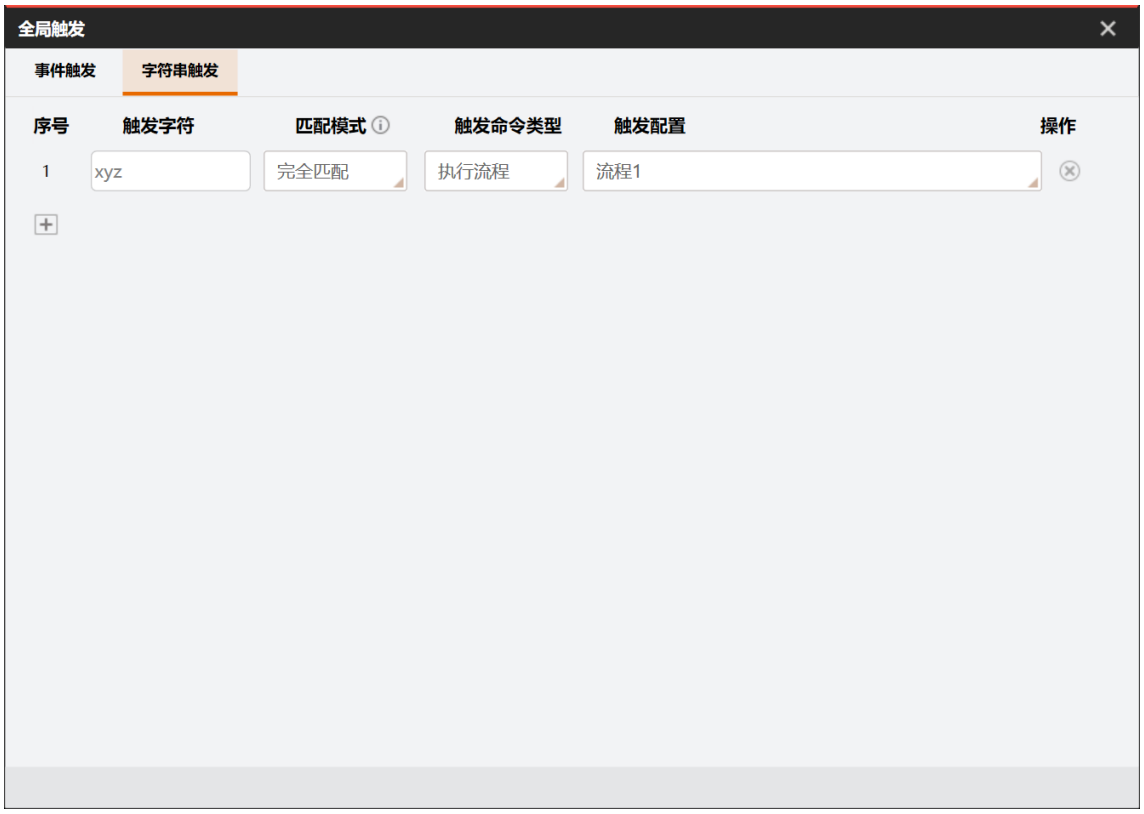


图8-5 字符串触发

1. 单击新建触发。
2. 设置**触发字符**和**匹配模式**来触发流程或模块动作。**匹配模式**可选择完全匹配、部分匹配和不匹配。
   - 完全匹配：设置触发字符'A'后，仅收到字符'A'时才会完成触发动作。
   - 部分匹配：设置触发字符'A'后，发送的字符或字符串包含字符'A'即可。
   - 不匹配：设置不匹配字符后，收到任何的数据均会触发，不进行匹配校验。
3. 选择**触发命令类型**，包括如下4种。
   - 切换方案：切换到指定路径下的方案。
   - 执行流程：触发流程运行。
   - 执行模块：单独执行订阅模块。
   - 执行模块动作：支持N点标定模块的清空标定点动作等。
4. 根据选择的命令类型完成对应的**触发配置**。
   - 触发命令类型选择*切换方案*时，需选择指定方案路径并设置密码。
   - 触发命令类型选择*执行流程*时，需要选择流程ID并订阅触发字符。
   - 触发命令类型选择*执行模块*时，需要订阅执行的模块。
   - 触发命令类型选择*执行模块动作*时，需要订阅执行的模块并配置触发动作，目前仅支持N点标定的清空标定点操作。

8.4 全局脚本

全局脚本为方案的全局资源，可控制方案下的其他资源，包括流程、通信数据、模块参数等 。您可调用全局脚本自身的开放接口和SDK接口，自行开发代码逻辑，快速实现多流程执行控制、通信数据收发、模块参数设置等业务需求。

本节内容包含：

- *界面概览*
- *使用限制*
- *使用方法*
- *应用示例*
- *与脚本的区别*

界面概览

在VM3D主界面的快捷工具条单击 即可打开*全局脚本*窗口。

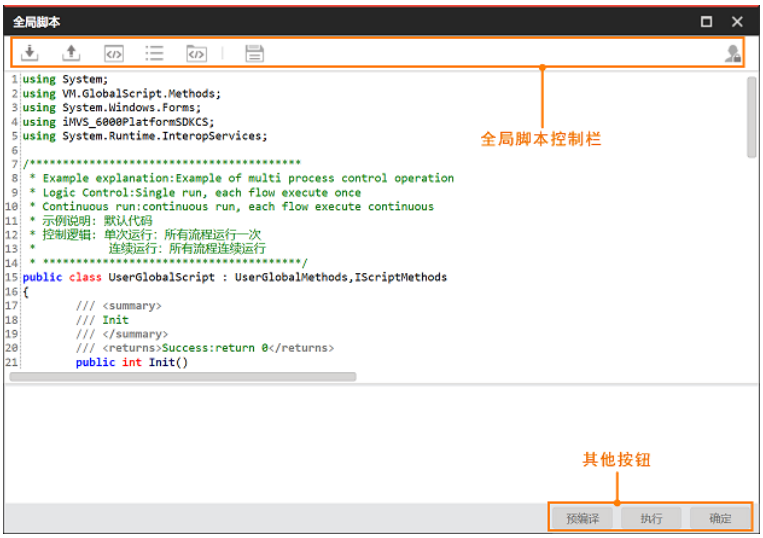


图8-6 全局脚本窗口

该窗口顶部控制栏的图标介绍如下：

表8-1 全局脚本控制栏

图标	描述
	导入之前保存至本地的脚本文件（格式：.CS）。
	将当前的脚本文件导出至本地计算机。
	打开全局脚本的示例程序。
	打开全局脚本的工程目录，可*使用Visual Studio进行调试*。
	打开*引用程序集*窗口。可在该窗口添加或删除引用程序集，详情见*程序集添加*。
	保存当前的全局脚本。
	设置密码并确认后，即启用全局脚本加密。 如果启用加密，打开*全局脚本*窗口前，必需先进行密码验证。

该窗口其他按钮的说明如下：

表8-2 其他按钮

按钮	描述
预编译	预编译全局脚本程序。单击该按钮即调用*Init*方法。

按钮	描述
执行	执行流程。单击该按钮即调用*Process方法*。
确定	保存修改后的脚本代码并退出*全局脚本*窗口。

使用限制

- 全局脚本仅支持使用标准C#语言（Windows版本）开发。
- 全局脚本无法控制硬触发、通信触发和全局触发。
- 单流程执行按钮（无论是主界面的还是运行界面的）无法触发全局脚本执行。

图8-7 主界面的单流程执行

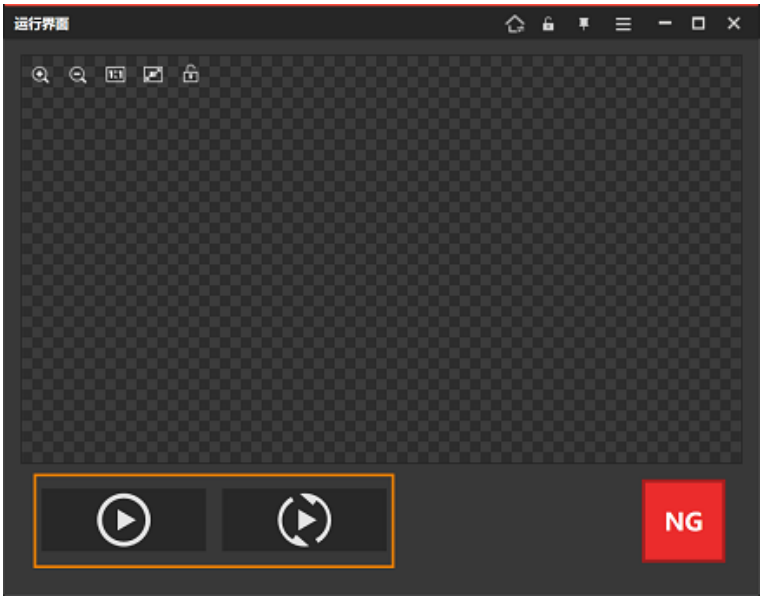


图8-8 运行界面的单流程执行

使用方法

可调用*全局脚本自身的开放接口*自定义代码逻辑。其中的核心接口为*Init*和*Process*。

- 可在Init中实现变量初始化和句柄创建等初始化逻辑，相关工作会在加载方案时完成。
- 可在Process中实现变量计算和逻辑处理等具体的功能。具体的功能在多流程执行时执行。

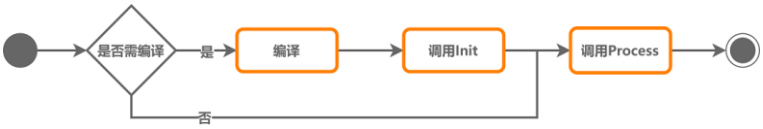


图8-9 Init与Process方法的执行顺序

说明

- 全局脚本中除了支持调用其自身的开放接口，也支持*调用SDK的接口*自定义脚本逻辑。两者可混搭调

用。

- 全局脚本还支持调用C#程序集和非托管库，详情参见*第三方库调用方法*。

应用示例

除了全局脚本示例程序，您还可参考如下内容，了解如何为特定方案开发全局脚本。

- *应用示例：流程控制*
- *应用示例：设置模块参数*

与脚本的区别

全局脚本与*脚本*的区别在于：

区别	全局脚本	脚本
流程的控制范围	可定义方案中多个流程的执行逻辑	*脚本*只能作为流程模块在方案中的某个流程中调用，定义该流程的执行逻辑
SDK能力调用	支持	不支持

8.4.1 VS调试

可使用Visual Studio（以下简称为VS）调试全局脚本代码，确保其能正常运行。

前提条件

- 已安装2013版或更新版本的Visual Studio。
- 已关闭vServerApp.exe进程。

操作步骤

1. 单击 打开*全局脚本*窗口，并单击 打开工程目录。

图8-10 全局脚本工程目录

2. 使用VS将工程目录中的的全局脚本程序（.sln文件）打开。
3. 将全局脚本程序附加到主进程的exe文件。
   1) 在VS菜单栏选择*调试* → *附加到进程*打开*附加到进程*窗口。
   2) 在该窗口的可用进程选项中，选中主进程的exe文件，并单击该窗口右下方的*附加*。
4. 在打开的VS工程中，设置断点。单击VM3D快捷工具条的 单次执行流程，同时查看VS中是否运行进入断点。

说明

如需继续调试，需在VS中重新选择附加到进程。请勿直接点击启动。

8.4.2 全局脚本开放接口

全局脚本自身提供开放接口，方便您通过几行代码快速实现多流程控制和通信控制。

全局脚本接口概览

表8-3 全局脚本接口

实现类型	方法	描述
初始化	*Init*	初始化全局脚本。
流程逻辑处理	*Process*	定义方案下所有流程的批量执行逻辑。
	SetScriptContinuousExecuteInterval	设置Process方法连续运行的时间间隔。
	GetScriptContinuousExecuteInterval	获取Process方法连续运行的时间间隔。
释放资源	*Dispose*	释放不再需要的资源。
方案加载完成时初始化	*InitAfterLoadSol*	方案加载完成后进行初始化，实现方案加载完成所需的相关功能。
获取/设置全局变量	*GetGlobalVariableIntValue*	获取int型全局变量。
	SetGlobalVariableIntValue	设置int型全局变量。
	GetGlobalVariableFloatValue	获取float型全局变量。
	SetGlobalVariableFloatValue	设置float型全局变量。
	GetGlobalVariableStringValue	获取string型全局变量。
	SetGlobalVariableStringValue	设置string型全局变量。
通信接收事件	*StartGlobalCommunicate*	初始化全局脚本与第三方通信设备之间的通信端口。
	RegesiterReceiveCommunicateDataEvent	注册通信数据接收事件。注册后，VM3D收到来自第三方通信设备的数据时，将触发“通信数据接收事件”。
	UnRegesiterReceiveCommunicateDataEvent	注销通信数据接收事件。注销后，VM3D收到来自第三方通信设备的数据时，不再触发“通信数据接收事件”。
	OnReceiveCommunicateDataEvent	“通信数据接收事件”的回调函数。
发送通信数据	*SendCommDeviceData*	指定某个通信设备，使其发送特定类型的数据。
调试	*ConsoleWrite*	将调试信息打印至*DebugView*中。

Init

接口原型

```
public int Init(){}
```

描述

初始化全局脚本。可在此方法中实现初始化相关操作 。该方法在加载方案或预编译全局脚本时执行。

Process

接口原型

public int Process(){}

描述

定义方案下所有流程的批量执行逻辑。具体示例见..\Applications\GlobalScript\Samples\CH\3.x路径下的*全局脚本_单流程执行*和*全局脚本_多流程控制执行*。

使用限制

以下触发场景或需求，无法通过调用Process方法实现流程控制。

- 硬触发（硬件触发方案）
- 通信触发方案
- 全局触发
- 在主界面或运行界面控制单流程的执行

运行逻辑

该方法在VM3D主界面快捷工具条上的全流程执行按钮被点击后调用。

图8-11 全流程执行按钮

被调用后，该方法的具体运行逻辑如下：

- 场景1：
  单击 则调用一次该方法。在全局脚本的默认代码中，定义在Process中的DefaultExecuteProcess()会被调用，控制方案中的所有流程执行一次。
- 场景2：
  单击 则按特定时间间隔重复调用该方法。
  重复调用该方法的时间间隔，需通过调用*SetScriptContinuousExecuteInterval*方法进行配置。

> 说明
>
> 在场景2中，仅在Process方法第一次调用时，方案的全部流程会被连续执行。具体的逻辑见*图8-12*。

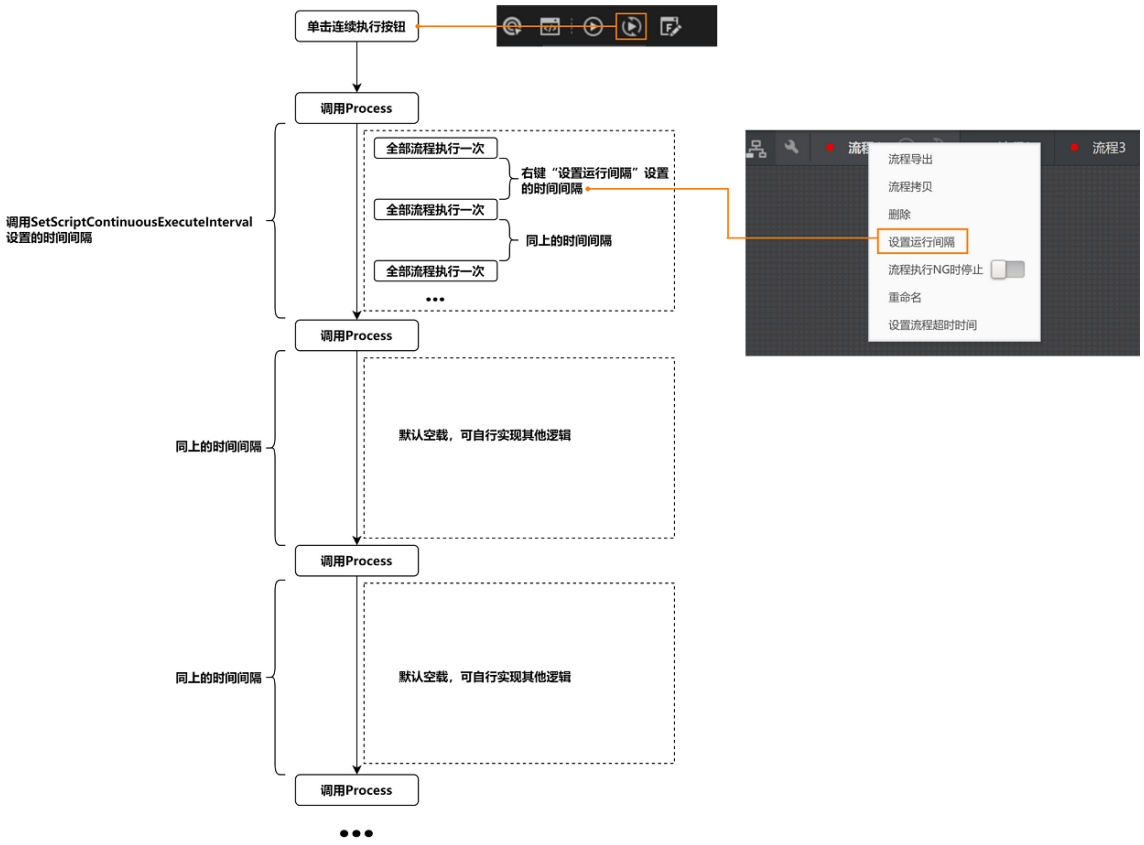


图8-12 场景2中Process执行逻辑

SetScriptContinuousExecuteInterval

接口原型

void SetScriptContinuousExecuteInterval (uint nMilliSecond);

描述

设置Process方法连续运行的时间间隔 。具体示例见..\Applications\GlobalScript\Samples\CH\3.x路径下的*全局脚本_多流程控制执行*

输入参数

nMilliSecond：uint 类型，时间间隔（单位：ms）

返回值

无

调用示例

SetScriptContinuousExecuteInterval(1000);

GetScriptContinuousExecuteInterval

接口原型

uint GetScriptContinuousExecuteInterval();

描述

获取Process方法连续运行的时间间隔。

返回值

如调用成功，则返回时间间隔值。
如调用失败，则返回 -1。

调用示例

```
uint x = GetScriptContinuousExecuteInterval();
```

Dispose

接口原型

```
public override void Dispose(){}
```

调用时机

关闭程序或重新编译时。

描述

释放不再需要的资源。例如，释放Init中创建的句柄。

InitAfterLoadSol

接口原型

```
public override int InitAfterLoadSol(){}
```

描述

方案加载完成后进行初始化，实现方案加载完成所需的相关功能。例如，可在此方法中发送方案加载完成的信号。

GetGlobalVariableIntValue

接口原型

```
Int GetGlobalVariableIntValue(string paramName, ref int paramValue)
```

描述

获取int型全局变量的值 。具体示例见..*Applications**GlobalScript**Samples**CH**3.x*路径下的*全局脚本_全局变量设置*。

输入参数

paramName：string类型，变量名称。

输出参数

paramValue：int类型，变量值。

返回值

0：调用成功
非 0返回值：调用失败。建议根据错误码信息排查失败原因。

SetGlobalVariableIntValue

接口原型

```
Int SetGlobalVariableIntValue (string paramName, int paramValue)
```

描述

设置int型全局变量的值。具体示例见..\Applications\GlobalScript\Samples\CH\3.x路径下的*全局脚本_全局变量设置*。

输入参数

paramName：string类型，变量名称

输出参数

paramValue：int类型，变量值

返回值

0：调用成功

非 0返回值：调用失败。建议根据错误码信息排查失败原因

GetGlobalVariableFloatValue

接口原型

Int GetGlobalVariableFloatValue(string paramName, ref float paramValue)

描述

获取float型全局变量的值。具体示例见..\Applications\GlobalScript\Samples\CH\3.x路径下的*全局脚本_全局变量设置*。

输入参数

paramName：string类型，变量名称

输出参数

paramValue：float类型，变量值

返回值

0：调用成功

非 0返回值：调用失败。建议根据错误码信息排查失败原因

SetGlobalVariableFloatValue

接口原型

Int SetGlobalVariableFloatValue (string paramName, float paramValue)

描述

设置float型全局变量值。具体示例见..\Applications\GlobalScript\Samples\CH\3.x路径下的*全局脚本_全局变量设置*。

输入参数

paramName：string类型，变量名称

输出参数

paramValue：float类型，变量值

返回值

0：调用成功

非 0返回值：调用失败。建议根据错误码信息排查失败原因

GetGlobalVariableStringValue

接口原型

Int GetGlobalVariableStringValue (string paramName, ref string paramValue)

描述

获取string型全局变量。具体示例见..*Applications**GlobalScript**Samples**CH**3.x*路径下的*全局脚本_全局变量设置*。

输入参数

paramName：string类型，变量名称

输出参数

paramValue：string类型，变量值

返回值

0：调用成功
非 0返回值：调用失败。建议根据错误码信息排查失败原因

SetGlobalVariableStringValue

接口原型

Int SetGlobalVariableStrignValue (string paramName, string paramValue)

描述

设置string型全局变量。具体示例见..*Applications**GlobalScript**Samples**CH**3.x*路径下的*全局脚本_全局变量设置*。

输入参数

paramName：string类型，变量名称

输出参数

paramValue：string类型，变量值

返回值

0：调用成功
非 0返回值：调用失败。建议根据错误码信息排查失败原因

StartGlobalCommunicate

接口原型

bool StartGlobalCommunicate ()

描述

初始化全局脚本与第三方通信设备的通信端口。

调用前提

已在*通信管理*功能模块中添加第三方通信设备。

返回值

true：调用成功
false：调用失败

相关接口

RegesiterReceiveCommunicateDataEvent

RegesiterReceiveCommunicateDataEvent

接口原型

Void RegesiterReceiveCommunicateDataEvent()

调用时机

调用StartGlobalCommunicate方法后。

描述

注册通信数据接收事件。注册后，VM3D收到来自第三方通信设备的通信数据时，将触发OnReceiveCommunicateDataEvent回调函数。具体示例见*..\Applications\GlobalScript\Samples\CH\4.x*路径下的*全局脚本_通信接收*。

返回值

无

相关接口

UnRegesiterReceiveCommunicateDataEvent

UnRegesiterReceiveCommunicateDataEvent

接口原型

Void UnRegesiterReceiveCommunicateDataEvent ()

描述

注销通信数据接收事件。注销后，VM3D收到来自第三方通信设备的通信数据时，不再触发OnReceiveCommunicateDataEvent回调函数。

返回值

无

OnReceiveCommunicateDataEvent

回调函数原型

void UserGlobalMethods_OnReceiveCommunicateDataEvent(ReceiveDataInfo dataInfo)

描述

通信数据接收事件。该事件包含的参数说明见下表。

参数

可通过该回调函数获取的数据结构体为 dataInfo（类型： ReceiveDataInfo）。该结构体包含如下数据：

communicateType

： CommunicateType型，通信设备类型，包括TCP客户端、TCP服务端、UDP、串口、Modbus和PLC。

DeviceID

全局通信模块中通信设备索引下标，类型为 int

DeviceAddressID

PLC或者Modbus设备子地址索引下标，类型为 int

DeviceData

接收到的数据，类型为 byte[]数组

SendCommDeviceData

可在全局脚本中调用如下方法，指定某个通信设备发送特定类型的数据。

表8-4 具体方法

接口原型	说明
SendCommDeviceData(string data,int deviceID)	指定某个第三方通信设备发送string类型的数据。 ● 输入参数： ○ data：string类型，待发送的数据。 ○ deviceID：int类型，*通信管理*中所添加的第三方通信设备的设备ID。设备ID 的示例见下文的*图8-13*。 ● 返回值：无
SendCommDeviceData(byte[] bytedata,int deviceID)	指定某个第三方通信设备发送十六进制数据。 ● 输入参数： ○ bytedata：byte[]，待发送的十六进制数组。 ○ deviceID：int类型，*通信管理*中所添加的第三方通信设备的设备ID。设备ID 的示例见下文的*图8-13*。 ● 返回值：无
SendCommDeviceData(string data,int deviceID,int addressID,DataType dataType)	指定某个第三方通信设备发送int、float或string类型的数据。 ● 输入参数： ○ data：string类型，待发送的的数据，如需发送多个数据，请用“;”隔开。 ○ deviceID：int类型，*通信管理*中所添加的第三方通信设备的设备ID。设备ID 的示例见下文的*图8-13*。 ○ addressID：int类型，*通信管理*中所添加的第三方通信设备的地址ID，即设备子地址。地址ID的示例见下文的*图8-13*。 ○ dataType：DataType类型，数据类型（包括int、float和string）。 ● ● 返回值：无
SendCommDeviceData(byte[] bytedata,int deviceID,int addressID,DataType.ByteType)	指定某个第三方通信设备发送十六进制数据。 ● 输入参数： ○ bytedata：byte[]，待发送的十六进制数据。 ○ deviceID：int类型，*通信管理*中所添加的第三方通信设备的设备ID。设备ID 的示例见下文的*图8-13*。 ○ addressID：int类型，*通信管理*中所添加的第三方通信设备的

接口原型	说明
	地址ID，即设备子地址。地址ID的示例见下文的*图8-13*。 ● 返回值：无

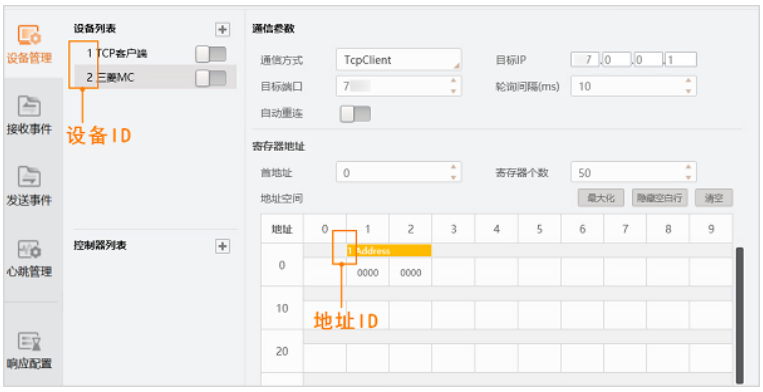


图8-13 设备ID与地址ID示例

上图的示例中，TCP客户端和三菱MC的设备ID分别为1和2，三菱MC的地址ID为1。

ConsoleWrite

接口原型

void ConsoleWrite(string content)

描述

将信息打印至DebugView中。

输入参数

Content：string类型，待打印的内容

返回值

无

8.4.3 SDK调用

可通过全局脚本调用VM3D算法开发平台SDK的接口，实现获取模块运行参数、回调算法底层运行数据、控制方案流程等功能。

本主题内容包含：

- *SDK回调*
- *SDK接口调用*

SDK回调

全局脚本默认在部分事件发生时触发SDK回调，获取对应的回调数据。

以下示例展示了模块输出结果数据和流程工作状态变化时触发的回调。

```
        /// <summary>
        /// SDK callback function
```

```
        /// </summary>
        public override void ResultDataCallBack(IntPtr outputPlatformInfo, IntPtr puser)
        {
            base.ResultDataCallBack(outputPlatformInfo, puser);
            ImvsSdkPFDefine.IMVS_PF_OUTPUT_PLATFORM_INFO struInfo =
(ImvsSdkPFDefine.IMVS_PF_OUTPUT_PLATFORM_INFO)Marshal.PtrToStructure(outputPlatformInfo,
typeof(ImvsSdkPFDefine.IMVS_PF_OUTPUT_PLATFORM_INFO));
            switch (struInfo.nInfoType)
            {
                //Get module result
                //获取模块结果数据
                case
(uint)ImvsSdkPFDefine.IMVS_CTRLC_OUTPUT_PlATFORM_INFO_TYPE.IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_
PLATFORM_INFO_MODULE_RESULT:
                    {
                        ImvsSdkPFDefine.IMVS_PF_MODULE_RESULT_INFO_LIST_P resultInfo =
(ImvsSdkPFDefine.IMVS_PF_MODULE_RESULT_INFO_LIST_P)Marshal.PtrToStructure(struInfo.pData,
typeof(ImvsSdkPFDefine.IMVS_PF_MODULE_RESULT_INFO_LIST_P));
                        break;
                    }
                ///Get process execute state
                //获取流程运行状态
                case
(uint)ImvsSdkPFDefine.IMVS_CTRLC_OUTPUT_PlATFORM_INFO_TYPE.IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_
PLATFORM_INFO_WORK_STATE:
                    {
                        ImvsSdkPFDefine.IMVS_PF_MODULE_WORK_STAUS stWorkStatus =
(ImvsSdkPFDefine.IMVS_PF_MODULE_WORK_STAUS)Marshal.PtrToStructure(struInfo.pData,
typeof(ImvsSdkPFDefine.IMVS_PF_MODULE_WORK_STAUS));
                        break;
                    }
                default:
                    break;
            }
        }
```

可触发回调的事件和对应的回调数据类型，具体见下表。

表8-5 事件与回调数据类型

事件	回调数据类型
模块输出结果	IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_PLATFORM_INFO_MODULE_RESULT = 0
单个流程连续执行开始	IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_PLATFORM_INFO_START_CONTINUOUSLY = 1
单个流程停止执行（的状态信息）	IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_PLATFORM_INFO_STOP = 2
流程工作状态变化	IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_PLATFORM_INFO_WORK_STATE = 3

事件	回调数据类型
模块心跳异常	IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_PLATFORM_INFO_HB_MODU = 4
服务心跳异常	IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_PLATFORM_INFO_HB_SERVER = 5
平台界面心跳异常	IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_PLATFORM_INFO_HB_CLIENT = 6
加密狗异常	IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_PLATFORM_INFO_DONGLE = 7
方案加载UI层文件	IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_PLATFORM_INFO_SOLUTION_LOAD_INTERFACE_FILE = 8
方案保存完成	IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_PIATFORM_INFO_SOLUTION_SAVE_END = 9
方案加载完成	IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_PIATFORM_INFO_SOLUTION_LOAD_END = 10
模块进程（单进程）心跳异常	IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_PLATFORM_INFO_HB_SP_PROXY = 11
全局脚本异常	IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_PLATFORM_INFO_GLOBALSCRIPT_CRASH = 12
方案加载时模块报错	IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_PLATFORM_INFO_LOAD_MODULE_WARN = 13
流程导出完成	IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_PLATFORM_INFO_EXPORT_PROCESS_END = 14
流程导入完成	IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_PLATFORM_INFO_IMPORT_PROCESS_END = 15
流程注册取消	IMVS_ENUM_CTRLC_OUTPUT_PLATFORM_INFO_PROCEDURE_UNREGISTER = 16

SDK接口调用

除可自动触发回调，全局脚本也支持调用VM3D算法开发平台SDK的接口。SDK接口详情请参见*VM3D算法开发平台SDK开发指南*。

8.4.4 程序集添加

全局脚本默认已添加VM3D二次开发需要的基础类库。如需调用其他类库的程序集，可自行添加。如果程

序集无需再调用，可自行删除。

操作步骤

> 说明
> 仅支持添加C#程序集。如需调用非托管库（如C++库），请参见*第三方库调用方法*。

1. 在*全局脚本*窗口单击 打开*引用程序集*窗口。

图8-14 引用程序集窗口

> 说明
> VM3D二次开发基础类库（如上图所示）的调用方法，请参见*算法开发平台SDK开发指南*。

2. 单击*添加*，选择本地路径添加所需的程序集。

示例

如需添加4.x版本新增模块的类库的程序集，可从如下路径添加：*..\Development\V4.x\ComControls\Assembly*。

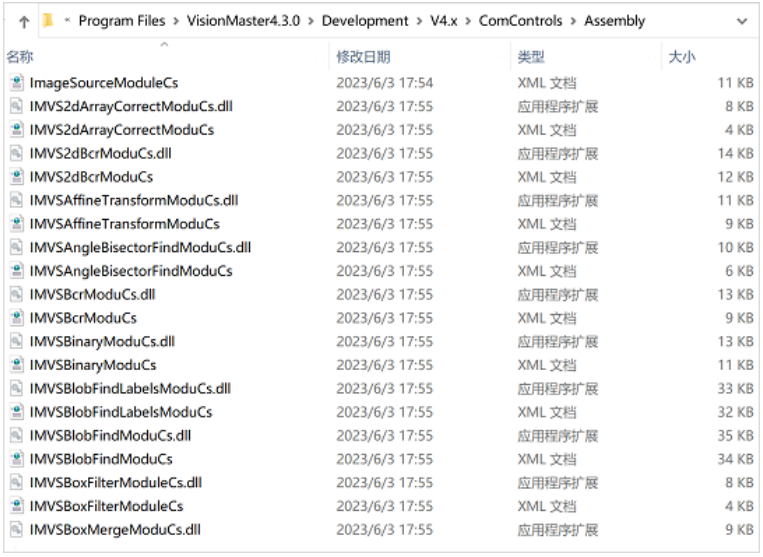


图8-15 4.x版本模块类库的程序集

3. **可选操作**:单击 将对应的程序集从全局脚本中删除。
4. 单击*确定*。

8.4.5 第三方库调用方法

全局脚本支持调用第三方库。可调用非托管库，也可直接引用C#库。

调用非托管库

由于全局脚本为标准的C#程序，所以全局脚本无法直接调用C/C++动态库，而是需要通过导出C接口的方式让C#调用。以下为调用C++动态库时的声明示例，声明中需引用 System.Runtime.InteropServices程序集）。

```
 using System.Runtime.InteropServices;
class UserScript:ScriptMethods,IProcessMethods
{
    [DllImport("ShellRTestAPI.dll", EntryPoint = "fnShellRTestAPI_GetValue")]
    public static extern int fnShellRTestAPI_GetValue();
    [DllImport("ShellRTestAPI.dll", EntryPoint = "fnShellRTestAPI_Add")]
    public static extern int fnShellRTestAPI_Add(int nValueFirst, int nValueSecond);
    public void Init()
    {   processCount = 0;}
    public bool Process()
    {   int nTemp = fnShellRTestAPI_Add(111, 888);
        SetIntValue("var1_Output", nTemp);
        return true;}
}
```

直接引用C#库

第三方C#库可在全局脚本中直接引用，具体操作步骤参见*程序集添加*。

8.4.6 应用示例：流程控制

本章节以简易业务场景为例，介绍如何通过全局脚本模块定义多个流程的执行逻辑。
本节内容包含：

- *方案需求*
- *方案思路*
- *方案搭建*
- *方案效果测试*

方案需求

假设针对某视觉业务场景的方案中原本已搭建了3个流程，分别为流程1、流程2和流程3。随着业务的发展，现需要实现如下多流程控制需求：流程1和流程2都执行1次（不分先后）之后，触发流程3自动执行1次。
由于VM3D支持执行单个流程和批量执行方案下所有流程，该需求可进一步拆分为2个子需求：

表8-6 子需求

子需求	描述
子需求1	流程1和流程2分别执行1次（不分先后）之后，触发流程3自动执行1次。

子需求	描述
子需求2	流程1、流程2和流程3批量执行1次后，触发流程3自动执行1次。

方案思路

方案中多个流程的执行逻辑，可通过全局脚本实现。
具体的实现途径见下图。

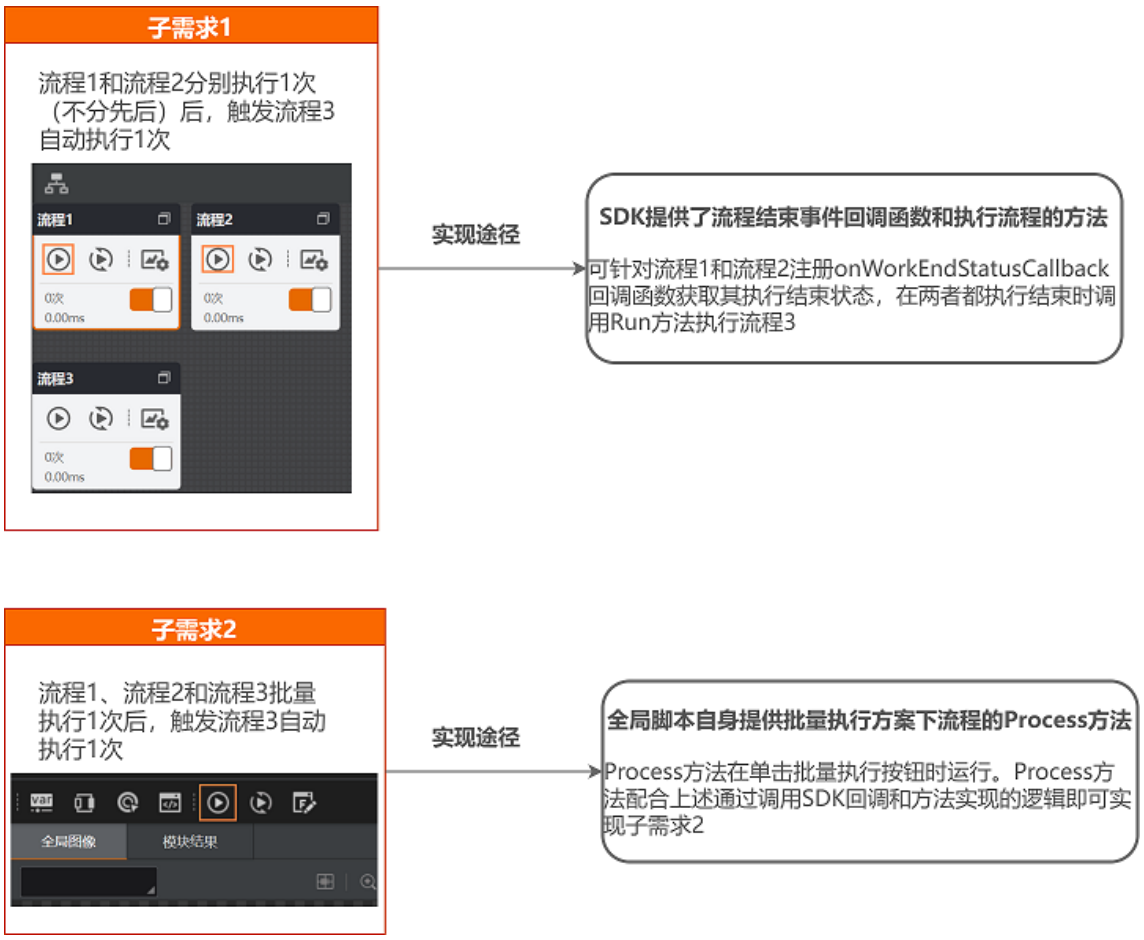


图8-16 实现途径

方案搭建

基于上述思路，需自行开发全局脚本的代码逻辑实现多流程控制的需求。

前提条件

已在方案中的搭建3个流程。

说明

本节仅就全局脚本中涉及的核心接口调用做简要介绍。其中SDK的类、方法和属性的详情，请参见VM3D的SDK开发指南（.NET）。

操作步骤

1. 单击快捷工具条上的打开*全局脚本*窗口，准备开始C#编程。
2. 调用全局脚本的*Init*方法，在该方法中声明流程1、流程2和流程3的句柄，实现全局脚本的初始化。
3. 调用全局脚本的*InitAfterLoadSol*方法，实现在方案加载结束时对流程1、流程2和流程3进行初始化。
4. 在*InitAfterLoadSol*方法中，为流程1和流程2注册.NET SDK的 OnWorkEndStatusCallBack回调函数。该回调函数用于在流程执行结束时触发“流程执行结束”事件。
5. 调用.NET SDK的 OnWorkEndStatusCallBack(object sender, EventArgs e)方法获取流程1和流程2执行结束事件的数据，并在该方法中实现多流程执行逻辑。
   1) 自行定义流程1和流程2执行结束状态的变量，并自行实现流程执行状态的判断逻辑（即流程1和流程2都执行1次后再执行1次流程3）。
   2) 调用.NET SDK的 Run方法，异步执行1次流程3。

   示例代码如下：

```
    private void Pro1_OnWorkEndStatusCallBack(object sender, EventArgs e)
    {
        if (e != null)
        {
            ValueEventArgs eventArgs = (ValueEventArgs)e;
            ImvsSdkDefine.IMVS_MODULE_WORK_STAUS status =
(ImvsSdkDefine.IMVS_MODULE_WORK_STAUS)eventArgs.Value;
            //流程1执行完成
            if (status.nProcessID == 10000)
            {
                pro1RunEnd = true;
            }
            else if (status.nProcessID == 10001)
            {
                pro2RunEnd = true;
            }
            else if (status.nProcessID == 10002)
```

```
            {
                pro1RunEnd = false;
                pro2RunEnd = false;
            }
            if (pro1RunEnd && pro2RunEnd)
            {
                //异步执行一次
                pro3.Run("", false);
            }
        }
    }
```

说明

以上示例中的 nProcessID为SDK中定义“流程ID”的属性，属于 ModuleResult.ModulInfo结构体。“流程ID”可从软件界面的如下路径获取：

图8-17 流程ID获取

6. 调用全局脚本的*Dispose*方法，释放流程1和流程2的执行结束事件回调所占用的资源。

   至此，已实现“子需求1”。

7. 调用全局脚本的*Process*方法，实现方案下所有流程在单击批量执行按钮时同时执行1次。

   该方法的逻辑与上述步骤实现逻辑共同生效，即实现“子需求2”。

示例

上述步骤的完整示例代码如下：

```
 using System;
using VM.GlobalScript.Methods;
using System.Windows.Forms;
using iMVS_6000PlatformSDKCS;
using System.Runtime.InteropServices;
using VM.Core;
```

```
using VM.PlatformSDKCS;
using ImageSourceModuleCs;
using IMVSCircleFindModuCs;
using VMControls.Interface;
using System.Drawing;
using System.Drawing.Imaging;
using System.Threading.Tasks;
/****************************************
 * Example explanation:Example of multi process control operation
 * Logic Control:Single run, each flow execute once
 * Continuous run:continuous run, each flow execute continuous
 * 示例说明: 默认代码
 * 控制逻辑: 单次运行：所有流程运行一次
 *              连续运行：所有流程连续运行
 * ****************************************/
public class UserGlobalScript : UserGlobalMethods, IScriptMethods
{
    /// <summary>
    /// Init
    /// </summary>
    /// <returns>Success:return 0</returns>
    public int Init()
    {
        //SDK init
        int ret = InitSDK();
        //InitAfterLoadSol();
        if(pro1==null)
        {pro1 = (VmProcedure)VmSolution.Instance["流程1"];}
        if(pro2==null)
        {pro2 = (VmProcedure)VmSolution.Instance["流程2"];}
        if (pro3 == null)
        { pro3 = (VmProcedure)VmSolution.Instance["流程3"]; }
        return ret;
    }

    private VmProcedure pro1 = null;
    private VmProcedure pro2 = null;
    private VmProcedure pro3 = null;
    private bool pro1RunEnd = false;
    private bool pro2RunEnd = false;

    //加载方案完成触发动作
    public override int InitAfterLoadSol()
    {
        if(pro1==null)
        {pro1 = (VmProcedure)VmSolution.Instance["流程1"];}
        if (pro1 != null)
        {
            pro1.OnWorkEndStatusCallBack += Pro1_OnWorkEndStatusCallBack;
        }
```

```
            if (pro2 == null)
            { pro2 = (VmProcedure)VmSolution.Instance["流程2"]; }
            if (pro2 != null)
            {
                pro2.OnWorkEndStatusCallBack += Pro1_OnWorkEndStatusCallBack;
            }
            if (pro3 == null)
            { pro3 = (VmProcedure)VmSolution.Instance["流程3"]; }
            return 0;
        }

        private void Pro1_OnWorkEndStatusCallBack(object sender, EventArgs e)
        {
            if (e != null)
            {
                ValueEventArgs eventArgs = (ValueEventArgs)e;
                ImvsSdkDefine.IMVS_MODULE_WORK_STAUS status =
(ImvsSdkDefine.IMVS_MODULE_WORK_STAUS)eventArgs.Value;
                //流程1执行完成
                if (status.nProcessID == 10000)
                {
                    pro1RunEnd = true;
                }
                else if (status.nProcessID == 10001)
                {
                    pro2RunEnd = true;
                }
                else if (status.nProcessID == 10002)
                {
                    pro1RunEnd = false;
                    pro2RunEnd = false;
                }
                if (pro1RunEnd && pro2RunEnd)
                {
                    //异步执行一次
                    pro3.Run("", false);
                }
            }
        }

        public override void Dispose()
        {
            base.Dispose();
            if (pro1 != null)
            {
                pro1.OnWorkEndStatusCallBack -= Pro1_OnWorkEndStatusCallBack;
            }
            if (pro2 != null)
            {
                pro2.OnWorkEndStatusCallBack -= Pro1_OnWorkEndStatusCallBack;
            }
```

```
    }

    /// <summary>
    /// execute function
    /// Single run:the function execute once
    /// Continuous run:Repeat the function at regular intervals
    /// 运行函数
    /// 单次执行:该函数执行一次
    /// 连续执行:以一定时间间隔重复执行该函数
    /// </summary>
    /// <returns>Success:return 0</returns>
    public int Process()
    {
        //m_operateHandle SDK handle
        if (m_operateHandle == IntPtr.Zero)
        { return ImvsSdkPFDefine.IMVS_EC_NULL_PTR; }

        //All processes are executed by default
        //If execute in your own define logic,please remove the function :DefaultExecuteProcess,
Create your own logic function.
        //默认执行全部流程，
        //如果自定义流程执行逻辑，请移除DefaultExecuteProcess方法，编写自定义流程执行逻辑代
码
        int nRet = DefaultExecuteProcess();
        return nRet;
    }
}
```

方案效果测试

完成该方案的搭建后，可在VM3D软件上测试方案效果。

- *测试场景1*：先执行1次流程1，再执行1次流程2。
  测试结果：触发流程3执行1次（见如下动图）。

图8-18 测试场景1

- *测试场景2*：先执行1次流程2，再执行1次流程1。
  测试结果：触发流程3执行1次（见如下动图）。

图8-19 测试场景2

- *测试场景3*：批量同时执行各流程1次
  测试结果：流程3在和流程1和流程2同时执行1次的基础上，由于流程1和流程2都执行结束，又被触发执行1次。因此最终流程3在该场景总共执行了2次（见如下动图）。

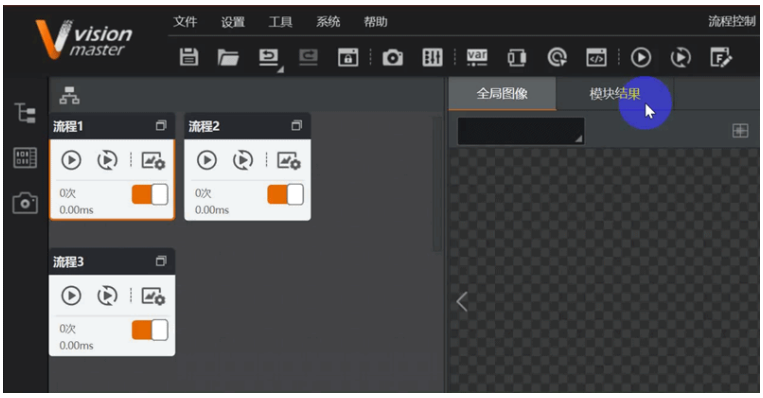


图8-20 测试场景3

8.4.7 应用示例：设置模块参数

本章节以简易场景为例，介绍如何通过全局脚本模块实现模块参数的自动设置。
本节内容包含：

- *方案需求*
- *方案思路*
- *方案搭建*
  - *搭建流程*
  - *自定义全局脚本*
- *方案效果测试*

方案需求

假设某视觉业务场景需实现如下需求：

表8-8 方案需求

需求	描述
需求1	方案中包含2个流程：流程1和流程2，其中流程1中包含*快速匹配*模块。
需求2	2个流程批量同时执行时，自动将流程1中*快速匹配*模块的**最大匹配个数**设置为*10*。
需求3	2个流程批量同时执行时，获取流程1中*快速匹配*模块结果中的**匹配个数**和**匹配点**。

方案思路

基于上述业务需求，方案搭建的思路框架如下：

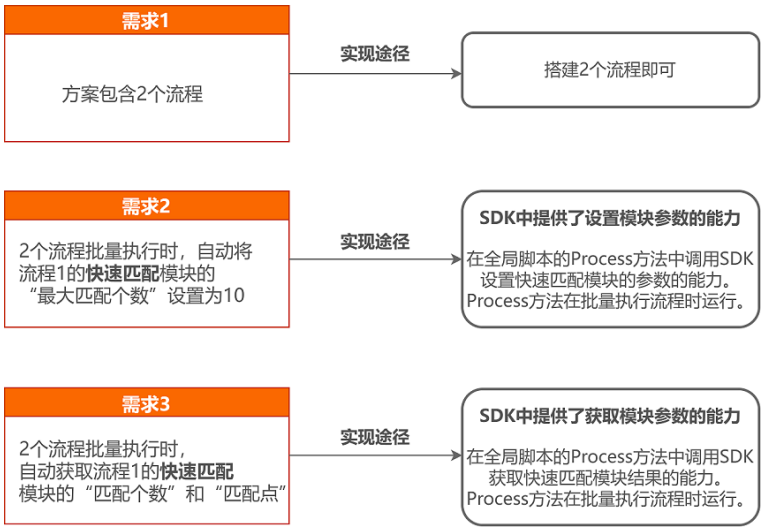


图8-26 方案搭建思路

方案搭建

基于上述思路，需搭建流程并自行开发全局脚本。

搭建流程

本节仅对本应用示例的流程的核心操作做简要呈现，具体流程中调用的模块不作赘述。

操作步骤

1. 搭建流程1，在流程1中调用*快速匹配*模块。
2. 单击流程编辑区域顶部的➕新建流程（此处即“流程2”），并搭建流程2。

自定义全局脚本

本节仅对全局脚本中的核心接口调用作简要介绍。其中SDK相关的类、方法和属性的详情，请参见VM3D的SDK开发指南（.NET）。

操作步骤

1. 单击快捷工具条的，打开*全局脚本*窗口，开始准备进行C#编程。
2. 调用全局脚本的*Init*方法，对全局脚本进行初始化。
3. 调用全局脚本的*Process*方法，并在该方法中实现如下代码逻辑。
   1) 通过.NET SDK的 IMVSFastFeatureMatchModuTool类，在代码中定义流程1中的*快速匹配*模块（即“快速匹配1”），如下图所示。

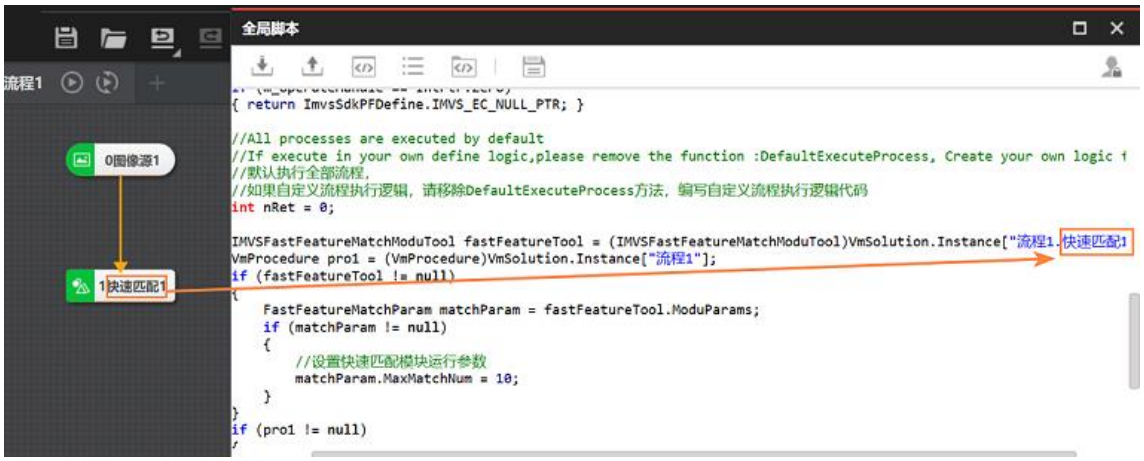


图8-27 在代码中定义快速匹配模块

2) 通过.NET SDK的 FastFeatureMatchParam类下的 MaxMatchNum属性，将*快速匹配*模块的**最大匹配个数**的值设置为 10。
3) 通过.NET SDK的 FastFeatureMatchResult类，在代码中定义*快速匹配*模块的模块结果。
4) 通过.NET SDK FastFeatureMatchResult类下的 MatchNum和 MatchPoint属性，分别获取*快速匹配*模块的**匹配个数**和**匹配点**。

示例

上述步骤的完整示例代码如下：

```
 using System;
using System.Windows.Forms;
using System.Runtime.InteropServices;
using System.Collections;
using VM.GlobalScript.Methods;
using iMVS_6000PlatformSDKCS;
using VM.Core;
using VM.PlatformSDKCS;
using ImageSourceModuleCs;
using IMVSFastFeatureMatchModuCs;
using System.Collections.Generic;


/*****************************************
 * Example explanation:Example of multi process control operation
 * Logic Control:Single run, each flow execute once
 * Continuous run:continuous run, each flow execute continuous
 * 示例说明: 获取流程对象，模块对象，设置参数，运行，获取结果
 * ****************************************/
public class UserGlobalScript : UserGlobalMethods, IScriptMethods
{
    /// <summary>
    /// Init
    /// </summary>
    /// <returns>Success:return 0</returns>
    public int Init()
    {
```

```
            //SDK init
            return InitSDK();
        }

        /// <summary>
        /// execute function
        /// Single run:the function execute once
        /// Continuous run:Repeat the function at regular intervals
        /// 运行函数
        /// 单次执行:该函数执行一次
        /// 连续执行:以一定时间间隔重复执行该函数
        /// </summary>
        /// <returns>Success:return 0</returns>
        public int Process()
        {
            //m_operateHandle SDK handle
            if (m_operateHandle == IntPtr.Zero)
            { return ImvsSdkPFDefine.IMVS_EC_NULL_PTR; }

            //All processes are executed by default
            //If execute in your own define logic,please remove the function :DefaultExecuteProcess,
Create your own logic function.
            //默认执行全部流程，
            //如果自定义流程执行逻辑，请移除DefaultExecuteProcess方法，编写自定义流程执行逻辑代
码
            int nRet = 0;

            IMVSFastFeatureMatchModuTool fastFeatureTool =
(IMVSFastFeatureMatchModuTool)VmSolution.Instance["流程1.快速匹配1"];
            VmProcedure pro1 = (VmProcedure)VmSolution.Instance["流程1"];
            if (fastFeatureTool != null)
            {
                FastFeatureMatchParam matchParam = fastFeatureTool.ModuParams;
                if (matchParam != null)
                {
                    //设置快速匹配模块运行参数
                    matchParam.MaxMatchNum = 10;
                }
            }
            if (pro1 != null)
            {
                pro1.Run();
                //获取快速匹配模块的运行结果
                FastFeatureMatchResult matchResult = fastFeatureTool.ModuResult;
                if (matchResult != null)
                {
                    //获取匹配个数
                    int matchnum = matchResult.MatchNum;
                    //获取匹配点
                    List<PointF> matchpoint = matchResult.MatchPoint;
```

```
                    int a = 0;
                }
            }
            return nRet;
        }
    }
```

方案效果测试

完成该方案的搭建后，可在VM3D软件上测试方案效果。

测试需求2实现效果

如以下视频所示，流程1的*快速匹配*模块的**最大匹配个数**在流程1执行前的初始值为5。流程1和流程2批量执行后，该参数的值自动设置为10。

测试需求3实现效果

可在全局脚本中调用 MessageBox.Show方法打印全局脚本获取的模块结果，验证全局脚本是否已成功获取。如果弹窗中显示了模块结果的值，则说明全局脚本获取模块结果成功。

如下视频仅以打印**匹配个数**为例进行说明。

8.5 8. 5 数据队列

数据队列模块可用于在流程之间传递数据。在该模块的配置界面，您可以创建多个队列用于缓存不同数据类型的数据，并且设置软件触发指定流程从数据队列中获取数据。

流程编辑区域点击切换为全流程时，左侧选择并拖动到编辑区域即可新增一个数据队列模块。双击数据队列后，可对*队列设置*及*触发流程*进行设置。

模块原理

数据队列模块需要配合发送数据模块和接收数据模块使用。这三个模块之间的配合逻辑说明如下：

1. 流程A中包含图像源模块，并且已经在运行中。
2. 流程A中的*发送数据*模块会将采集到的图像数据缓存到与之关联的数据队列模块。
3. 当数据队列模块中所有设置的队列已缓存对应数据时，软件将根据触发流程页签下的流程添加顺序寻找并执行第一个空闲的流程，对图像数据进行进一步处理。
4. 空闲流程B中的*接收数据*模块将从数据队列模块中读取对应数据，对图像数据进行后续处理。

说明

如需了解更多以上模块之间的协作逻辑，请参考*使用示例*中的介绍，快速上手数据队列模块的使用。

队列设置

在*队列设置*页签下，您可以创建多个队列用于缓存不同数据类型的数据，并且指定普通队列或图像队列中可包含的数据行数。

图8-31 队列设置

具体设置步骤说明如下：

1. 在*队列设置*页签，点击**队列列数**下方的⊞，添加一个数据队列。

   说明

   数据队列模块最多支持添加16 个普通数据队列和4 个图像队列。

2. 在**数据类型**列，单击输入框右下角的三角按钮，并下拉选择一个数据类型。
   数据队列模块中支持添加的数据类型包括int、float、string和IMAGE。

说明

切换已存在数据的数据类型时，若该队列中已存在缓存数据，缓存的数据将会被清空。

3. 在**列名称**列，填写自定义的数据队列名称。

说明

自定义**列名称**时，需确保每个数据队列的名称互不重复。

4. 在**队列行数**区域，设置数据队列中最多可缓存多少个数据元素。
   各类型数据队列可缓存的数据个数有所差别：
   - int、float、string类型数据队列：有效的取值范围是[1,256]。您可以根据实际需要在**队列缓存行数**字段填入自定义的数值。
   - IMAGE类型数据队列：有效的取值范围是[1,10]。您可以根据实际需要在**图像队列行数**字段填入自定义的数值。

说明

当队列缓存的数据个数达到上限时，遵循先进先出的原则，删除最先入队的数据，用于存储新入队的数据。

触发流程

在*触发流程*页签，您可以设置指定流程得到触发，并从数据队列中获取对应数据。设置完成后，当所有数据队列已缓存指定数据时，软件会按照*触发流程*页签下的流程添加顺序寻找并执行第一个空闲流程。

得到触发的流程将从数据队列中获取指定数据并做进一步处理。

说明

一旦某一流程执行成功，则终止本次触发，即一次触发最多只有一个流程执行成功。

图8-32 触发流程

具体设置步骤说明如下：

1. 在*数据队列*模块配置页面，点击*触发流程*页签。
2. 在**触发流程列表**下方，点击⊞，订阅需触发的流程。

说明

触发流程列表最多支持添加16 个流程。

3. 在*触发流程*页签，根据实际情况开启或关闭**异步触发**按钮。

说明

当您新增数据队列模块时，软件安装目录下将自动创建一个DataQueueConfig.xml配置文件。如果您未设置异步触发方式，当所有流程均触发失败时，软件默认会删除当前队列缓存的数据。如果您需要保留数据，可将DataQueueConfig.xml配置文件下的value字段由数值0改为1。您可以到以下路径找到该配置文件：..\Applications\Module(sp)\x64\Global\DataQueueModule

流程的触发方式分为异步触发和同步触发。这两种触发方式的优缺点说明如下：

表8-10 同步/异步触发优缺点

触发类型	说明	优点	缺点
异步触发	新建数据队列模块时，会创建该模块的子线程。子线程一直处于运行中状态，每隔一定时间判断是否满足触发条件。若满足，则触发流程执行；若不满足，则不触发流程执行。	触发失败时，不需要等待数据再次入队。子线程会每隔一段时间判断该流程是否符合执行条件。	一旦触发失败，需间隔一段时间才能判断当前流程是否符合触发条件，并触发执行满足条件的流程。这可能导致流程执行过程中存在一定延时。
同步触发	当有数据进入数据队列时，若满足触发条件，则触发流程执行，无论成功与否，本次触发结束；若不满足，则不触发流程执行。	可及时触发流程执行	一旦触发失败只能等待下次数据入队。

8.5.1 使用示例

本节提供具体使用示例，介绍如何使用**数据队列**模块实现不同流程之间的数据同步。

示例需求：在某一直线查找流程中，***图像源***模块输出图像的速率是该流程处理速度的2倍，导致部分图像来不及被处理，无法实现对所有相机图像进行直线查找的需求。

解决方案：为了优化该流程的耗时问题，您可以新建一个流程专门用于获取相机实时采集的图像，并通过数据队列模块缓存已采集的图像数据。当指定数据存储到数据队列后，软件将根据触发流程的添加顺序触发并执行第一个空闲流程，若该流程的处理速度跟不上图像的输出速率，软件将再次按照触发流程的添加顺序触发并运行一个空闲流程，以此实现对所有相机图像的直线查找。根据以上需求，可提炼方案的实现细节如下：

- 新建3个流程和1个数据队列模块。
- 在数据队列模块，设置队列可缓存的数据类型和需触发的流程，从而实现在不同流程之间传递图像数据且触发对应流程执行。
- 流程1中需包含图像源模块（用于获取图像）和发送数据模块（用于将流程1中的数据发送给数据队列）。
- 流程2和流程3中的配置需完全一致，需要包含接收数据模块（用于接收数据队列的数据）和直线查找模块（用于查找图像中的直线）。

说明

完成设置后，当流程2检测图像耗时较长时，数据队列模块将触发流程3执行，继续检测相机后续采集的图像。

不同流程之间图像处理逻辑如下图所示：

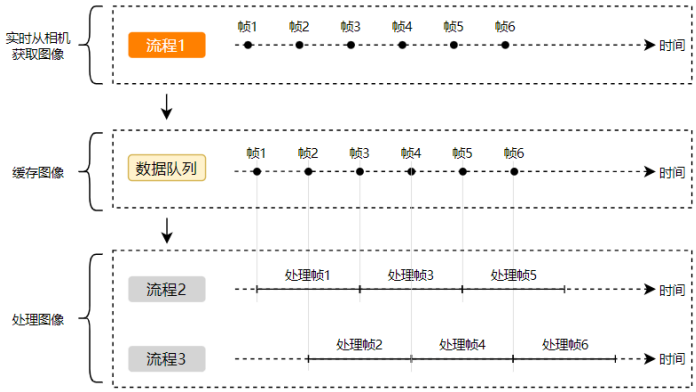


图8-33 多流程间的图像处理逻辑

操作步骤

1. 新建流程1、流程2和流程3，涉及的模块和顺序如下图所示。

说明

流程2和流程3中的模块和顺序完全一致。

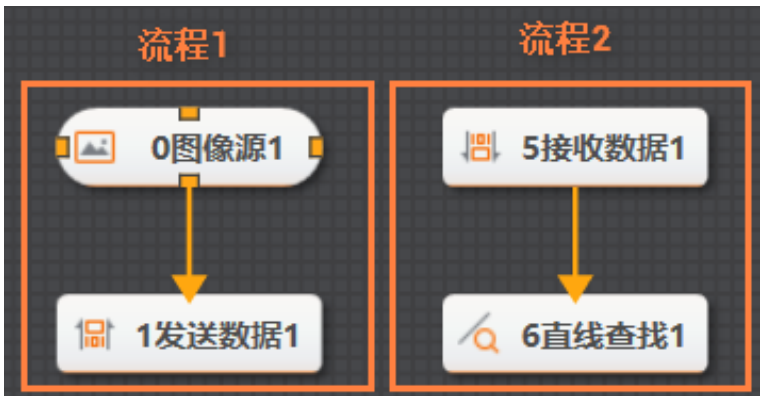


图8-34 流程示意

2. 新建*数据队列*模块，并完成队列设置和触发流程设置。
   - 队列设置：添加一个数据队列，**数据类型**选择IMAGE，**列名称**可自定义，如img。
   - 触发流程：添加两个待触发流程，并订阅流程2和流程3。您还可以选择是否开启**异步触发**。关于触发方式的详细介绍，请参见。

图8-35 数据队列设置

3. 完成流程1中各模块的配置，并单击**确定**保存修改。
   - *图像源*：根据实际需求设置图像来源。
   - *发送数据*：在**输出配置**区域，选择输出至**数据队列**，并订阅步骤2新建的数据队列；在**输出数据**区域的**选择队列**字段，单击输入框右下角的三角按钮，下拉选择步骤2中新建的图像队列，并在**选择数据**字段订阅*图像源*模块的图像。

图8-36 发送数据

4. 完成流程2和流程3中各模块的配置。

说明

流程2和流程3中的模块配置完全一致。

   - *接收数据*：在**输入配置**区域数据源选项，选择**数据队列**，并订阅步骤2新建的数据队列；在**输入**

数据区域的**数据**列，单击输入框右下角的三角按钮，并选择步骤2中新建的图像队列。

图8-37 接收数据

- *直线查找*：在**图像输入**的**输入源**参数，订阅**接收数据**模块中的输入数据。其他参数根据实际需求设置。

图8-38 直线查找

后续操作

完成方案搭建后，运行流程1。当流程1获取到图像数据时，流程2会同时运行，并输出基于流程1采集到的图像的直线查找结果。若流程2来不及处理流程1的图像数据时，流程3也会同时运行，输出基于流程1采集到的图像的直线查找结果。

第 9 章 方案搭建-运行界面设计

运行界面用于直观操控和监控方案运行，业务现场的终端用户通过运行界面操控方案运行（甚至流水线作业）。本文为您介绍运行界面的功能模块说明，以及如何自定义配置运行界面。

9.1 默认运行界面

默认运行界面上已包含的自定义控件包括图像（ImageControl）、运行控制（Controller）和OK/NG（OKNGControl）。该界面右上方还包含部分功能控件。本节简要介绍这些功能控件。

运行界面用于查看方案运行情况，同时可进行部分简单操作。点击主界面右上角的***运行模式***即可进入运行界面。

说明

- 也可通过*软件设置*使VM3D自动开启运行界面。
- 默认运行界面上已包含的控件未绑定数据源，使用前需先进行数据源绑定操作，才能在运行后查看实际结果。

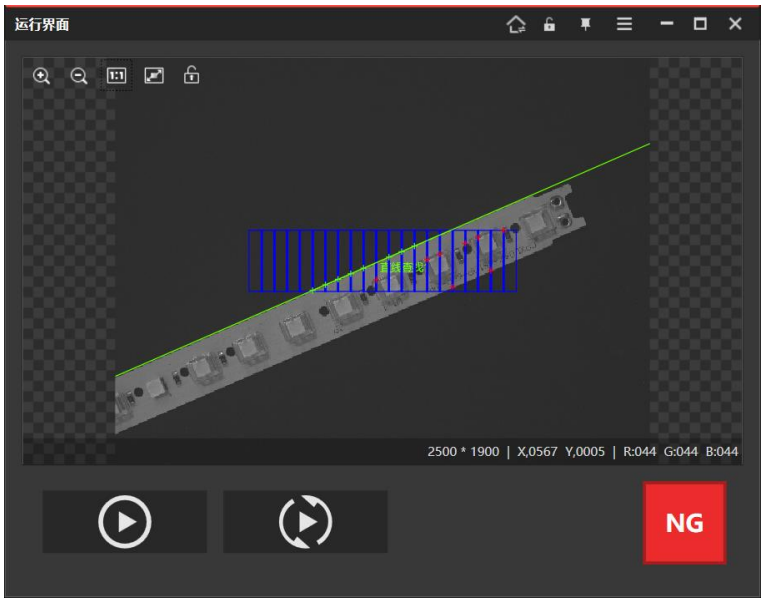


图9-1 运行界面

界面呈现的信息通过*设计运行界面*进行设计。

界面上方功能介绍如下：

- ：可返回VM3D*主界面*。

说明

VM3D启用*权限设置*时，需输入对应角色的密码方可返回主界面。仅管理员和技术员支持该功能，操作员不支持。

- : 可设置是否禁止界面拖动。
- : 可设置是否将该界面在PC当前所有界面中置顶显示。
- : 可对界面的角色、方案等进行相关设置。
  - **管理员/技术员/操作员**：该参数仅在VM3D启用时*权限设置*出现。可切换登录运行界面的角色。选择角色并输入对应的密码即可。
  - **主界面**：与功能相同，不再赘述。
  - **打开方案**：选择已有方案并加载。
  - **最近打开方案**：选择某个最近曾打开的方案进行加载。
  - **保存方案**：保存当前方案。若当前运行的是已保存的方案，则直接覆盖保存；若当前运行的是新建方案，首次保存时需选择保存路径。

    说明

    VM3D启用*权限设置*时，以上方案相关功能仅管理员和技术员支持，操作员不支持。

  - **方案管理**：设置方案在接收到特定字符串时自动切换方案并运行。更多详情，请参见*自动切换方案并运行*。
  - **退出**：可退出VM3D或返回主界面。

9.2 设计运行界面

VM3D支持您自定义配置运行界面，您可按照工作需求调整运行界面展示控件的类型、位置、大小等，实现运行界面的个性化定制，提高使用舒适度和工作效率。本文为您介绍如何编辑运行界面及运行界面中

各控件的说明。

9.2.1 设计窗口介绍

*运行界面设计*窗口上提供丰富的自定义控件供您自定义设计运行界面。

单击主界面工具条中的可进入*运行界面设计*窗口进行设计。

说明

仅管理员和技术员可进入*运行界面设计*窗口。

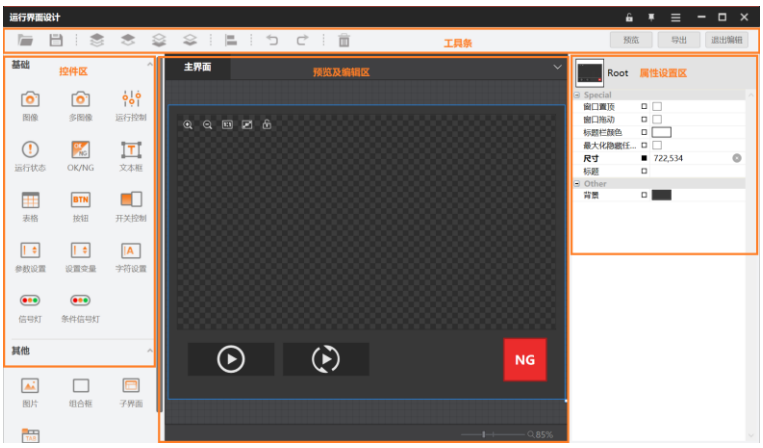


图9-2 运行界面设计窗口

该界面各区域的说明参见下表：

表9-1 运行界面设计窗口介绍

序号	名称	描述
1	工具条	提供运行界面保存、图层设置、删除、导出等功能，详情参见*工具条介绍*。
2	控件区	呈现可在运行界面上使用的控件，详情参见*自定义控件介绍*。
3	预览及编辑区	呈现当前设计中的运行界面。可绘制新的控件，或编辑当前已添加的控件，具体如何操作参见*控件操作说明*。
4	属性设置区	展示预览及编辑区选中控件的属性（例如数据源、颜色、字体等），并进行设置。
5	更多功能	该功能与*默认运行界面*右上角功能一致，此处不再赘述。

控件操作说明

设计运行界面的核心是添加各个控件，并完成控件的参数设置。

左侧控件区选择某个控件后，鼠标移动到中间的预览及编辑区，待鼠标变为十字线后开始绘制即可。完成绘制后，还可选中控件移动位置，通过右侧的属性设置区完成属性设置。具体操作如下视频所示。

工具条介绍

工具条可设置如下功能：

- ：加载已保存的运行界面。
- ：保存当前设计的运行界面。若为首次保存，需选择保存路径。
- ：可对预览及编辑区中选中的控件设置图层位置，分别对应顶层/上一层/底层/下一层。
- ：预览及编辑区域选中多个控件时，以选中控件组成的区域为基准对选中控件的对齐方式进行调整。可选左对齐、水平居中、右对齐、顶部对齐、垂直居中、底部对齐、水平分布和垂直分布。

说明

水平/垂直分布需选择3个以上的控件，才起作用。对应的效果分别为水平/垂直方向控件等间隔分布。其余选项选择2个以上控件即可。

- ：撤销最近一次操作。
- ：取消撤销操作，恢复至撤销前的状态。
- ：删除预览及编辑区域选中的控件。
- **预览**：可预览当前设计的运行界面。
- **导出**：可将软件当前编辑的方案以及设计的运行界面以工程包的形式导出。详情参见*导出运行界面并运行*。
- **退出编辑**：退出运行界面设计窗口。退出前，请先保存设计的运行界面。

说明

- 其中删除、撤销、重做、图层位置功能也支持在选中控件后通过鼠标右键实现；
- 但复制粘贴功能仅支持在选中控件后通过Ctrl+C和Ctrl+V实现。

9.2.2 自定义控件介绍

运行界面上可自由添加和布局自定义控件。不同类型的自定义控件功能以及属性设置有所差别。

图像

*图像*控件可订阅流程中模块输出的图像，并做显示。

参数具体如下：

- **颜色**：可设置十字辅助线的线条颜色。
- **厚度**：可设置十字辅助线的线条粗细。
- **自适应**：可设置运行界面实际使用中，最大化窗口时，图像窗口是否等比例放大。
- **水平偏移/垂直偏移**：可分别设置十字辅助线中竖线/横线距离中心的偏移量。其中**水平偏移**的正数对应向右偏移，负数对应向左偏移；**垂直偏移**的正数对应向下偏移，负数对应向上偏移。
- **保留上一次结果**：可设置当前流程执行结束时若订阅结果无图像数据输出，是否保留上一次渲染结果显示。
- **数据源**：可订阅显示图像的来源，点击后选择模块输出的图像即可。
- **叠加图层1/2/3**：可基于数据源订阅的图像数据，叠加显示其他图像。操作方法和**数据源**相同，但只能从**数据源**订阅的流程中选择模块输出的图像。

说明

设置该参数前，需先完成**数据源**的设置。

- **图形配置**：可勾选需在数据源基础上叠加显示的图形。

说明

设置该参数前，需先完成**数据源**的设置，可从加载的流程中选择多个模块的图形。否则，显示为空。

- **点云模式**：勾选开启点云模式。勾选后，需将**数据源**设置为“可输出点云”的3D模块输出的点云图。“可输出点云”的3D模块指模块结果包含**输出点云数据**的模块，例如*转点云-深度图*和*CAD转点云*。点云模式下，在运行界面上运行方案时，*图像*控件默认展示点云画面。

说明

开启点云模式后若关闭，需重新设置**数据源**，为*图像*控件重新绑定图像来源。

- **显示辅助线**：可设置是否显示十字辅助线。
- **显示状态栏**：可设置是否显示右下角的状态信息。信息主要为图像分辨率、鼠标当前所在位置的坐标信息和RGB分量或灰度值。
- **显示工具栏**：可设置是否开放左上角的工具。工具对应功能分别为放大、缩小、1:1、全屏和锁定。

说明

1:1功能主要用于在图像放大、缩小或移动后，快速恢复为在图像窗口自适应居中显示。

- **尺寸**：可调整图像窗口的大小，也可通过预览及编辑区实时调整。
- **背景**：可设置图像窗口背景的颜色。
- **边框颜色**：可设置图像窗口边框的颜色。
- **边距**：可调整图像窗口的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

多图像

多图像控件功能与图像控件相同，但可订阅并显示多个图像。
参数具体如下：

- **数据源**：点击后对各个画面的名称、图像源、叠加图层、厚度、水平偏移、垂直偏移、显示辅助线等进行设置。操作方式和图像控件大同小异，此处不再赘述。

说明

推荐先完成**画面数量**设置。

- **颜色**：可设置十字辅助线的线条颜色。
- **自适应**：可设置运行界面实际使用中，最大化窗口时，多图像窗口是否等比例放大。
- **画面数量**：可设置多图像窗口显示的画面数量和画面的位置关系。
- **尺寸**：可调整多图像窗口的大小，也可通过预览及编辑区实时调整。
- **边框颜色**：可设置多图像窗口边框的颜色。
- **边距**：可调整多图像窗口的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

运行控制

运行控制控件可控制全部流程或单一流程的运行方式。
参数具体如下：

- **按钮颜色**：可设置按钮的填充色。
- **控制类型**：可选OnlyRunOnce、OnlyContinueAndStop和Both。
  - OnlyRunOnce：只生成单次执行的按钮。
  - OnlyContinueAndStop：只生成连续执行的按钮。
  - Both：同时生成以上两个按钮。
- **数据源**：可订阅当前软件加载方案中的流程或AllProcess。AllProcess代表整个方案。
- **自适应**：可设置运行界面实际使用中，最大化窗口时，按钮是否等比例放大。
- **图标颜色**：可设置按钮中图标的颜色。
- **尺寸**：可调整按钮的大小，也可通过预览及编辑区实时调整。
- **边框颜色**：可设置按钮边框的颜色。
- **边距**：可调整按钮的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

运行状态

运行状态控件可显示全部流程或单一流程的运行状态。忙碌时图标显示为“运行中”，空闲时显示为“停止运行”。

参数具体如下：

- **忙碌-背景色/忙碌-前景色**：可设置图标忙碌状态各部分的颜色。

> 说明
>
> **空闲-背景色**和**空闲-背景色**功能及设置方法大同小异，不再赘述。

- **圆角半径**：可设置图标四个角的圆角半径，控制图标形状。
- **数据源**：可订阅当前软件加载方案中的流程或AllProcess。AllProcess代表整个方案。
- **自适应**：可设置运行界面实际使用中，最大化窗口时，控件是否等比例放大。
- **尺寸**：可调整控件的大小，也可通过预览及编辑区实时调整。
- **边距**：可调整控件的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

OK/NG

OK/NG控件可根据订阅的数据判断显示为OK或NG，0代表NG，1代表OK。

参数具体如下：

- **数据源**：可订阅方案中各模块的int型模块结果。推荐订阅各模块的模块状态或条件检测模块的结果(INT)。
- **圆角半径**：可设置图标四个角的圆角半径，控制图标形状。
- **自适应**：可设置运行界面实际使用中，最大化窗口时，控件是否等比例放大。
- **NG-背景色/NG-边框颜色/NG-字体色**：可设置图标NG时各部分的颜色。
- **NG-内容**：可设置图标NG时显示的文字内容。
- **NG-字体**：可设置图标NG时使用的字体、大小及字形。
- **NG-边框厚度**：可设置图标NG时控件的边框厚度。

> 说明
>
> 以上NG相关参数，对应还需设置OK时的相关参数。功能及设置方法大同小异，不再赘述。

- **尺寸**：可调整控件的大小，也可通过预览及编辑区实时调整。
- **边距**：可调整控件的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

文本框

文本框控件可在运行界面显示定义的文本信息。可自定义文本内容，可以订阅方案中的不同类型的数据

显示。
参数具体如下：

- **数据类型**：可设置文本框中显示数据的类型，可选stringType（字符串类型）、intType（整数型）和floatType（浮点型）。
- **数据源**：可订阅方案中各模块的模块结果、全局变量或方案路径在文本框中显示。选择不同的数据类型，可订阅的数据有所差别。

说明

选择不同的数据类型，可订阅的数据有所差别。其中方案路径仅在**数据类型**为stringType时可以订阅。

- **数据绑定**：绑定数据源后自动加载，显示为“订阅数据的描述：<订阅的数据>”。其中“订阅数据的描述：”可自定义修改；“<订阅的数据>”为格式化语法内容，选择不同的数据，语法内容有所差别。
  - **数据类型**选择stringType时，格式化语法内容对应为“%s”。
  - **数据类型**选择intType时，格式化语法内容对应为“%0d”。
  - **数据类型**选择floatType时，格式化语法内容对应为“%1.3f”。此时小数点后保留3位有效数字，可自定义修改。例如%1.6f对应为小数点后保留6位有效数字。

说明

设置该参数时，需了解格式化语法相关要求。若不了解相关内容且需做修改，请联系技术同事。

- **字符信息**：订阅数据源时，此处显示订阅后的信息；不订阅数据源时，可通过该参数设置文本框显示的信息。
- **字体**：可设置文本框中使用的字体、大小及字形。
- **字体颜色**：可设置文本框中字体的颜色。
- **边距**：可调整文本框的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

表格

表格控件可订阅需要呈现的数据，使订阅的数据按列滚动呈现最新数据。数据按照执行次数，倒叙呈现订阅历史结果。一般在需要同时查看多个流程的运行结果时使用。
参数具体如下：

- **数据源**：可设置每一列的**列名**、**列宽**、**数据类型**、**数据源**、和**颜色编辑**
  - **数据类型**：可选string、int或float。
  - **数据源**：可订阅各模块或全局变量中符合**数据类型**要求的数据。
  - **颜色编辑**：可设置订阅的数据源满足**条件**和**比较值**要求时，表格中对应数据的**颜色**。

    说明

    › **条件**包括**= =**（等于）、**< >**（不等于）、 **>**、**<**、 **> =**、**< =**。其中string型数据仅支持**= =**和**< >**。

    › 同一个数据满足多个**颜色编辑**设置的条件时，根据设置的条件的顺序执行第一个。

- **列数/行数**：可分别设置表格的列数和行数。
- **字体**：可设置表格中使用的字体、大小及字形。
- **行抬头**：可设置表格左上角第一个单元格显示的内容。
- **尺寸**：可调整表格的大小，也可通过预览及编辑区实时调整。
- **背景/边框颜色/字体颜色**：可分别设置表格中背景、边框以及字体的颜色。
- **边距**：可调整表格的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

按钮

若运行界面需要对软件部分功能进行设置或重置等操作，可使用按钮控件实现。
参数具体如下：

- **触发命令类型**：可设置按钮的类型，可选ParamterConfiguration或ParamterReset。
- **数据源**：选择不同的**触发命令类型**，可订阅的信息有所差别。
  - 选择**ParamterConfiguration**时，可订阅各流程或各模块的参数配置、相机管理、通信管理、光源管理、全局变量或日志。运行界面点击该按钮后，可在弹出的对应功能窗口中进行设置。
  - 选择**ParamterReset**时，可订阅单个变量计算的参数重置、所有变量计算、所有数据队列、保存方案。
    - 订阅单个变量计算的参数重置时，使用按钮可将该变量计算模块的变量初始化。
    - 订阅所有变量计算时，使用按钮可将方案中所有变量计算模块的变量初始化。
    - 订阅所有数据队列时，使用按钮可将所有数据队列的数据初始化。
    - 订阅保存方案时，使用按钮可实时保存方案。
- **显示文本**：可设置该按钮显示的文本信息。
- **圆角半径**：可设置按钮四个角的圆角半径，控制按钮形状。
- **自适应**：可设置运行界面实际使用中，最大化窗口时，按钮是否等比例放大。
- **字体**：可设置按钮文字使用的字体、大小及字形。
- **尺寸**：可调整表格的大小，也可通过预览及编辑区实时调整。
- **背景/边框颜色/字体颜色**：可分别设置表格中背景、边框以及字体的颜色。
- **边距**：可调整表格的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

开关控制

开关控制控件可订阅模块中bool型参数，从而通过运行界面运行方案时控制该参数是否启用。
参数具体如下：

- **数据源**：可订阅各模块中的bool型参数。
- **自适应**：可设置运行界面实际使用中，最大化窗口时，开关是否等比例放大。
- **尺寸**：可调整开关的大小，也可通过预览及编辑区实时调整。
- **边距**：可调整开关的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

参数设置

参数设置控件可订阅模块中int或float型参数，从而通过运行界面运行方案时也可设置该参数。
参数具体如下：

- **参数类型**：可选择订阅的数据类型，可选intType或floatType。
- **数据源**：可订阅各模块及全局变量中的int或float型参数。订阅的参数类型，与**参数类型**有关。
- **自适应**：可设置运行界面实际使用中，最大化窗口时，参数控件是否等比例放大。
- **字体**：可设置参数控件文字使用的字体、大小及字形。
- **宽度**：可调整参数控件的宽度，也可通过预览及编辑区实时调整。
- **背景/字体颜色**：可分别设置参数控件背景以及字体的颜色。
- **边距**：可调整参数控件的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

设置变量

设置变量控件可订阅变量计算模块中添加的变量，订阅表达式时会标红显示。运行界面可实时显示该数值，并支持修改。
参数具体如下：

- **数据源**：可订阅变量计算模块中添加的变量。
- **自适应**：可设置运行界面实际使用中，最大化窗口时，变量控件是否等比例放大。

- **字体**：可设置变量控件文字使用的字体、大小及字形。
- **宽度**：可调整变量控件的宽度，也可通过预览及编辑区实时调整。
- **背景/字体颜色**：可分别设置变量控件背景以及字体的颜色。
- **边距**：可调整变量控件的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

字符设置

字符设置控件可将订阅的字符串信息在控件中显示。
参数具体如下：

- **数据源**：可订阅全局变量中string型的变量及各模块中string型的参数。
- **自适应**：可设置运行界面实际使用中，最大化窗口时，字符控件是否等比例放大。
- **字体**：可设置字符控件文字使用的字体、大小及字形。
- **宽度**：可调整字符控件的宽度，也可通过预览及编辑区实时调整。
- **背景/字体颜色**：可分别设置字符控件背景以及字体的颜色。
- **边距**：可调整字符控件的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

信号灯

信号灯控件可实时显示模块状态。
信号灯控件可根据订阅的模块状态判断控件显示为绿色或红色，0显示为红色，1显示为绿色。
参数具体如下：

- **数据源**：可订阅各模块的模块状态。
- **信号灯内容**：可自定义信号灯控件显示的内容。
- **尺寸**：可调整信号灯的大小，也可通过预览及编辑区实时调整。
- **边距**：可调整信号灯的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

条件信号灯

信号灯控件可根据订阅的数据以及设置的条件，判断控件显示何种颜色。

说明

当订阅的参数满足多个条件时，依次按照＞值、＜值、默认值顺序优先选择符合条件的第一个颜色显示。

参数具体如下：

- **参数类型**：可选择订阅的数据类型，可选intType或floatType。
- **数据源**：可订阅各模块或全局变量的int或float型参数。订阅的参数类型，与**参数类型**有关。
- **圆角半径**：可设置条件信号灯四个角的圆角半径，控制控件形状。
- **默认值边框颜色/默认值背景颜色**：可分别设置订阅的数值为默认值时条件信号灯的边框/背景颜色。

  说明

  ＞值以及＜值时也需设置对应的边框和背景颜色，功能和参数方法大同小异，此处不再赘述。

- **＞值阈值/＜值阈值**：需分别大于和小于对应的判断数值。

  说明

  默认值无需设置，对应为同时不符合＞值以及＜值要求的数值。

- **自适应**：可设置运行界面实际使用中，最大化窗口时，条件信号灯是否等比例放大。
- **尺寸**：可调整条件信号灯的大小，也可通过预览及编辑区实时调整。
- **边距**：可调整条件信号灯的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

图片

图片控件可添加本地图片在运行界面上显示。
参数具体如下：

- **自适应**：可设置运行界面实际使用中，最大化窗口时，图片是否等比例放大。
- **图像**：可加载本地图像，在运行界面显示。
- **尺寸**：可调整条件信号灯的大小，也可通过预览及编辑区实时调整。
- **拉伸模式**：可设置图片在控件中的显示，可选None、Fill、Uniform和UniformToFill。
- **背景/边框颜色**：可分别设置图片背景和边框的颜色。
- **边框厚度**：可设置图片的边框厚度。
- **边距**：可调整条件信号灯的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

组合框

当运行界面有较多控件时，可使用组合框控件将多个控件组合到一起。
将控件移入组合框的操作方法：鼠标选中某个控件并拖拽到组合框控件所在区域，当组合框左上角出现“Press "Alt" to Enter Container”的提示时，鼠标保持不动的同时按住Alt键，将控件放置到合适位置时松开鼠标和Alt键即可。

说明

移出的方法与移入类似，只是提示出现在背景的左上角。

其他需设置参数具体如下：

- **自适应**：可设置运行界面实际使用中，最大化窗口时，组合框控件是否等比例放大。
- **字体**：可设置组合框控件文字使用的字体、大小及字形。
- **尺寸**：可调整组合框控件的大小，也可通过预览及编辑区实时调整。
- **背景/边框颜色/字体颜色**：可分别设置组合框控件背景、边框以及字体的颜色。
- **标题**：可自定义设置组合框控件左上角的标题名称。
- **边距**：可调整组合框控件的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

子界面

子界面控件可在运行界面中新增一个运行界面作为子界面呈现。点击子界面控件后弹出新的运行界面窗口。子界面中各个控件的使用与运行界面完全一致。此处不再赘述。

说明

运行界面最多支持嵌套3层子界面。

参数具体如下：

- **圆角半径**：可设置在运行界面中子界面控件的圆角半径，控制控件形状。
- **编辑子界面**：点击后，预览及编辑区域切换为对子界面的设置。可通过预览及编辑区域上方对当前编辑的界面进行切换。
- **自适应**：可设置运行界面实际使用中，最大化窗口时，子界面控件是否等比例放大。
- **字体**：可设置子界面控件文字使用的字体、大小及字形。
- **显示图标**：可设置子界面控件的字符信息前面是否显示。
- **尺寸**：可调整子界面控件的大小，也可通过预览及编辑区实时调整。
- **密码**：可设置打开子界面是否需要密码，以及具体的密码设置。默认无需密码。
- **字符信息**：可自定义子界面控件的名称。
- **背景/字体颜色**：可分别设置参数控件背景以及字体的颜色。
- **边距**：可调整子界面控件的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

Tab页

Tab页控件可理解为多个组合框控件的组合，一个组合框对应一个Tab页。

说明

将控件移入或移出某个Tab页的方法与*组合框*控件相同，此处不再赘述。

其他需设置参数具体如下：

- **Tab页数量**：可设置Tab页数量。
- **数据源**：点击后可自定义设置每个Tab页的名称。
- **自适应**：可设置运行界面实际使用中，最大化窗口时，Tab页控件是否等比例放大。
- **字体**：可设置Tab页控件文字使用的字体、大小及字形。
- **尺寸**：可调整Tab页控件的大小，也可通过预览及编辑区实时调整。
- **边距**：可调整Tab页控件的位置，也可通过预览及编辑区实时调整。

Root

*Root*控件为运行界面上默认已添加的自定义控件，不可删除。

参数具体如下：

- **窗口置顶**：可设置运行界面打开时是否默认将窗口置顶。
- **窗口拖动**：可设置运行界面打开时是否默认可以拖动窗口。
- **最大化隐藏任务栏**：可设置运行界面最大化显示时，是否隐藏Windows系统桌面的任务栏。
- **标题**：可自定义运行界面窗口左上角名称。
- **标题栏颜色/背景**：可分别设置运行界面标题栏以及背景的颜色。
- **尺寸**：可调整背景的大小，也可通过预览及编辑区实时调整。

说明

子界面的*Root*只支持设置**标题栏颜色**、**背景**和**尺寸**。

第 10 章 方案调试与运行

在最终向您的客户交付方案之前，您需先在模拟环境中完成方案的试运行与初步调试。之后还需在业务现场运行并调试，直至运行效果满足业务现场的检测需求。
本节内容包含：

- *调试方案*
  - *图像显示区域*
  - *结果显示区域*
- *运行单个方案*
- *自动切换方案并运行*

10.1 调试方案

试运行方案后，若运行结果不理想，需调试模块基本参数、运行参数、结果显示参数、模型配置、多流程配置、全局配置和设备配置等。
您可根据主界面*图像显示区域*和*结果显示区域*所显示的运行结果和相关图像渲染信息，灵活进行方案调试。
方案调试需要关注的重点事项如下（按顺序排列）：

5. 确认相机能够正常取图，且图像质量满足业务需求。
6. 检测精度满足业务需求。
   检测精度通常与ROI选取、运行参数取值和模型精度有关。以运行参数为例，若采用默认值运行后效果不佳，可根据*模块使用参考*中对应的模块介绍章节的*参数配置*说明，调大或调小参数取值。
7. VM3D能够正常与视觉系统中的设备正常通信。

10.1.1 图像显示区域

VM3D图像显示区域展示两类信息：1. 单个模块输出的图像或者流程输出的图像；2. 模块的输出结果。
图像显示区域在主界面的位置如下图所示。

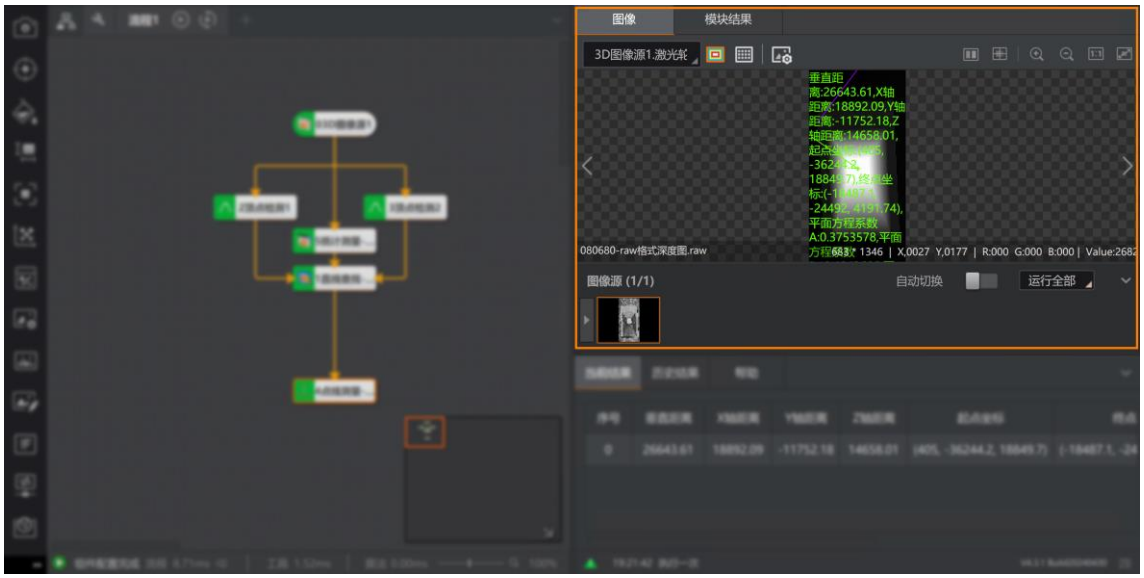


图10-1 图像显示区域

模块图像显示

模块图像指流程中某个模块输入或输出的图像。
完成如下操作后，可在图像显示区域查看模块图像。

4. 完成流程配置，包括模块排布连接和各模块参数的配置。
5. 执行流程。
6. 选中流程中的某个模块，即可在右侧的图像显示区域查看该模块输出的图像。

完成上述操作后，还可对图像进行单/双画面切换、添加十字辅助线、缩放、切换3D图像及配置3D图像渲染等操作。详情参见.*模块图像显示相关操作*。

模块图像显示相关操作

如果显示的为模块图像，可单击图像显示区域右上角的切换**单画面显示**或**双画面显示**模式。

说明

如果显示的为全局图像，仅支持单画面显示。

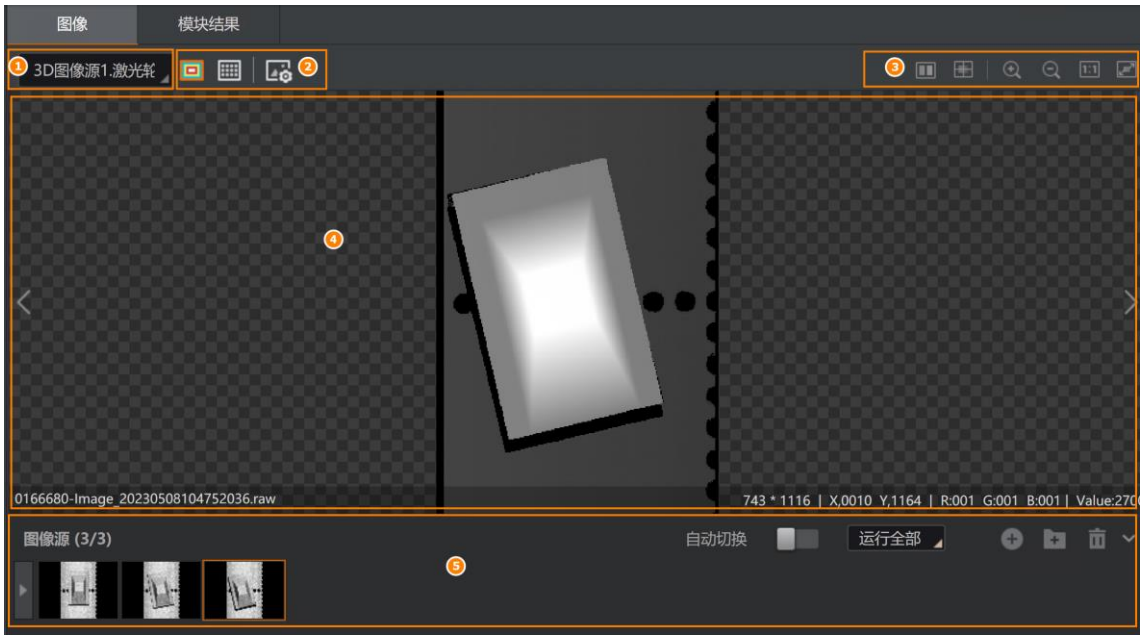


图10-2 单画面显示

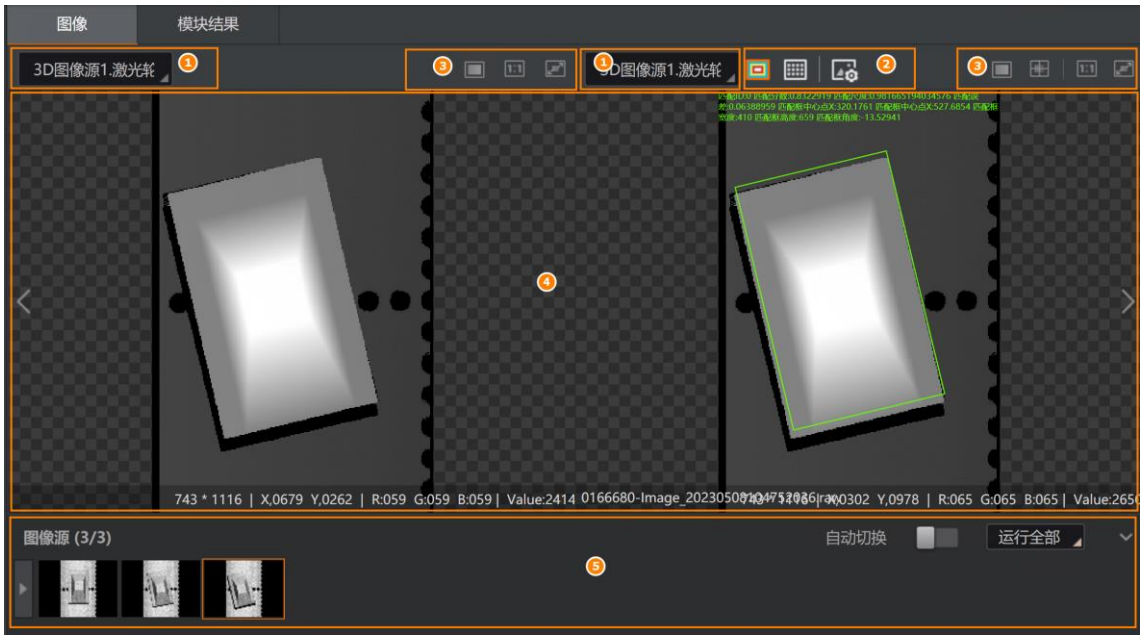


图10-3 双画面显示

以上两张图中，各区域的具体功能说明如下：

表10-1 图标简介

区域序号	描述
1	单击选择在区域④（预览窗口）显示的图像数据。 ● 单画面显示模式下，可选择当前模块所有输入和输出的图像，并可多选进行叠加显示。 ● 双画面显示模式下，左侧的预览窗口仅可选择当前模块输入源订阅的图像数据，右侧

区域序号	描述
	预览窗口与单画面模式下支持显示的功能一致。
2	进行深度图/点云切换或深度图/轮廓图切换，且可设置深度图、轮库图和点云的渲染效果。更多详情参见本节下文的*3D图像切换及渲染配置* 说明 该区域的控件仅在流程中存在3D模块时显示。
3	可对预览窗口进行预览相关操作，从左至右的图标依次分别表示“切换单/双画面模式”、“*十字辅助线配置*”、“放大”、“缩小”、“自适应”和“全屏显示”。
4	预览窗口，显示“区域①”处所选择的图像数据。如图像源为本地图且已在区域④添加多张本地图，可单击该区域左右两侧的箭头图标切换图像。
5	当图像源模块选择图像源为本地图时，可通过该区域添加本地图或局域网内共享的图像并进行*本地图像配置*。

3D图像切换及渲染配置

通过模块图像显示区域上方的、、可切换轮廓、深度图及点云。

单击可进行图像渲染设置，不同3D图像模式下设置内容有所不同。

轮廓渲染设置

图10-4 轮廓渲染设置

可进行**轮廓图行调节**，即选择深度图中的第几行数据显示为轮廓。

深度图渲染设置

图10-5 深度图渲染设置

调色板类型

选择深度图显示的颜色类型，对应不同颜色效果。

高度范围设定

- 勾选**自适应**可将深度图颜色范围类型设置为默认类型。
- 取消勾选，可自行设置颜色范围区间，也可单击***贴合图像范围***，此时将按照深度最小/最大值去创建图像。

深度/亮度混合比率设定

通过滑块调整彩色图和深度图的混合比率，滑块位于最左端为纯彩色图，滑块位于最右端为纯深度图。

说明

轮廓仪深度图和RGBD相机深度图对应的渲染设置参数有所不同，请以界面实际参数为准。

点云渲染设置

图10-6 点云渲染设置

基本设置参数如下。

调色板类型

选择点云显示的颜色类型，对应不同颜色效果。

显示模式

可选点、线框网格或面，对应不同的点云效果。

尺寸配置

显示模式选择**点**时，可设置点的尺寸，单位为mm。

侧壁

显示模式选择**线框网格**或**面**时，开启使能可补齐点云侧壁轮廓。

高度范围设定

- 勾选**自适应**可将点云颜色范围类型设置为默认类型。
- 取消勾选，可自行设置颜色范围区间，也可单击*贴合图像范围*，此时可把颜色范围类型设置为默认类型。
- 单击*复位*，可恢复默认颜色范围类型。

深度/亮度混合比率设定

通过滑块调整彩色图和深度图的混合比率，滑块位于最左端为纯彩色图，滑块位于最右端为纯深度图。

缩放系数X/Y/Z

设置点云在X/Y/Z轴上的缩放比例。

法向量显示

当点云中存在法向量时，开启后可显示法向量。

法向量颜色

可自行设置法向量的颜色。

法向量长度

可自行设置法向量的长度。

漫游展示

开启后，点云模型将进行自动旋转展示。

内容查看参数如下。

显示点云信息

开启后，点云图左上角可显示点云数量。

显示鼠标位置信息

开启后，鼠标单击点云上一点，右下角可显示该点坐标位置。

重置视角

开启后，每次进行点云预览都以默认点云视角预览。

最大点云数量

最大显示的点云数量，若超过该数量将进行降采样处理。

十字辅助线配置

单击区域3中的打开十字辅助线窗口，可在该窗口开启并设置两个互不干涉的十字辅助线。

图10-7 添加十字辅助线

各参数说明如下：

- **十字辅助线1/2**：启用后，图像预览窗口显示对应的十字辅助线。
- **坐标X/Y**：十字辅助线交叉点在图像中对应的x轴和y轴坐标。
- **粗细**：设置十字辅助线的粗细程度。数值越大，十字辅助线越粗。
- **颜色**：设置十字辅助线的颜色。
- **显示**：单击*居中*可将十字辅助线的交叉点移动至图像的中心点。
- **锁定**：开启后，将无法直接在预览画面上拖动十字辅助线。

说明

如果未开启**锁定**，可单击十字辅助线的交叉点激活拖动功能，然后直接拖动调整其位置（如以下动图所示）。

拖动过程中，十字辅助线的**坐标X**和**坐标Y**数值将同步更新。

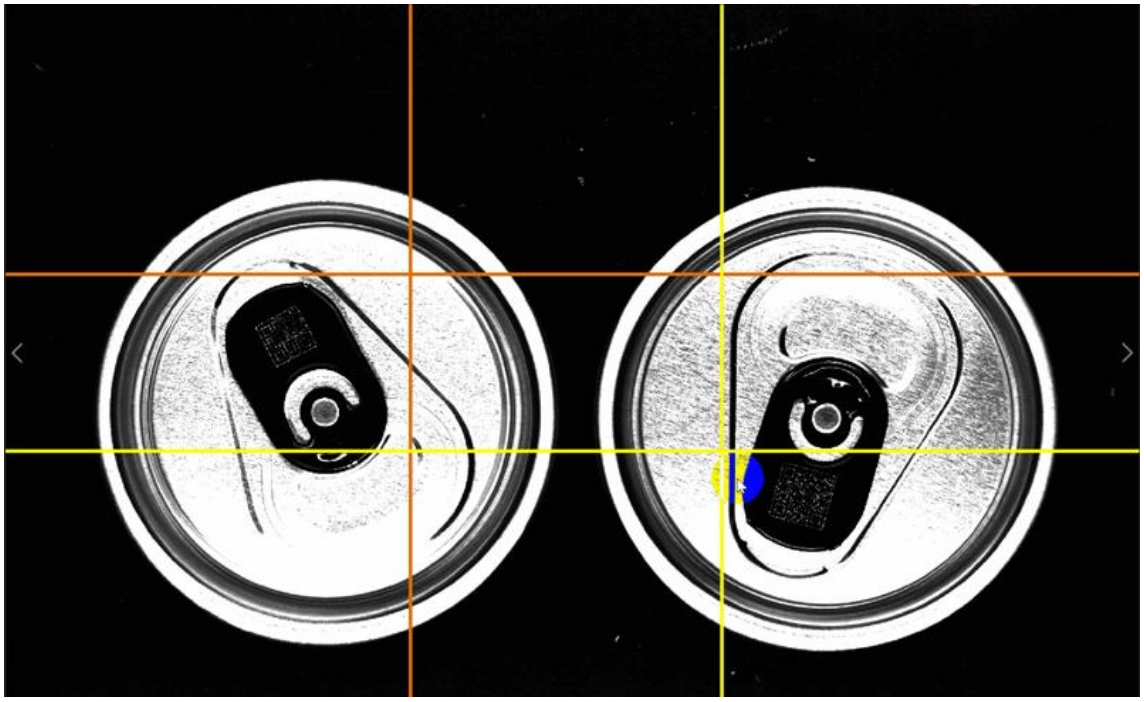


图10-8 拖动十字辅助线

本地图像配置

当图像源模块选择**本地图像**为图像源时，*图像显示区域*展示区域5。该区域支持添加本地图或局域网内共享的图像并进行相关配置，区域5的各界面功能说明如下：

- ：单击添加本机或局域网内共享的图像。
- ：单击添加本地文件夹或局域网内共享文件夹内的所有图像。
- ：单击将已添加的图像全部删除。
- ：单击显示已添加图像中的第一张图像。
- **自动切换**：一般与**运行全部/运行选中**配合使用。
  - 开启**自动切换**且开启**运行全部**后，单击快捷工具条的连续执行流程时，可自动切换所有已添加的本地图，并对各图连续执行流程。此时如果关闭**自动切换**，将仅对单张本地图连续执行流程。
  - 开启**自动切换**且开启**运行选中**后，进行连续执行时，仅自动切换选中的本地图，并对各选中的本地图连续执行流程。此时如果关闭**自动切换**，将仅对单张本地图连续执行流程。
- **运行全部/运行选中**：具体说明参见**自动切换**。

全局图像显示

在流程逻辑配置模式下，查看某个流程的最终输出图像。

全局图像指*流程逻辑配置*模式下，某个流程被成功执行后最终输出的图像。

可进行如下操作查看全局图像。

5. 完成流程配置，包括模块的排布连接和各模块参数的配置。
6. 执行流程。
7. 单击流程控制栏的，并单击流程窗口上的打开流程配置窗口。
8. 选择*显示设置*。

图10-14 显示设置

9. 选择**输出图**作为*参数名称*。
10. 单击，并单击订阅图像源。
11. 单击*执行*或*连续执行*即可查看该流程最终输出的图像。

图10-15 全局图像

完成上述操作后，还可对图像进行添加十字辅助线、缩放、全屏显示等操作。具体操作请参见上文的*模块图像显示相关操作*。

模块结果显示

*模块结果*页签显示所选模块或所选流程的全量输出数据。

说明

各模块所有输出数据的详情，请参见*模块使用参考*的各子章节中的*模块结果*。

- 可单击下图中**全局变量**列的🔗，可选择*全局变量*，将其与对应的结果数据绑定。

图10-16 选择全局变量

- 在*模块结果*页签选中该模块某个输出参数后，下方将显示SDK中与该输出参数对应的信息，例如下图中的 VmSolution.Instance["流程2.BLOB分析1.(BlobNum)"]。其中 VmSolution.Instance表示方案实例， BlobNum即blob个数。可单击复制该信息，用于二次开发的结果获取。

图10-17 SDK中的对应等信息

10.1.2 结果显示区域

结果显示区域呈现流程中的模块对输入数据的处理结果。此外，该区域还附带其他功能，如配置全局相机的常用参数和查看所选模块的帮助信息（简要的模块使用说明）。

结果显示区域在主界面上的位置如下图所示。

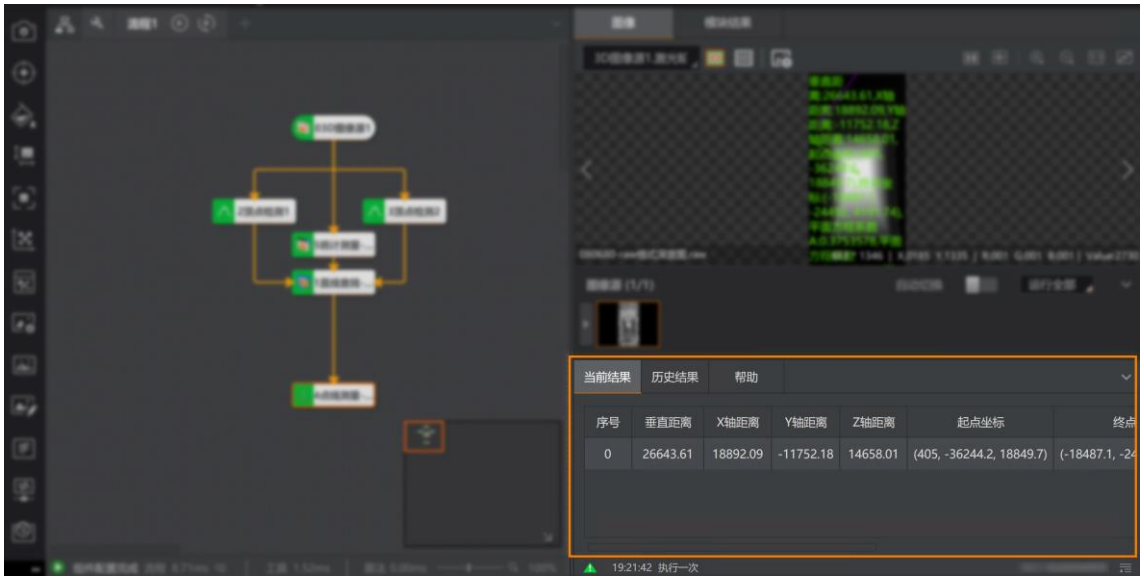


图10-18 结果显示区域

该区域显示的内容，根据流程编辑区域中选中的实体类型有所区别，具体如下：

- *选中某个模块时*
- *选中全局相机时*
- *选中某个数据队列时*

- *帮助信息*

选中某个模块时

- **选中采集或逻辑工具模块时**
  执行流程时，如果选中流程中的*采集模块*或*逻辑工具模块*，可在结果显示区查看模块数据处理的历史结果。

  说明
  采集模块的当前结果即模块输出的图像，已在预览窗口实时展示，无需实时关注的额外信息，因此结果显示区域仅展示这些模块的历史结果；逻辑工具模块同理，该类型模块的输出为流程的走向或判断结果，无需实时关注，因此不在此处展示这些信息。

  以下动图以图像源模块为例展示其历史结果。历史结果信息包括执行序号、执行时间和模块数据（即模块输出的数据）。

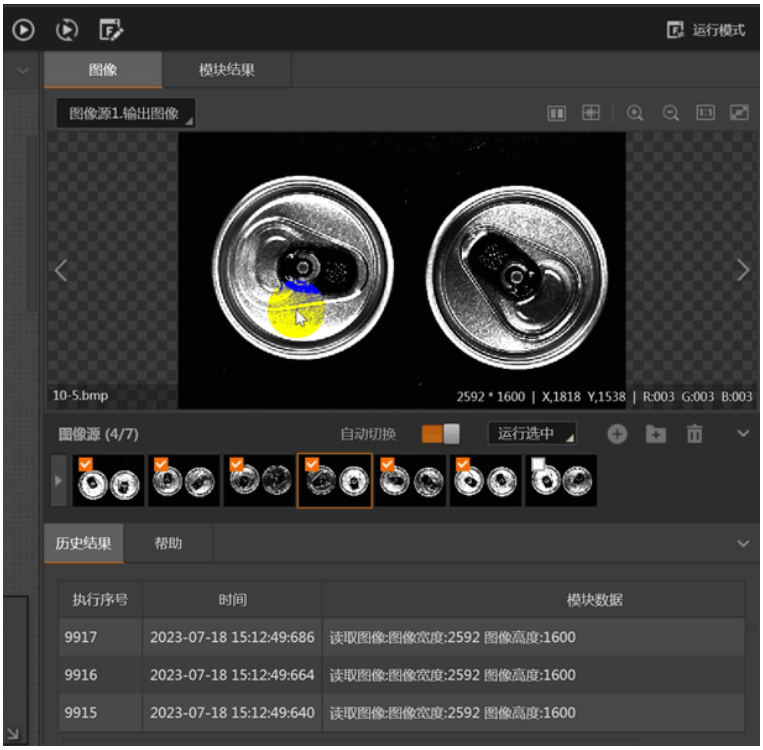


图10-19 仅历史结果

- **选中其他模块时**
  执行流程时，如果选中流程中除采集和逻辑工具以外类型的模块，可在结果显示区查看模块数据处理的当前结果和历史结果。以下动图以*Blob分析*模块的结果显示为例。

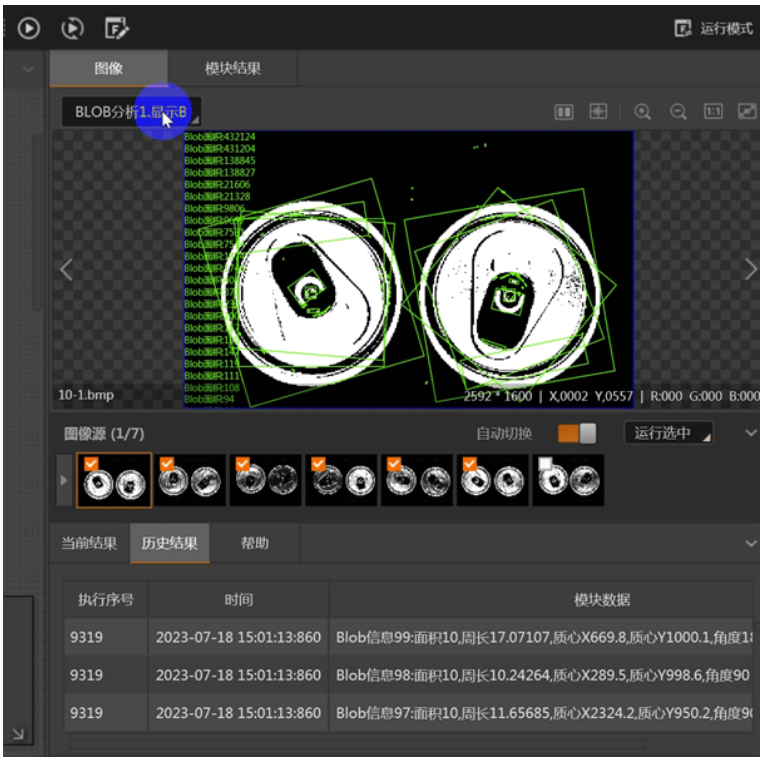


图10-20 当前结果和历史结果

选中全局相机时

当在流程编辑区选中某个全局相机时（见如下动图），可在结果显示区配置全局相机的常用参数。

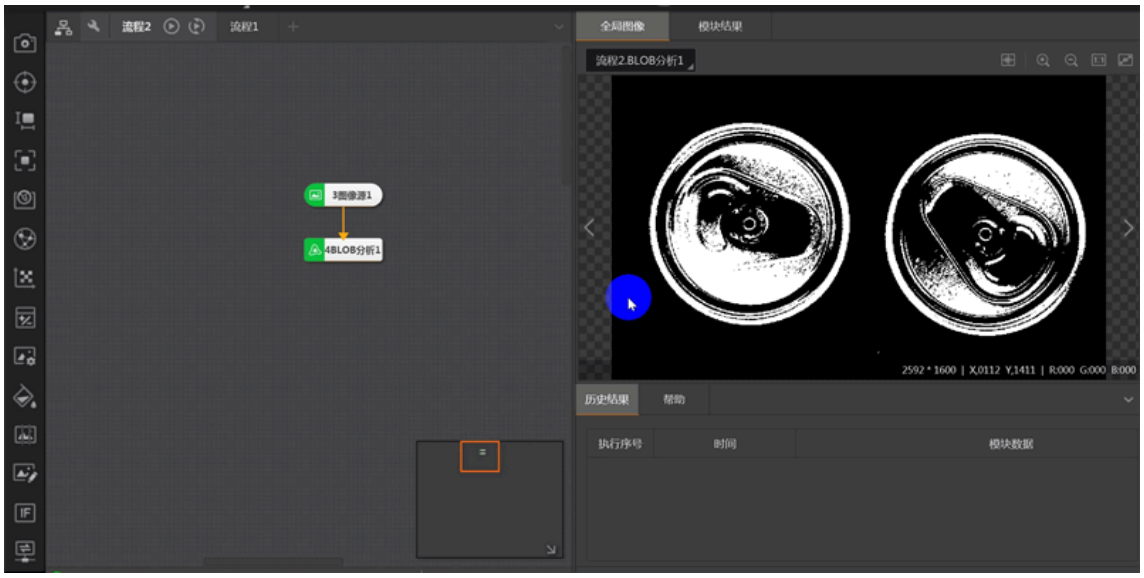


图10-21 全局相机常用参数展示

选中某个数据队列时

当在流程编辑区选中某个已配置完成的数据队列时（见如下动图），可在结果显示区查看数据队列接收到的各队列数据。

说明

数据队列相关配置及其使用示例，请参见*数据队列*及其子章节。

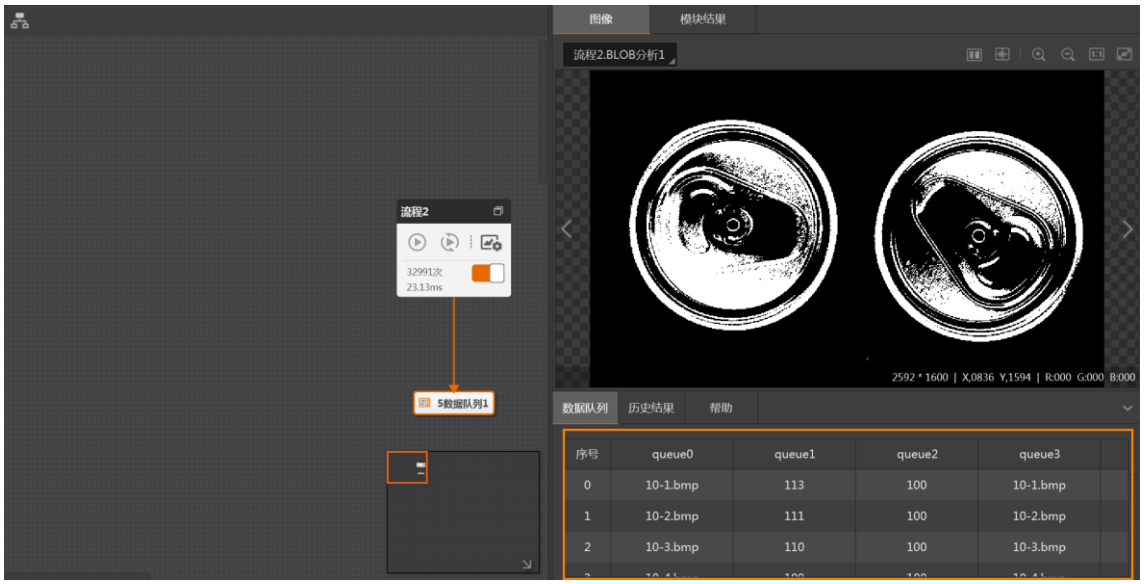


图10-22 数据队列信息

帮助信息

在流程编辑区选中某个模块、全局相机或数据队列，均可查看对应的简要帮助信息。

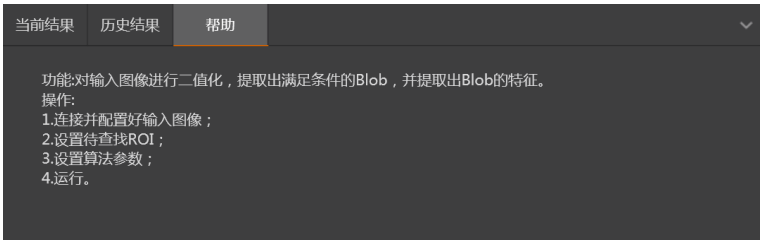


图10-23 模块的帮助信息（以Blob分析为例）

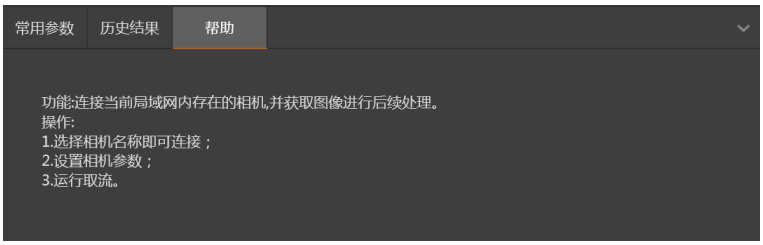


图10-24 全局相机的帮助信息

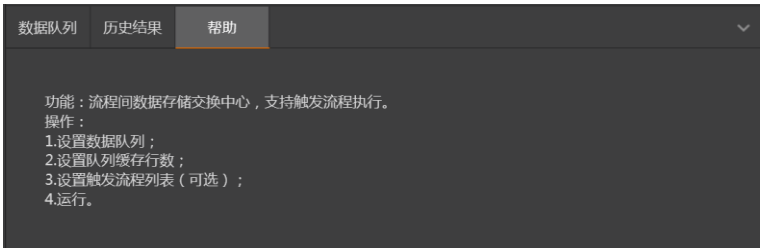


图10-25 数据队列的帮助信息

10.2 运行单个方案

单个方案的正式运行分为两种方式，即直接在运行界面运行和导出程序运行。

说明

可在菜单栏的*设置* → *运行策略*中设置方案运行时CPU、GPU、内存和网络使用率资源如何合理安排，详情参见*运行策略*。

本节内容包含：

- *在运行界面运行*
- *导出运行界面并运行*

10.2.1 在运行界面运行

本节介绍如何在运行界面运行方案。根据是否已添加*运行控制*控件，运行方式存在些许差异。

已添加“运行控制”控件

若已在运行界面添加*运行控制*控件：

1. 单击主界面右上角的*运行模式*切换至运行界面。
2. 单击运行界面上的*运行控制*即可运行方案。

未添加“运行控制”控件

若未在运行界面添加*运行控制*控件：

1. 在主界面上单击连续运行方案。
2. 单击主界面右上角的*运行模式*切换至运行界面。

切换后，方案在运行界面连续运行。

10.2.2 导出运行界面并运行

运行界面设计中支持导出C#开发语言的程序。导出程序后，可直接运行，也可直接通过二次开发自定义运行界面。通过该方式运行方案，可降低软件对计算机资源的利用率。

前提条件

软件未开启权限，或开启权限后以管理员角色进入运行界面设计窗口。

操作步骤

1. 单击*运行界面设计*窗口右上角的*导出*。
2. **名称**处输入自定义的程序名称。
3. **图标**处设置导出程序的图标，仅支持ico格式，默认为我司软件logo。
4. **选择类型**处选择导出程序的形式，可选exe、vmCodeProject和exe+vmCodeProject三种类型。
   - 选择**exe**时，仅导出生成的程序。
   - 选择**vmCodeProject**时，仅导出工程文件和对应的代码文件。
   - 选择**exe+vmCodeProject**时，以上程序和文件均会导出。
5. 选择**工程类型**，可选wpf或winform。
6. **存储路径**处选择自定义存储的路径。
7. 单击**导出**即可生成程序。

说明

导出程序时，整体耗时较长，请耐心等待。

示例

假设以**名称**为test、**选择类型**为exe+vmCodeProject、**工程类型**为wpf方式导出程序，导出程序的文件夹下各文件具体含义如下图所示。

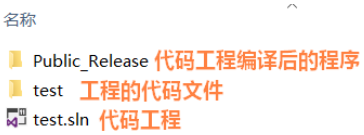


图10-26 导出程序的文件说明

可通过test.sln文件对运行界面进行二次开发，生成后的exe在public_release文件夹下，双击运行即可。

10.3 自动切换方案并运行

除了手动运行方案，VM3D也支持自动切换并运行方案。该功能适用于“通过通信设备自动控制方案运行”的业务场景。

前提条件

已添加并配置通信设备，详情参见*配置通信设备*。

操作步骤

1. 进入方案自动切换配置界面。

- **选项1**：在主界面菜单栏进入*设置* → *方案设置*。
- **选项2**：在*运行界面设计*窗口单击右上角的☰，并选择*方案管理*，打开如下窗口。

图10-28 方案切换配置窗口

2. 配置方案切换数据。
   1) 单击**方案路径**输入框右侧的🗁选择需加载的方案文件。

      说明

      若该方案设置了密码，则在**方案密码**输入框中输入正确的密码；若未设置密码，则无需填写。
   2) 在**通信字符串**输入框中输入可触发方案切换的字符串内容。

      注意

      - 字符串内容支持阿拉伯数字、字母和汉字，但不支持符号。
      - 请务必确保不同方案的字符串内容不一致。
   3) 开启*通信切换*。

      若不开启，配置不生效。换言之，VM3D接收到字符串内容时，无法自动切换至对应的方案。
3. **可选操作**:单击⊞添加更多方案配置数据，并重复步骤2进行配置。

结果说明

VM3D接收到来自于通信设备的指定字符串后，在运行界面自动切换方案。

注意

该方案切换配置与工控机绑定，在工控机A中设置的方案切换策略仅在工控机A中生效，不会随方案在工控机B中生效。若更换工控机运行方案，请重新配置。

说明

可在菜单栏的*设置* → *运行策略*中设置方案运行时CPU、GPU、内存和网络使用率资源如何合理安排，详情参见*运行策略*。

第 11 章 方案示例

本章节展示VM3D安装路径下（..\Applications\Samples）的部分方案搭建实践案例，旨在加速您对相关功能点和操作的掌握进程，并降低方案搭建难度。您可参考这些案例快速熟悉VM3D的相关能力集。面对实际业务需求时，您也可借鉴这些案例设计出贴合需求的方案。

11.1 3D实际综合案例

本章节对方案示例路径下“实际综合案例应用展示”文件夹下的方案示例进行简要解读。

- *插针缺陷检测*
- *方案搭建步骤*

11.1.1 插针缺陷检测

本节介绍如何搭建插针（PIN针）检测方案的实际案例。

本节包含如下内容：

- *检测需求*
- *方案搭建思路*
- *方案搭建步骤*

检测需求

本节介绍某产线对车载连接器的PIN针（共28根针）进行缺陷检测场景的主要检测需求。

图11-1 工件深度图

图11-2 工件点云

表11-1 检测需求

需求名称	需求描述
位姿矫正	产线上该部件的摆放位姿存（包括水平面上的摆放位置和摆放的高度）在变化，方案需提供位姿纠偏的能力。
断针检测	该产品的插针可能出现断针的缺陷，方案需提供识别该缺陷的能力。
PIN针位置偏离检测	该产品的插针可能出现位置偏离预期的问题，方案需提供识别该缺陷的能力。
PIN针歪斜检测	该产品的插针可能出现针管歪斜的缺陷，方案需提供识别该缺陷的能力。

方案搭建思路

位姿矫正

- 通过**位置修正**修正部件在水平面上（x和y轴方向）的偏移。
- 通过**位置修正-深度图**修正部件在高度上（z轴方向）的偏移。

PIN针的3项缺陷检测

在检测缺陷前，需要通过**BLOB分析**将“针尖”从图像中提取为BLOB，忽略图像中部件的其他信息。 “针尖”可理解为高度值在一定范围内的图像数据。

- 断针检测：如果存在断针，那么该缺陷所在的PIN针将无法被提取为BLOB。 可通过**BLOB分析**输出的BLOB数量判断，如果BLOB数量少于PIN针数量，则说明存在断针。
- PIN针位置偏移检测：如果PIN针的位置存在偏移，那么“针尖”BLOB也将偏移。BLOB偏移可通过**配准定位**检测。
- PIN针歪斜检测：如果PIN针歪斜，那么“针尖”BLOB将偏移。BLOB偏移可通过**配准定位**检测。

方案搭建步骤

本节对该流程搭建的关键步骤进行简要解读。

基于上述搭思路，最终搭建的流程如下图所示。

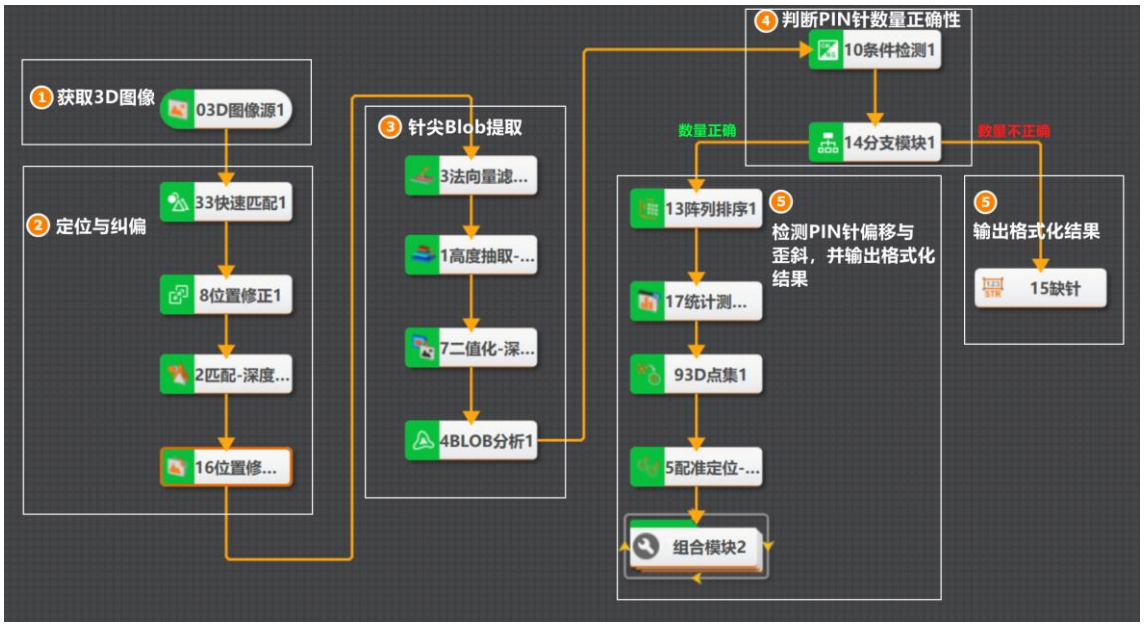


图11-3 方案流程

说明

上图中的各编号部分，分别对应如下的5个实现步骤。

操作步骤

1. 获取3D图像数据（该方案下为激光轮廓传感器深度图）。调用*3D图像源*模块即可获取。
2. 实现对工件的摆放位置和高度的纠偏。
   1) 调用*快速匹配*模块在图像画面中搜索并匹配工件。该模块可通过设置设置特征模板（见下图），并基于特征模板匹配图像目标（此处的匹配并不考虑工件的高度信息）。

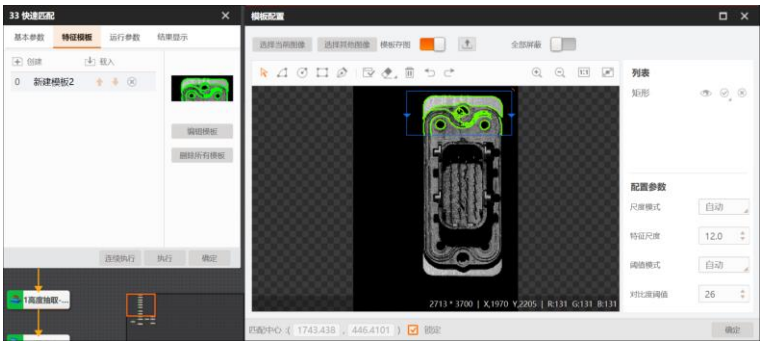


图11-4 特征模板设置

   2) 调用*位置修正*模块修正工件在x和（或）y轴方向的偏移。
   3) 调用*匹配-深度图*模块，对工件在z轴方向（即高度方向）的位姿进行对比，获取偏移信息。
   4) 调用*位置修正-深度图*模块修正工件在z轴方向的偏移。
3. 实现对针尖Blob的提取。
   1) 调用*法向量滤除-深度图*模块去除工件画面的噪点，凸显PIN针的针尖部分，便于后续的针尖BLOB提取。

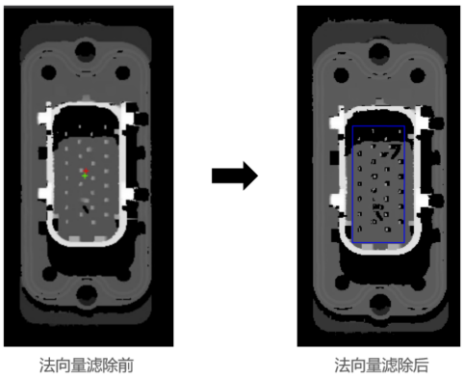


图11-5 法向量滤除效果

2) 调用*高度抽取-深度图*模块，将针尖的高度区间的数据抽取出，其余深度数据视为无效数据。

图11-6 高度抽取-深度图

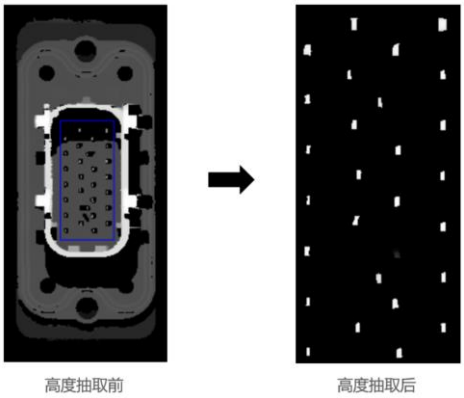


图11-7 高度抽取效果

3) 调用*二值化-深度图*模块，将深度图进行二值化操作，输出针尖的二值化图像。

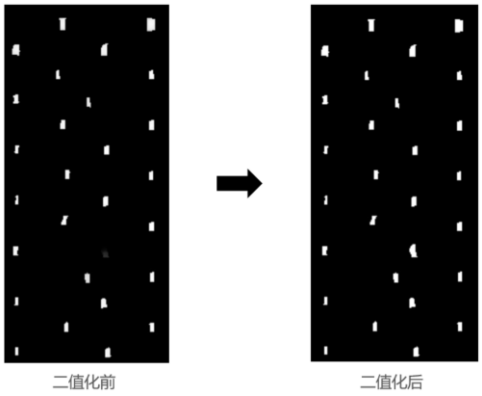


图11-8 二值化效果

4) 调用*BLOB分析*模块，提取针尖的BLOB，并输出BLOB的特征（BLOB数量、单个BLOB面积、总面积等）。

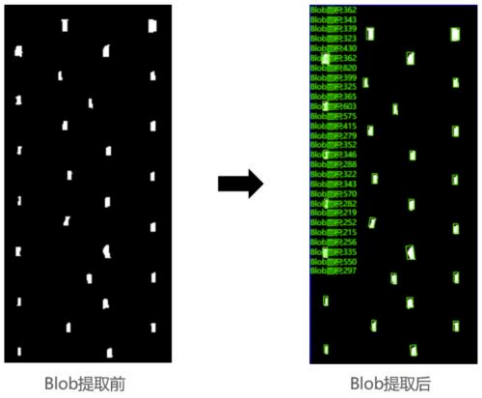


图11-9 Blob提取

4. 基于上一步提取的BLOB数量判断PIN针数量是否正确，并根据判断结果进行分类处理。
   1) 调用*条件检测*模块，判断针尖BLOB的数量是否为28个。

图11-10 条件检测

2) 调用*分支模块*，定义后续的流程如何分支。此处分支的逻辑为：
   - 如果针尖BLOB数量并非28,（即**条件输入值**为0时，见下图），则执行ID为15的模块。
   - 如果针尖BLOB数量为28（即**条件输入值**为1时，见下图），则执行ID为13的模块。

图11-11 分支模块

5. 基于上一步的判断结果进一步进行视觉处理。
   - 如果PIN针数量并非28，则直接通过*格式化*输出格式化结果。
   - 如果PIN针数量为28，则检测PIN针是否存在位置偏移和歪斜。涉及模块的作用分别如下：
     - *统计测量-深度图*和*3D点集*：获取针尖的关键点并输出点集。
     - *配准定位-深度图*：基于输入的点集检测针尖是否存在偏移。

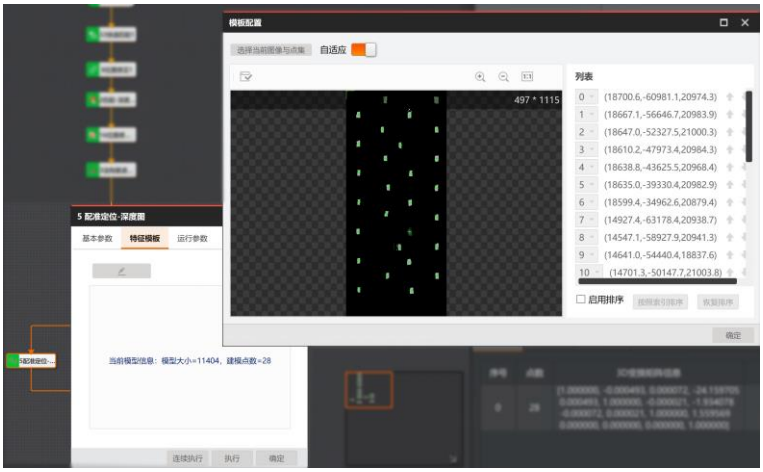


图11-12 配准定位-特征模板配置

   - 组合模块2（即*Group*）：由*条件检测*和*格式化*组合而成，用于判断是否存在针尖位置偏移，并输出格式化的结果。此处的**条件检测**，基于设置的偏移允许范围（见下图的3个float数据），判断针尖是否存在偏移过大的缺陷。

图11-13 21001组合模块

结果说明

最终检测效果如下。

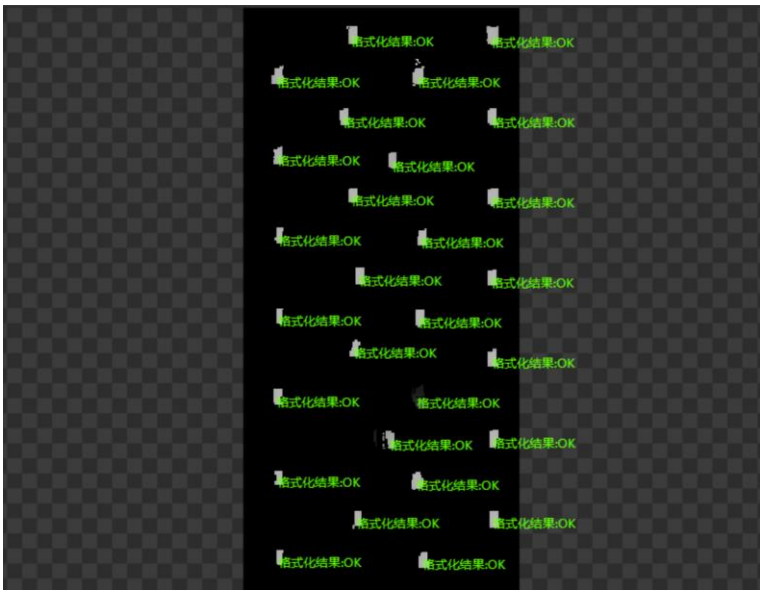


图11-14 检测结果示例

11.1.2 周边焊缝检测

本节介绍基于VM3D的周边焊缝检测案例。

本节包含如下内容：

- *检测需求*
- *方案搭建思路*
- *方案搭建步骤*

检测需求

本节介绍焊缝检测场景的主要检测需求。
工件周边焊接完成后，需要检测焊痕外观是否存在爆点、凹坑、断焊、虚焊、偏位、翻边缺陷。

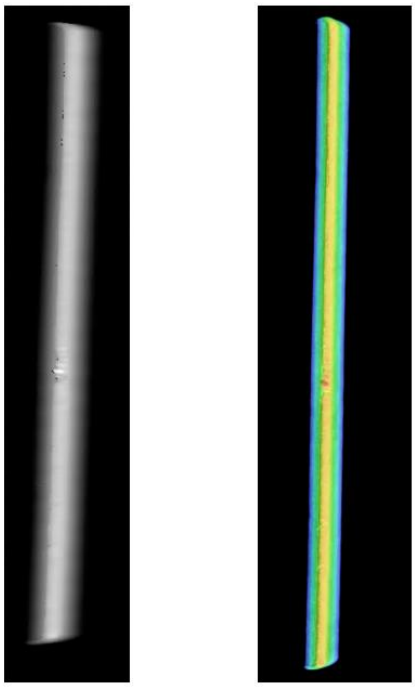


图11-29 焊痕外观缺陷检测

方案搭建思路

本节介绍焊缝检测方案的搭建思路。

1. 图像预处理与建立坐标系。
   首先需要导入焊缝图像，并对图像进行定位、修正等处理，确保图像采集的准确性和一致性。随后建立坐标系并将深度图旋转至焊缝中心点竖直向上，简化后续处理难度。此部分在VM3D中实现如下。

图11-30 图像预处理

2. 焊缝轮廓提取与拟合。
通过特征定位精确定位每行轮廓的焊缝顶点，提升在复杂背景和光线条件下的识别准确性。随后通过拟合差分将实际焊缝与理想焊缝拟合对比，输出差分图像，直观展示焊缝偏差。此部分在VM3D中实现如下。

图11-31 焊缝轮廓提取与拟合

3. 缺陷检测。
将差分图像进行二值化处理，通过阈值优化策略，有效区分焊缝缺陷区域与正常区域。随后运用二值图像中的连通域分析（Binary Large Object, BLOB）技术，自动识别并标记出缺陷位置、大小和数量等关键参数，为后续评估提供数据基础。此部分在VM3D中实现如下。

图11-32 缺陷检测

方案搭建步骤

焊缝检测方案流程如下。

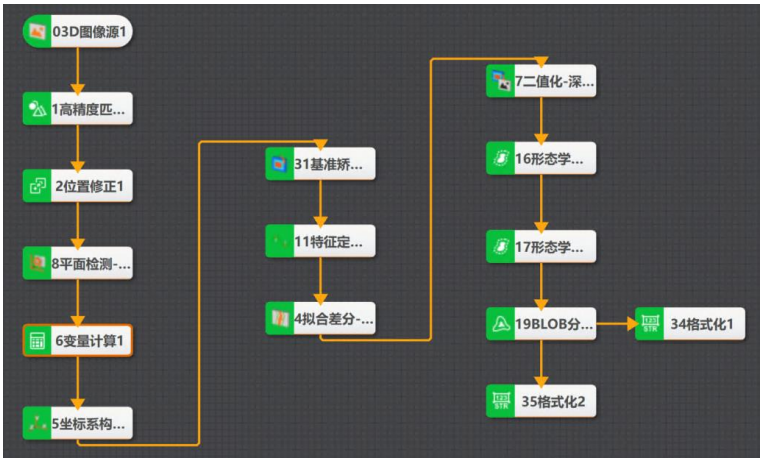


图11-33 方案流程

操作步骤

1. 图像预处理与建立坐标系。
   1) 调用*3D图像源*模块，导入焊缝图像。
   2) 调用*高精度匹配*、*位置修正*、*平面检测-深度图*和*变量计算*模块，实现模板匹配、定位等图像预处理操作。
   3) 调用*坐标系构建-深度图*模块，建立坐标系。
2. 焊缝轮廓提取与拟合。
   1) 调用*基准矫正-深度图*和*特征定位-轮廓图*模块，矫正深度图并精确定位焊缝轮廓顶点。
   2) 调用*拟合差分-轮廓图*模块，将实际焊缝与理想焊缝拟合对比，输出差分图像。

      差分图像如下图所示。

图11-34 差分图像

3. 缺陷检测。
   1) 调用*二值化-深度图*和*形态学处理*模块，区分焊缝缺陷区域与正常区域。

      输出图像如下图所示。

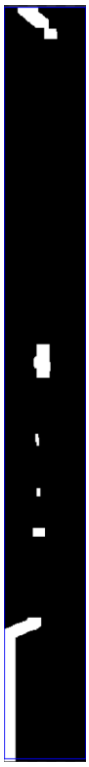


图11-35 焊缝缺陷区域与正常区域

2) 调用*BLOB分析*和*格式化*模块，识别并标记出缺陷位置、大小和数量等关键参数。检测结果如下图所示。

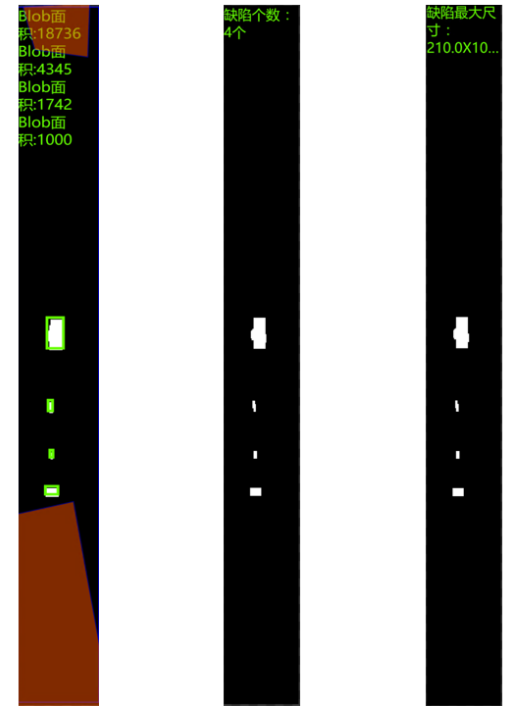


图11-36 焊缝检测结果

11.2 其他

本章节简单介绍方案示例路径下的“软件功能展示”文件夹中的部分方案示例。

- *平整度检测*
- *点面距离测量*

11.2.1 平整度检测

本节介绍基于VM3D算法开发平台的平整度检测案例。
本节内容包含：

- *检测需求*
- *方案搭建思路*
- *方案搭建步骤*

检测需求

本节介绍某产线对某设备部件的平整度进行检测场景的主要需求。

- 创建基准：产线上，该部件的摆放位姿存在变化，方案需通过创建基准框选拟合区域。
- 拟合平面：方案需将拟合区域中的点拟合为平面。
- 检测平整度：方案需能够检测拟合平面的平整度。

方案搭建思路

创建基准

通过**几何创建**选取拟合平面基准位置。

获取拟合点

- 获取单点：可通过**统计测量-深度图**分别获取框选区域中符合需求的点。
- 组合拟合点：可通过**点集**，将获取的点组合为点集。

平整度检测

拟合平面和检测：可通过**平面拟合**，将拟合点集拟合为平面，并输出拟合平面的平整度数据。

方案搭建步骤

方案流程概览如下图所示：

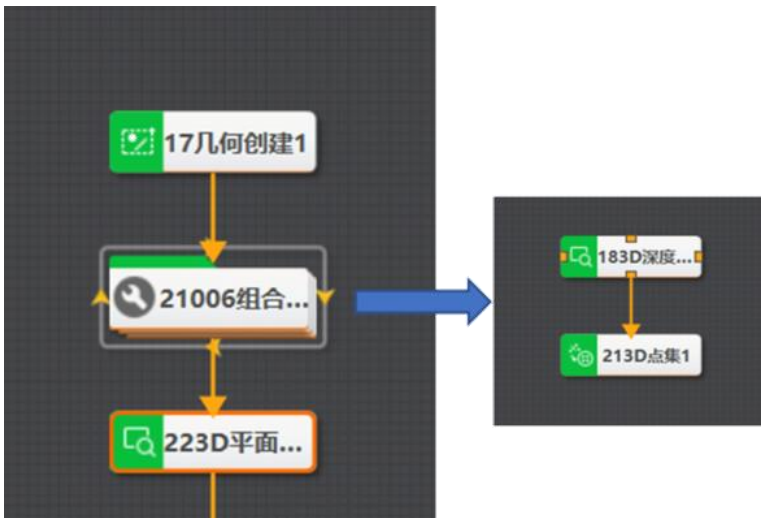


图11-45 方案流程

操作步骤

1. 创建基准。调用*几何创建*模块框选拟合平面基准区域。

图11-46 框选拟合平面基准区域

2. 获取拟合点集。使用*统计测量-深度图*模块和模块，将ROI所框选区域按照设定形成点集。
   1) 在*Group*模块中，调用*统计测量-深度图*，获取各个ROI中，符合要求的点。
   2) 调用*3D点集*模块，将上一步中获取的点组合为点集。

说明

在组合模块中将循环次数订阅为*几何创建*中矩形的个数。

图11-47 订阅循环次数

3. 拟合平面并检测拟合平面的平整度。调用*平面拟合*模块。

   方案执行结果如下图，输出相关信息。

平面方程系数A	平面方程系数B	平面方程系数C	平面方程系数D	平面检测状态	拟合误差	平整度
-0.022	0.003	1.000	22658.520	1.000	72.442	156.979

图11-48 方案执行结果

11.2.2 点面距离测量

本节介绍基于VM3D算法开发平台的点面距离检测案例。
本节内容包含：

- *检测需求*
- *方案搭建思路*
- *方案搭建步骤*

检测需求

本节介绍测量部件上针脚点到某平面距离的主要需求。

- 获取检测平面：方案需要能够识别选区内的平面。
- 获取检测点：方案需获取需要检测的点。
- 判断距离：方案需距离是否能够检测拟合平面的平整度。

方案搭建思路

获取检测平面

通过**平面检测-深度图**，识别需测量的距离的平面。

获取检测点

通过**统计测量-深度图**，获取待检测点的相关信息。

判断距离

- 通过**点面测量-深度图**，测量检测点到基准平面的距离。
- 通过**条件判断**，判断距离是否符合要求。

方案搭建步骤

整体方案的示例流程如下图所示。

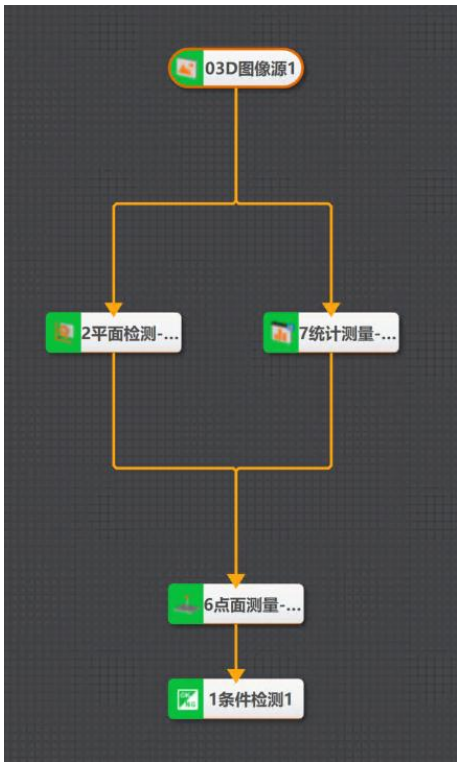


图11-53 整体方案搭建

操作步骤

1. 获取3D图像数据（该方案下为激光轮廓传感器深度图）。调用*3D图像源*模块即可获取。
2. 获取检测平面。调用*平面检测-深度图*模块，在图像画面中绘制进行检测的ROI区域并拟合待检测平面。
3. 获取待检测点。调用*统计测量-深度图*模块，筛选出待检测点。
4. 测量点面距离。调用*点面测量*模块，分别订阅**平面检测-深度图**和**统计测量-深度图**输出的平面和检测点数据。

图11-54 点面测量效果

5. 判断距离是否符合要求。调用*条件检测*并配置相应内容即可判断。

第 12 章 软件通用设置

您可通过主界面菜单栏中的*设置*选项进行软件全局的通用设置，包括权限设置、方案设置和运行策略设置等。

12.1 权限设置

权限设置可导入或导出权限信息，也可设置不同角色人员（包括管理员、技术员和操作员）的权限及密码。

权限导入导出

可对当前软件权限设置模块的配置以txt格式文档进行*导入*或*导出*。

启用加密

打开*启用加密*时，需设置管理员密码。设置后可启用管理员角色的权限管理，软件将以管理员角色登录并操作。点击**修改密码**处的*修改*，并输入管理员的旧密码和新密码后即可完成管理员密码的修改。

说明

设置密码时，数字或字母可任意组合，长度需为3~15位。技术员和管理员密码设置也需遵循该原则，后续不再赘述。

软件以管理员角色运行时，可对所有功能进行设置，且可设置技术员和操作员的权限。

技术员权限设置

技术员可配置管理员指定的模块参数和编辑前端运行界面，仅管理员可设置技术员权限相关内容。

- 技术员权限：开启后，可设置技术员密码和权限分配，软件以技术员角色登录并操作。
- 技术员密码：设置技术员角色的密码，密码设置原则与管理员密码一致。
- 权限分配：点击*配置*可对技术员支持操作的工具模块进行自定义权限分配。若勾选*开放所有工具*，则所有工具模块均可配置。

图12-1 权限分配

操作员权限设置

操作员只能对前端运行界面的按钮点击操作，管理员和技术员均可设置操作员的权限。

- 操作员权限：开启后，可设置操作员密码和权限分配，软件以技术员角色登录并操作。
- 操作员密码：设置操作员角色的密码，密码设置原则与管理员密码一致。
- 操作员使能：启用该功能并以操作员身份登录运行界面时，运行界面内部控件可正常操作；否则，运行界面内部控件只可查看不能操作。

软件登录角色切换

完成各个角色的权限设置后，软件右上角会显示当前登录的角色信息。点击当前登录的角色，选择*切换角色*可切换登录的角色，此时输入对应角色的正确密码方可登录。

图12-2 切换角色

12.2 软件设置

软件设置可进行启动加载设置、撤销重做设置以及其他高级设置。

启动加载设置

可对软件、运行界面以及文件等自动加载进行相关配置。

开机软件自启动

PC开机后达到指定时间软件自动启动。此时需设置**延时启动**时间。

默认运行界面

软件开启后默认显示运行界面。

运行界面独立启动时最大化

启用*默认运行界面*的情况下，运行界面最大化呈现。

自动加载指定方案

打开软件时，根据设置自动加载方案。启用该功能时，需设置以下参数：

载入路径

单击选择需自动加载方案的路径。

方案密码

若加载的方案已设置加密，需输入正确的方案密码，否则无法打开。

启动状态

可选**静默执行**、**连续执行**或**不执行**。选择静默执行时，加载方案后单次执运行一次；选择连续执行时，加载方案后连续运行；选择不执行时，即不静默执行。

选择身份

当软件开启权限设置时，需选择方案加载的身份，可选管理员、技术员和操作员。若软件未开启权限设置，则不显示该参数。

自动加载最近打开方案

打开软件时，会自动加载最近打开方案列表中的第一个方案。启用该功能时，需设置以下参数。

启动状态

可选方案打开时的启动状态。可选**静默执行**、**连续执行**或**不执行**。

说明

自动加载指定方案和**自动加载最近打开方案**功能不可同时使用。

撤销重做设置

缓存步数设置

可设置快捷工具条中*撤销*和*重做*功能最多可缓存的步数，上限为15。

高级设置

模块最大数量

可设置方案允许拖入的模块最大数量，上限为2048。

说明

修改**模块最大数量**后，软件需要重启才能生效。

静默执行

可设置手动加载方案运行是否启运一次静默执行。

说明

设置***静默执行***后，软件需要重启才能生效。

修改参数自执行

开启该功能后，修改绘制的ROI或运行参数时可自动展示出该模块对应的图像效果，订阅的参数不支持此功能。

开启此功能时，还可设置是否**修改模型自执行**。

修改模型自执行

开启该功能后，在模型参数配置界面修改对应参数时，模型参数会立即生效。

流程延时

可设置流程执行完一次，延时多长时间执行下一次。

图像高质量渲染

开启后，会关闭图像下采样，视觉效果更好，但也会增加渲染耗时和CPU占用。

12.3 方案设置

方案设置可进行方案管理、回调设置和自动保存设置。

图12-3 方案设置

方案管理

可配置通信字符串，软件收到指定的字符串后自动切换方案。更多详情，请参见*自动切换方案并运行*。

回调设置

点击*全部打开*开启回调后，支持方案的回调。若要关闭回调，则需通过SDK二次开发接口进行设置。

自动保存设置

启用*自动保存设置*功能后，软件每5分钟检查模块运行参数是否有更新。若有改动，则将数据保存在方案文件的同级目录下。

12.4 运行策略

运行策略可设置软件运行时CPU、GPU、内存和网络使用率资源如何合理安排等。

运行模式

可选**普通模式**和**诊断模式**。

- 普通模式：当CPU、GPU、内存和网络使用率中任意一项过高时，软件不会告警提示；
- 诊断模式：当CPU、GPU、内存和网络使用率中任意一项过高时，软件会进行告警提示。

策略模式

可选**默认**、**自定义**和**耗时稳定**。

- 默认：该模式下，所有流程集中调度，线程数量与CPU核数自动分配；
- 自定义：该模式下，可针对各个流程进行**线程配置**以及**CPU配置**，一般在流程耗时波动较大或CPU占用较高时使用；
- 耗时稳定：该模式下，每个流程的任务在同一线程中以串行方式执行。

第 13 章 工具介绍

VM3D算法开发平台中集成多种工具，不同工具的用途和功能有所差别。

- *静态标定*：可根据界面引导快速完成静态标定、动态标定或映射标定。
- *标定板生成工具*：可自定义生成标定板图纸。
- *自定义模块生成工具*：可自定义生成模块，并在软件中进行使用。
- *运行异常采集机器人工具*：可检测软件运行的环境，并提供修复功能。
- *版本切换工具*：当PC上安装了多个版本的VM3D算法开发平台时，使用该工具可切换当前使用的版本。
- *读取加密狗序列号工具*：可读取加密狗的序列号。

13.1 创建一键标定引导

通过菜单栏的*工具*可打开*创建一键标定引导*。该工具通过步骤引导的方式，可快速完成一键标定的复杂操作流程。

根据实际需求选择**标定类型**后，点击*创建*即可进入标定的引导配置流程。

工具支持3种标定类型，具体如下：

- *静态标定*：通过静止的单相机和标定板确定图像坐标系和物理坐标系之间的转换关系。
- *动态标定*：通过特征点的移动确定图像坐标系和物理坐标系之间的转换关系以及旋转中心。
- *映射标定*：通过特征点确定两个相机之间图像坐标系的转换关系。

13.1.1 静态标定

静态标定主要通过标定板标定模块实现标定。

前提条件

通过*创建一键标定引导*工具选择**静态标定**并*创建*，从而进入引导配置界面。

操作步骤

1. 完成*通信配置*的设置。
   1) 点击**设备管理**处的*配置*可快速打开*通信管理*，添加并配置外部通信设备。

      说明

      开始标定前需在通信管理中启用选择的设备。

   2) 在**设备选择**处选择需关联的通信设备。

      说明

      此处仅支持选择TCP或UDP类型的设备。

   3) 在**触发信号**处配置控制流程执行的字符串信息。
   4) 根据实际需求选择是否*使用结束符*。若使用，还需下拉选择结束符，可选\r（回车）、\n（换行）、\r\n（回车换行）。
2. 点击 *下一步*进入*图像来源*，并完成配置。

1) 点击**相机管理**处的*配置*可快速打开*相机管理*，添加并配置全局相机。
2) 点击*图像源配置*对*图像源*模块进行配置。

3. 点击 *下一步*进入*标定方式*，并完成配置。
   1) 选择**标定方式**，当前仅支持标定板标定的方式。
   2) 点击*标定板标定*对*标定板标定*模块进行配置。
4. 完成前3步操作后，点击 流程模式 可查看该标定流程中的模块搭建及配置情况。
5. 点击 *下一步*进入*结果查看*，进行标定并生成标定文件。
   1) 勾选*开始标定*。
   2) 通过选择的外部设备发送特定的触发信号，此时开始标定并显示信号内容和结果状态。

> 说明
> 发送触发信号时，需确保通信管理的设备列表处已启用该设备，并通讯正常。

   3) 点击*生成标定文件*可另存为标定文件，*标定矩阵*处也会显示具体信息。

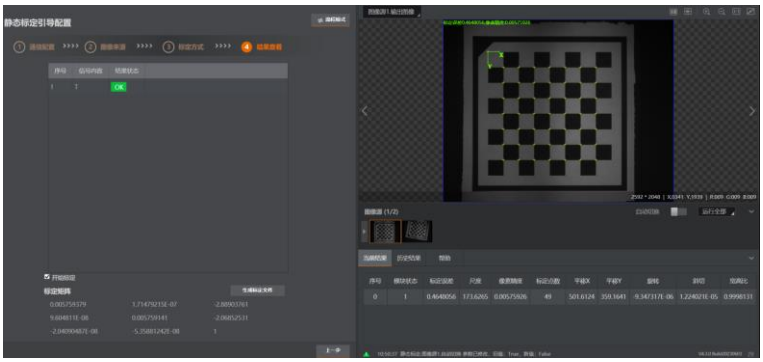


图13-1 静态标定的结果查看

后续处理

完成标定后，可将生成的标定文件在标定等相关模块中进行加载使用。

13.1.2 动态标定

动态标定主要通过N图像标定或N点标定模块实现。

前提条件

通过*创建一键标定引导*工具选择**动态标定**并*创建*，从而进入引导配置界面。

操作步骤

1. 完成*通信配置*的设置。
   1) 点击**设备管理**处的*配置*可快速打开*通信管理*，添加并配置外部通信设备。

> 说明
> 开始标定前需在通信管理中启用选择的设备。

   2) 在**设备选择**处选择需关联的通信设备。

说明

此处仅支持选择TCP或UDP类型的设备。

3) 在**通信信号**处分别配置**开始信号**、**标定信号**、**结束信号**和**示教信号**的**输入**。

说明

- **标定信号**处的X、Y和R分别为物理坐标点的横坐标、纵坐标和角度，根据实际情况输入即可。
- **OK输出**和**NG输出**处分别呈现各个信号OK或NG时输出给外部通信设备的信号。

4) 根据实际需求选择是否*使用结束符*。若使用，还需下拉选择结束符，可选\r（回车）、\n（换行）、\r\n（回车换行）。

2. 点击 *下一步*进入*图像来源*，并完成配置。
   1) 点击**相机管理**处的*配置*可快速打开*相机管理*，添加并配置全局相机。
   2) 点击*图像源配置*对*图像源*模块进行配置。
3. 点击 *下一步*进入*标定方式*，并完成配置。
   1) 选择**标定方式**，可选标定板标定或特征点标定。

      选择不同的标定方式，操作有所差别。

      - 选择标定板标定时，点击*N图标定*对*N图像标定*模块进行配置。
      - 选择特征点标定时，往下执行子步骤。

   2) 点击**模块配置的**的选择特征点由哪些模块提供，可添加多个。点击添加的模块，可对模块进行配置。
   3) 点击*N点标定*对*N点标定*模块进行配置。
4. 完成前3步操作后，点击 流程模式 可查看该标定流程中的模块搭建及配置情况。

说明

点击右上角的 引导模式 可返回引导配置模式。

5. 点击 *下一步*进入*结果查看*，进行标定并生成标定文件。
   1) 勾选*开始标定*。
   2) 通过选择的外部设备发送特定的触发信号，此时开始标定并显示信号内容和结果状态。

      说明

      发送触发信号时，需确保通信管理的设备列表处已启用该设备，并通讯正常。

   3) 点击*生成标定文件*可另存为标定文件，*标定矩阵*处也会显示具体信息。

后续处理

完成标定后，可将生成的标定文件在标定等相关模块中进行加载使用。

13.1.3 映射标定

映射标定主要通过映射标定模块实现。

前提条件

通过*创建一键标定引导*工具选择**映射标定**并*创建*，从而进入引导配置界面。

操作步骤

1. 完成*通信配置*的设置。
   1) 点击**设备管理**处的*配置*可快速打开*通信管理*，添加并配置外部通信设备。

      说明

      开始标定前需在通信管理中启用选择的设备。

   2) 在**设备选择**处选择需关联的通信设备。

      说明

      此处仅支持选择TCP或UDP类型的设备。

   3) 在**通信信号**处分别配置**主相机触发信号**、**从相机触发信号**和**示教信号**。
   4) 根据实际需求选择是否*使用结束符*。若使用，还需下拉选择结束符，可选\r（回车）、\n（换行）、\r\n（回车换行）。
2. 点击*下一步*进入*图像来源*，并完成配置。
   1) 点击**相机管理**处的*配置*可快速打开*相机管理*，添加并配置全局相机。
   2) 点击*主相机图像源配置*和*从相机图像源配置*分别对主从相机的*图像源*模块进行配置。
3. 点击*下一步*进入*标定方式*，并完成配置。
   1) 选择**标定方式**，当前仅支持映射标定的方式。
   2) 点击*映射标定*对*映射标定*模块进行配置。
4. 完成前3步操作后，点击 ⇌ 流程模式 可查看该标定流程中的模块搭建及配置情况。

   说明

   点击右上角的 ⇌ 引导模式 可返回引导配置模式。

5. 点击*下一步*进入*结果查看*，进行标定并生成标定文件。
   1) 勾选*开始标定*。
   2) 通过选择的外部设备发送特定的触发信号，此时开始标定并显示信号内容和结果状态。

      说明

      发送触发信号时，需确保通信管理的设备列表处已启用该设备，并通讯正常。

   3) 点击*生成标定文件*可另存为标定文件，*标定矩阵*处也会显示具体信息。

后续处理

完成标定后，可将生成的标定文件在标定等相关模块中进行加载使用。

13.2 标定板生成工具

标定板生成工具可自定义选择标定板的相关参数，并生成对应的标定板图纸。

前提条件

打开软件，通过菜单栏选择*工具 → 标定板生成工具*进入工具窗口。

操作步骤

1. 根据界面提示依次输入标定板类型、标定板行数、标定板列数、棋盘格间距、是否要生成CAD图纸、是否要生成棋盘格标记等参数值。

   说明

   海康I型标定板和海康II型标定板的具体区别请参见*标定板标定*章节。且扩展型与常规型标定板的区别在于：常规型的行列数最大可设置到255，而扩展型的行列数最大可设置到1000。

2. 通过回车生成标定板图片（.bmp格式文件）以及CAD图纸（.dxf格式文件）。

   说明

   当设置的标定板行数或列数大于50时，不生成标定板图片。

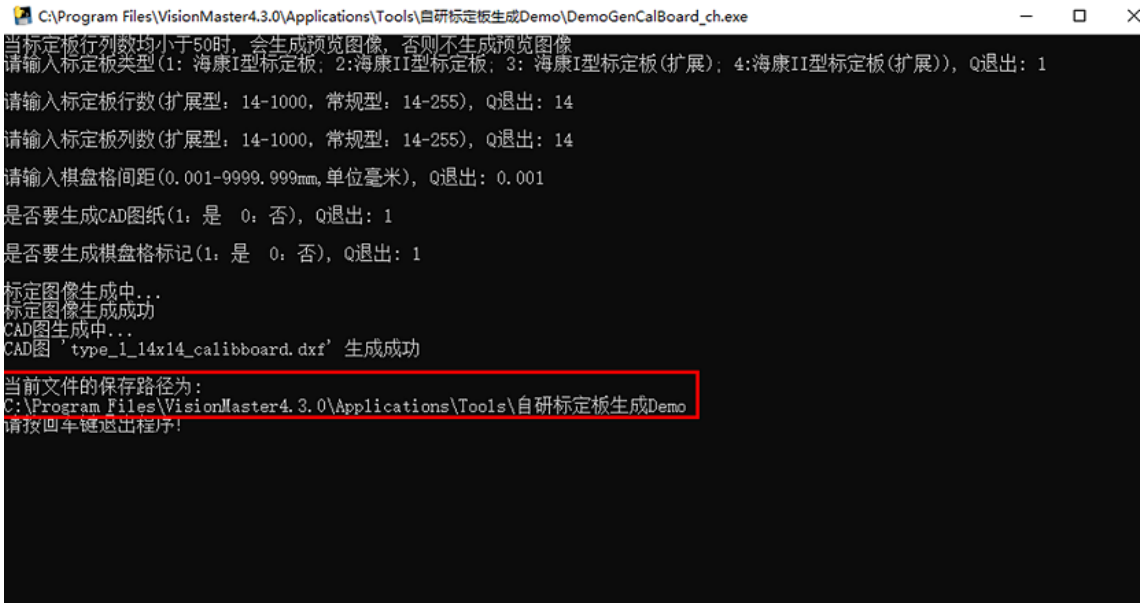


图13-2 标定板生成工具

后续处理

生成标定板图片以及CAD图纸（.dxf格式文件）后，可到如下路径中获取文件：..\Applications\Tools\自研标定板生成Demo。

13.3 自定义模块生成工具

自定义模板生成工具可通过相关配置自定义生成新模块的xml、dll等文件。

前提条件

打开软件，通过菜单栏选择*工具 → 自定义模板生成工具*进入工具窗口。

操作步骤

1. 下拉选择*VM版本*。

   说明

   3.X版本和4.X版本的逻辑架构不同，请根据实际需求选择，推荐使用VM4.X或VM431。

2. 在**基本输入**处填写自定义模块的**模块名称**，并根据模块的基本参数确定是否需要支持**输入图像源**或**位置修正信息**相关设置，勾选需要支持的功能即可。

   说明

   模块名称处只能填写英文。

3. 在**基本输出**处根据模块的输出信息确定是否需要**模块状态**或**输出图像**相关设置，勾选需要支持的功能即可。
4. 点击**自定义输入输出**处的*添加*，在下方表格中设置参数相关内容，如下图所示。
   - 参数名称：设置参数的底层名称，只能为英文。
   - 显示名称：设置参数上层显示的名称。
   - 参数类型：设置参数的类型，可选float、int、string、POINT、LINE和ROIBOX。
   - 输入/输出：设置参数为输入还是输出，可选Input（输入）或Output（输出）。选择Input时，对应模块中的基本参数；选择Output时，对应模块的模块结果。

图13-3 算法模块输入输出XML配置

说明

自定义输入输出处，还可进行其他操作：

- 点击*删除*，可将当前选中的参数行删除。
- 点击*插入*，可在当前选中参数上方插入一行参数。
- 点击*上移*，可将当前选中的参数上移一行。
- 点击*下移*，可将当前选中的参数下移一行。
- 点击*导出*，可将当前自定义输入输出中显示的参数信息以固定模板的iofml格式文件导出。
- 点击*导入*，可导入iofml格式文件中的相关参数。导入时，要求iofml文件的内容需按照导出的iofml文件模板格式进行填写。完成导入后，当前已添加的参数会清空，仅保留导入文件中的参数。

5. 点击**结果显示**处的*更新自定义输出*，则自定义输入输出处设置为Output的参数会自动显示在结果显示的各Tab页。
6. 根据实际需求在结果显示的**当前结果**、**历史结果**以及**文本显示**Tab页中设置需要显示的参数。

说明

三个模块互相独立，需分别设置。

7. 点击*下一步*，进入第二步（算法模块界面XML配置）界面。
8. 在**基本参数**处根据实际情况勾选需要的ROI类型和屏蔽区。

说明

基本参数中的输入图像源和位置修正、以及结果显示的文本显示已在第一步完成设置，此处仅加载设置情况，不可修改。若需修改，可通过点击右下角的*上一步*返回上一步进行相关设置。

9. 点击**自定义运行参数处**的*添加*，在下方表格中设置参数相关内容，如下图所示。
   - 参数类型：设置参数的类型，可选float、int、enumeration、string、bool、floatBetween、intBetween。
   - 参数名称：设置参数的底层名称，只能为英文。
   - 显示名称：设置参数上层显示的名称。
   - 编辑：对参数的相关内容进行设置。不同类型的参数需设置的内容有所不同。
     - float、int：需设置参数的最大值、最小值和默认值；
     - enumeration：需设置显示名称和枚举值；
     - string：需设置最大长度和默认值；
     - bool：需设置默认为True还是False；
     - floatBetween、intBetween：需分别设置参数上限值和下限值的参数名称、显示名称、最小值、最大值和默认值。
   - 编辑状态：编辑处完成相关设置后显示为Yes，若未设置则显示为No。

   说明

   生成XML和工程文件前，必须完成所有参数的编辑，使编辑状态均显示为Yes。

图13-4 算法模块界面XML配置

说明

删除、插入、上移、下移、导入和导出与自定义输入输出处的相关功能类似，具体请查看第4步的说明，此处不再赘述。

10. 根据实际需求确认是否需要模板配置界面。若需要，则勾选*模板配置*，并点击*单击编辑*对相关参数进行配置。

图13-5 模板配置

说明

参数配置与自定义运行参数处相关功能一致，具体请查看第9步的介绍，此处不再赘述。

11. 点击右下角的*生成XML/生成C++工程/生成C#工程*，选择路径后会将生成的相关文件保存在所选路径下。
    - 生成XML：生成以自定义模块名称命名的文件夹，主要为相关配置的xml文件。
    - 生成C++工程：生成以“Proj_模块名称”命名的文件夹，主要为C++相关的工程文件。
    - 生成C#工程：生成以“CsProj_模块名称”命名的文件夹，主要为C#相关的工程文件。

说明

推荐将生成的xml和工程文件放在同一路径下。此时工程文件编译后的dll和xml文件也在同一路径下。

12. 对C++工程文件和C#工程文件进行编译，生成相应的dll文件。
13. 将dll、xml和png整合到一个文件夹下，并放置到软件安装路径\Module(sp)\x64的对应类别下。

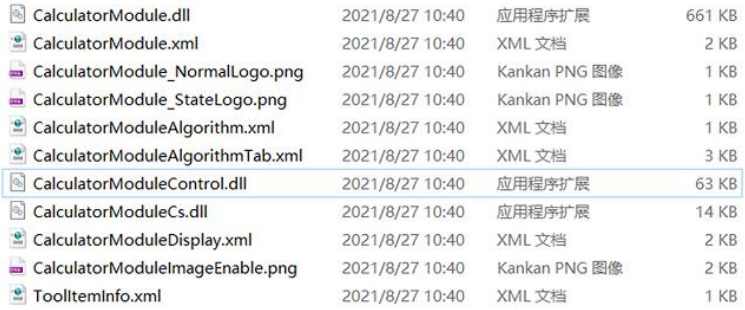


图13-6 模块文件组成

说明

单个视觉模块需由10到11个文件组成，如下图所示。其中CalculatorModuleControl.dll对应模板配置功能。若模块不需要模板配置功能，该文件可缺少，但其他文件不可缺少。

重新打开软件，对应类别下将新增自定义创建的模块，如下图所示。

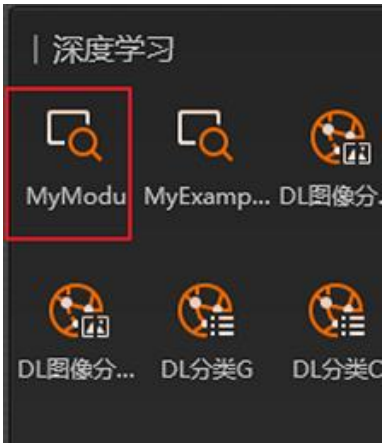


图13-7 自定义模块呈现效果

13.4 运行异常采集机器人工具

运行异常采集机器人工具可收集电脑配置信息、VM环境信息、算子SDK日志和二次开发相关日志等，主要用于程序使用出现问题时收集相关信息并提供给技术人员进行问题排查。

前提条件

打开软件，通过菜单栏选择*工具* → *运行异常采集机器人工具*进入工具界面。

操作步骤

1. 自动检测**本机配置**，并提供**最低配置**和**推荐配置**。

图13-8 系统匹配

2. 对VM环境各个检测项进行检测。

图13-9 VM环境

说明

- 若VM系统环境变量存在问题，可点击右侧显示的*修复环境变量*，再点击*重新检测*；也可根据提示手动修复VM环境变量。
- 点击*打开版本切换工具*可进行版本切换，具体可参考*版本切换工具*。

3. 可根据VM SDK排查步骤对SDK报错进行排查。

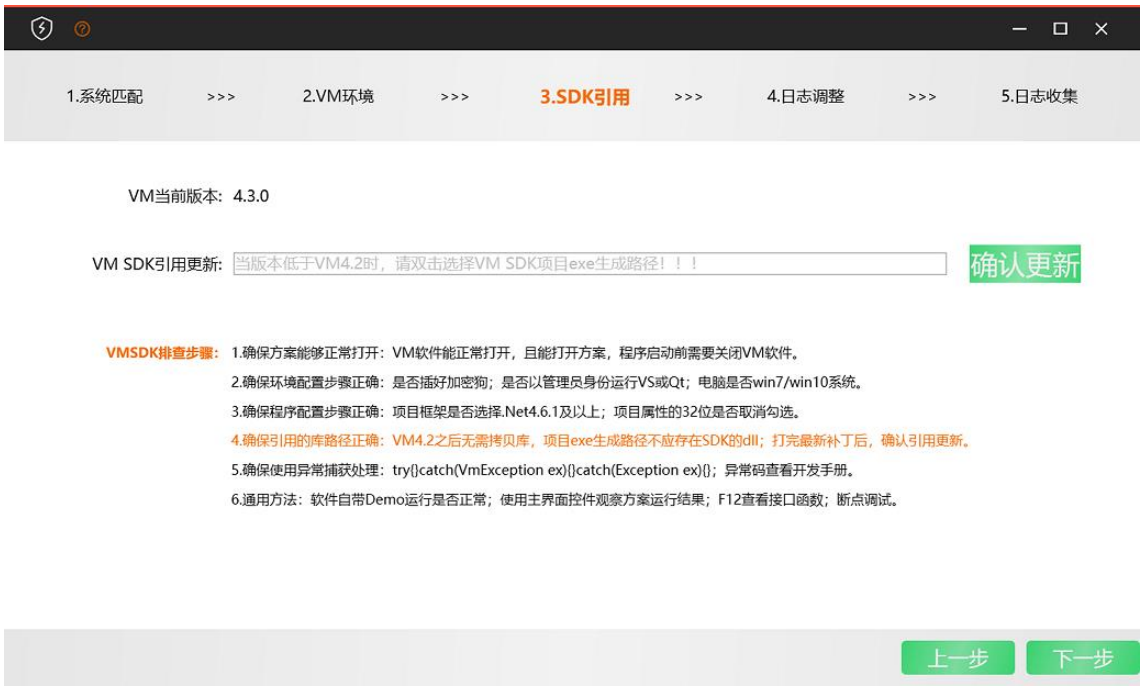


图13-10 SDK引用

说明

界面上方会显示**VM当前版本**，当版本低于VM4.2时，需选择VM SDK项目exe生成路径并点击***确认更新***进行VM SDK引用更新。

4. 选择*日志等级*并点击*切换等级*，可选Info、Trace、Debug和Error级别，具体含义请见下表。

表13-1 日志等级说明

日志等级	说明
Info级别	信息日志，默认设置等级
Trace级别	日志打印最详细，有助于排查故障的问题原因
Debug级别	用于开发Debug调试
Error级别	错误日志

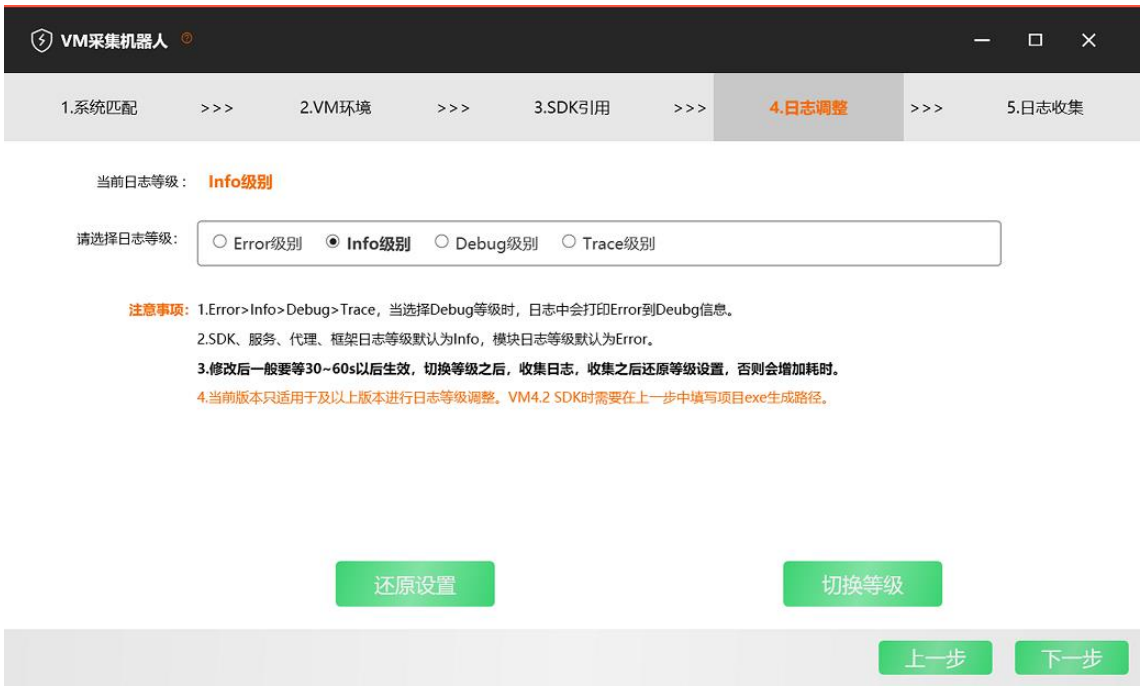


图13-11 日志调整

说明

- 当无法定位问题原因时，需要调整日志等级，收集更详细的日志信息。当前版本只适用于自动调整VM4.2及以上版本日志等级，其它版本需手动增加文件。
- 若需进行还原等级设置，建议在日志收集完成后再点击*还原设置*，否则会增加耗时。

5. 勾选**VM应用问题日志**或*VM SDK问题日志*（二者不可同时选择）并点击*开始收集*可收集对应日志信息。

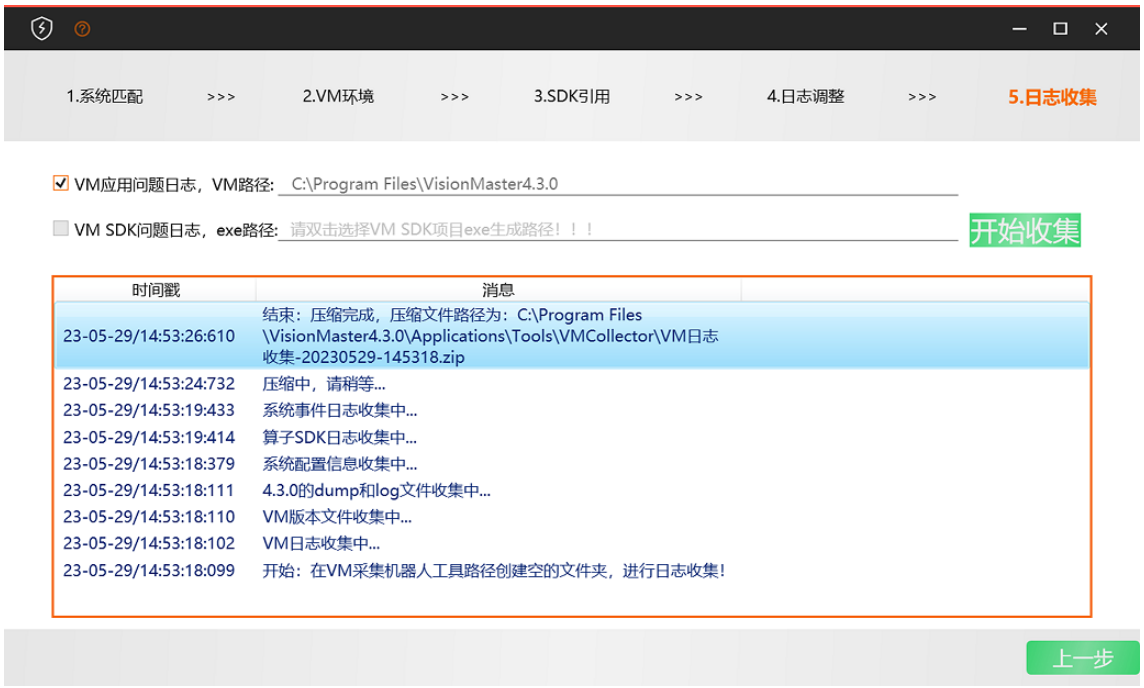


图13-12 日志收集

13.5 版本切换工具

VM3D算法开发平台V4.2版本新增版本切换工具，支持4.2及以上版本与其他版本间进行切换。当PC上同时安装该软件的多个版本时，可使用该工具切换当前可使用软件的版本。

前提条件

确保已关闭VM3D和 Visual Studio 软件的所有相关进程。

打开版本切换工具有以下两种方式：

1. 在..\Applications\Tools\VersionSwitchAssistant路径下找到VersionSwitchingAssistant.exe程序，并双击打开。
2. 通过*运行异常采集机器人工具*的**VM环境**面板点击*打开版本切换工具*。

操作步骤

1. 启动工具后会根据注册表自动获取电脑上已安装的软件版本，工具左上角会显示当前版本号。

图13-13 版本切换工具

说明

版本切换工具右上角按钮功能如下：

- 点击*清除当前*可清除当前运行版本的配置信息，点击*清除所有*可清除所有已安装版本的配置信息。
- 点击*环境检测*会弹出环境检测工具，可检测当前的环境配置信息情况。
- 默认勾选*附带算法切换*，可在版本切换时将附带的算法进行同步切换。

2. 点击对应版本进行切换，等待操作完成即可。

图13-14 版本切换完成

说明

- 切换完成后，建议手动启动对应版本的exe程序以确保运行正常，所在路径为：..\Applications。
- 若切换完成后运行方案不成功，可手动安装对应版本的算子包程序。所在路径为：..\Drivers\MVDAlgorithmSDK_STD.exe；如还需安装深度学习包，可点击MVDAlgorithmSDK_Patch.exe进行安装。

13.6 读取加密狗序列号工具

VM3D算法开发平台安装路径下自带可读取加密狗序列号的工具ReadDongleSerialNumber.exe，可到..\VisionMaster4.3.0\Applications\Tools\ReadDongleSerialNumber路径下获取。
确保PC已连接加密狗的情况下，双击打开工具即可获取加密狗的序列号。

说明

加密狗分为4.0和5.0版本，工具会识别加密狗版本并在对应版本处显示序列号（SN）信息。序列号为9位字母和数字的组合，如下图所示。

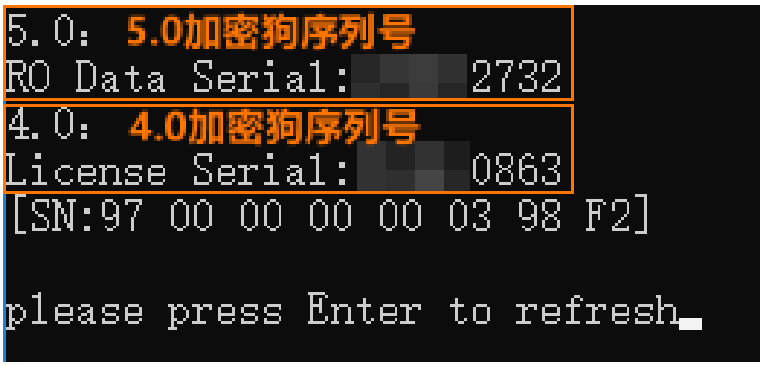


图13-15 读取加密狗序列号

第 14 章 模块使用参考

VM3D支持150+交互式视觉模块，均在主界面左侧的模块箱中。使用时，从模块箱拖动到流程编辑区域并完成模块间的连接和各模块的参数配置，即可完成流程搭建。
本章节介绍各模块的使用场景、前后序模块、参数配置和模块结果等内容。

14.1 2D采集

“2D采集”类别下的模块可用于设置2D图像输入源以及如何保存2D图像。该类别下的模块包括图像源、多图采集、输出图像、缓存图像等。

14.1.1 图像源

图像源模块提供图像来源，可选本地图像、相机或SDK。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

参数配置

- 图像源选择**本地图像**时，可从本地图像中加载图像，也可通过图像显示区域设置加载的图像并进行相关操作，详情参见*图像显示区域*。此时需设置以下参数：

  像素格式

  可设置像素格式为MONO8或RGB24。

  取图间隔

  相邻的两张图片加载的时间间隔。

  方案存图

  开启后，方案中保存图像数据，否则只保存路径。

  显示图像名称

  开启后，在图像显示区域的左下角会显示出图像的名称。

  SN初始值

  可设置运行时首张图像的帧号值，后续图像的帧号以步进1逐步累加。可通过模块结果中的SN码查看当前图像的帧号。

  图像缓存

  用于设置可缓存在内存中的图像数量。

  拼接使能

  启用时，可将两张图像（上一张缓存图像和本次执行的图像）在Y方向上依次拼接，并根据设置的参数裁剪图像后输出。当没有上一张缓存图像或上一张缓存图像与当前图像的像素格式不一致时，会自动补黑填充。启用后，需设置以下参数：

  起始高度

可设置对应拼接后图像Y方向的位置，即裁剪图像Y方向的起点。

拼接高度

可设置裁剪图像的图像高度。

触发清空

启用后，当订阅的**触发变量**非0，则清空上一张图像的缓存。

触发变量

只能订阅全局变量。

自动切换

开启后，每次运行会自动切换到下一张图像。

最后一张停止

开启后，当使用本地图像连续运行方案时，运行完最后一张图像，方案会自动停止运行。

字符触发过滤

开启后，可通过外部通信控制功能模块是否运行。此时需设置以下参数：

输入字符

选择输入字符的来源。

触发字符

未设置字符时传输任意字符均可触发流程，设置字符后传输相应字符即可触发流程。传输进来的字符与设置的字符不一致时，流程不被触发。

- 图像源选择**相机**时，可从已配置的相机中获取图像。此时需设置以下参数：

关联相机

选择关联的相机，配置步骤可参考下图。

图14-1 关联相机配置

控制曝光

该功能在配合脚本使用时，可按需实现用某种逻辑控制曝光值；除绑定脚本输出，也可绑定其他模块数据输出，但必须为float型数据。

控制增益

操作方式与**控制曝光**参数一致，但控制对象为相机的增益。

SN初始值

可设置运行时首张图像的帧号值，后续图像的帧号以步进1逐步累加。可通过模块结果中的SN码查看当前图像的帧号。

输出Mono8

开启后，可在输出彩色图像的同时输出一张灰度图像。

拼接使能

启用时，可将两张图像（上一张缓存图像和本次执行的图像）在Y方向上依次拼接，并根据设置的参数裁剪图像后输出。当没有上一张缓存图像或上一张缓存图像与当前图像的像素格式不一致时，会自动补黑填充。启用后，需设置以下参数：

起始高度

可设置对应拼接后图像Y方向的位置，即裁剪图像Y方向的起点。

拼接高度

可设置裁剪图像的图像高度。

触发清空

启用后，当订阅的**触发变量**非0，则清空上一张图像的缓存。

触发变量

只能订阅全局变量。

字符触发过滤

开启后，可通过外部通信控制功能模块是否运行。此时需设置以下参数：

输入字符

选择输入字符的来源。

触发字符

未设置字符时传输任意字符均可触发流程，设置字符后传输相应字符即可触发流程。传输进来的字符与设置的字符不一致时，流程不被触发。

说明

连接相机前，建议先使用相机配套客户端完成图像调试，确保图像达到要求。

- 图像源选择**SDK**时，可通过二次开发获取图像。此时需设置以下参数：

SN初始值

可设置运行时首张图像的帧号值，后续图像的帧号以步进1逐步累加。可通过模块结果中的SN码查看当前图像的帧号。

输出Mono8

开启后，可在输出彩色图像的同时输出一张灰度图像。

拼接使能

启用时，可将两张图像（上一张缓存图像和本次执行的图像）在Y方向上依次拼接，并根据设置的参数裁剪图像后输出。当没有上一张缓存图像或上一张缓存图像与当前图像的像素格式不一致时，会自动补黑填充。启用后，需设置以下参数：

起始高度

可设置对应拼接后图像Y方向的位置，即裁剪图像Y方向的起点。

拼接高度

可设置裁剪图像的图像高度。

触发清空

启用后，当订阅的**触发变量**非0，则清空上一张图像的缓存。

触发变量

只能订阅全局变量。

字符触发过滤

开启后，可通过外部通信控制功能模块是否运行。此时需设置以下参数：

输入字符

选择输入字符的来源。

触发字符

未设置字符时传输任意字符均可触发流程，设置字符后传输相应字符即可触发流程。传输进来的字符与设置的字符不一致时，流程不被触发。

模块结果

*图像源*模块的模块结果具体如下：

图像

图像数据

image型，代表当前图像的数据。

图像宽度

int型，代表当前图像的图像宽度。

图像高度

int型，代表当前图像的图像高度。

图像像素格式

int型，代表当前图像的像素格式的枚举值（Mono8：17301505；RGB24：35127316）。

灰度图像

灰度图像数据

image型，代表当前图像的灰度图像数据。

灰度图像宽度

int型，代表当前图像的灰度图像宽度。

灰度图像高度

int型，代表当前图像的灰度图像高度。

灰度图像像素格式

int型，代表当前图像的灰度图像像素格式的枚举值。

当前图像路径

string型，代表当前图像的路径。

当前图像名称

string型，代表当前图像的名称。

帧号

int型，表示当前图像为相机本次采图时的第几帧图像。

丢帧数

int型，表示到目前为止相机本次采图时丢弃的图像帧数。

丢包数

int型，表示到目前为止相机本次采图时丢弃的图像数据包数。

相机获取失败次数

int型，表示连接相机时获取失败的次数。

SN码

int型，代表设置运行后首张图像的帧号，后续图像帧号步进1累加。

14.1.2 多图采集

多图采集模块可用于获取多张本地图像数据，或通过相机和光源拍摄多张不同角度、不同亮度的图像。本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

通过调节相机以及光源的参数，或改变光源的位置可实现多张不同角度、不同亮度的图像的拍摄。根据设置的图像配置参数进行输出图像，采集图像的流程如下图所示。

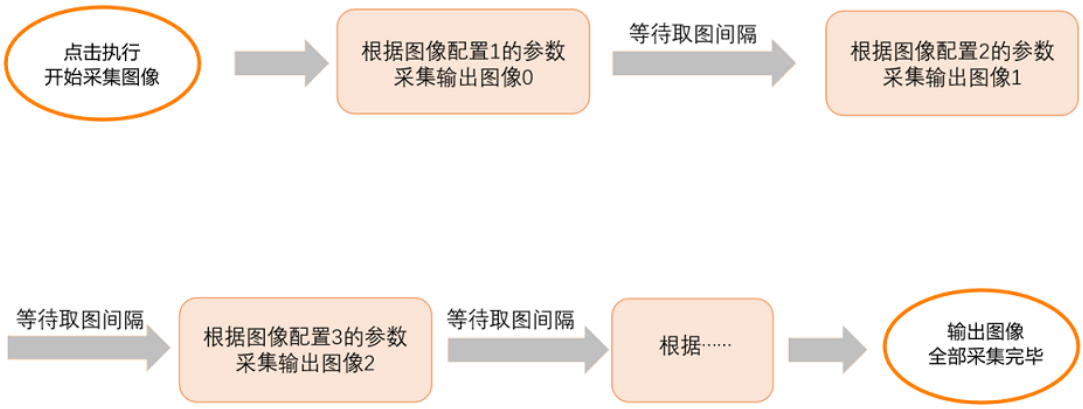


图14-2 多图采集功能示意图

参数配置

- 图像源选择**本地图像**时，需选择图像路径并导入本地图像。

  取图数量

  可设置取图的数量，范围为3~8。

  图像路径

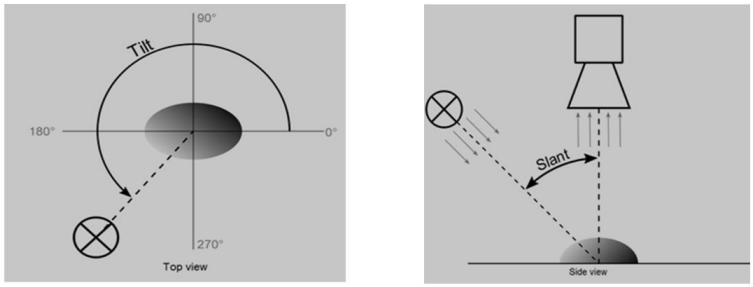
  可选择图像文件的路径。

  分布角

  指光源所放置的角度。

  照射角

  指相机与光源的夹角。



分布角（俯视图） 照射角

图14-3 分布角和照射角

- 图像源选择**相机**时，需通过快捷工具条中相机管理创建全局相机，详情参见*相机管理*章节。

  关联相机

  可选择关联对应的全局相机。

  取图间隔

  可设置相邻两次取图的时间间隔，单位为ms。

相机曝光

可通过增加曝光来提高亮度。

相机增益

在不增加曝光值的情况下，可通过增加增益来提高亮度。

光源设备

关联控制管理器中对应的光源设备，配置步骤可参考下图。

图14-4 关联光源配置

触发时间

可设置光源触发的时间。

光源通道

可选择对应的光源通道。

光源亮度

可控制对应通道的对应光源亮。

分布角

指光源所放置的角度。

照射角

指相机与光源的夹角。

模块结果

*多图采集*模块的模块结果具体如下：

输出图像数据

图像数量

int型，代表多图采集单次执行输出图像数量（3-8张）。

输出图像*（*代表0~7）

输出图像*数据

image型，表示每张输出图像的二进制数据。

输出图像*宽度

int型，表示每张输出图像的图像宽度。

输出图像*高度

int型，表示每张输出图像的图像高度。

输出图像*格式

int型，表示每张输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

输出图像*分布角（*代表0-7）

float型，代表每张图片拍摄时光源在水平方向上的分布角度。

输出图像*照射角（*代表0-7）

float型，代表每张图片拍摄时光源在垂直方向上的角度。

帧号

int型，表示当前图像为相机本次采图时的第几帧图像。

丢帧数

int型，表示到目前为止相机本次采图时丢弃的图像帧数。

丢包数

int型，表示到目前为止相机本次采图时丢弃的图像数据包数。

相机获取失败次数

int型，表示连接相机时获取失败的次数。

14.1.3 输出图像

输出图像模块可对全局相机图像、本地图像或者图像处理工具处理过的图像进行存储。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

参数配置

该模块的参数分为**基本参数**、**渲染设置**和**渲染参数**。

- 基本参数：

输入源

选择存图的来源，可选择方案中的图像源图像或其它模块处理后的图像。

存图使能

默认关闭状态，此时输出图像模块仅实现输出图像的功能；启用存图使能后，可对本模块的具体参数进行配置，并且在输出图像的同时存储图像。

触发保存

可在触发时根据设置的参数进行存图。

触发变量

一般绑定条件检测结果，配合**保存条件**进行存图。

保存条件

可选全部保存、OK时保存、NG时保存和不保存。

- 全部保存：即存储全部图像。
- OK时保存：即当触发变量参数结果为OK时触发保存。
- NG时保存：即当触发变量参数结果为NG时触发保存。
- 不保存：即不保存图像。

调试保存

开启时，可在满足条件时保存图像，需订阅**调试信息**。

生成目录

使能后可自行根据月份以及日期创建文件夹，图片保存在创建的日期文件夹中。

同步存储

开启时，模块收到图像后，完成存图再往下执行；关闭时，模块收到图像后，直接往下执行，存图操作在后台执行。

存图间隔

触发存图时缓存的图像张数，不能大于图像缓存队列上限。

保存渲染图/原图

使能后，可在渲染图/原图路径下保存渲染后/原始的图片。

渲染图/原图命名

需设置渲染图/原图的命名规则。文件名前半部分可自定义或从方案中订阅，后半部分可选**序号**、**时间**和**无**。

渲染图/原图缓存

需设置存图时缓存队列容纳的最大图片数量。

渲染图/原图路径

可查看或设置存储渲染图/原图的路径。仅在开启**保存渲染图/原图**时可设置。

说明

windows下默认系统路径的限制长度为260，文件名的长度最大不超过255。若超过最大长度，则图片会保存失败。

存储方式

设置达到最大存储数量或是所在磁盘空间不足时对图片处理的方式，可选择**覆盖存储**、**停止存储**。

磁盘剩余空间

设定存图目标磁盘的剩余空间。若磁盘剩余空间达到设定的数值，则会按照存储方式设定的模式进行存储 ：

- 若磁盘剩余空间少于设定值，且配置了**覆盖存储**时，则会尝试删除旧的存图文件，释放磁盘空间。
- 若磁盘剩余空间少于设定值，且配置了**停止存储**时，则不再存储新的文件。

存储单位

可选MB或GB。

最大保存天数

设定自动删除存储图像的时间 。

保存格式

可选BMP或JPEG格式。保存格式为JPEG时，可以修改**图片压缩质量**。

图片压缩质量

反映图片压缩后的质量好坏。该参数值设置越大，压缩后的图片品质越好；反之，参数值越小，压缩后的图片品质越低。

启用FTP

启用后，可将图片保存在设置的FTP服务器上。需根据实际需求设置**服务器IP**、**服务器端口**、**用户名**、**密码**、**编码格式**和**FTP路径**，并启用*连接*。

输出使能

开启时，输出图像；关闭时，不输出图像，可节省耗时。

像素格式

可设置像素格式为MONO8或RGB24。

- 渲染参数：

图形倍率类型

  - 原图尺寸：图像和字体按照原图尺寸存储。
  - 界面尺寸：图像和字体均按照字面尺寸存储。
  - 自定义倍率：存图时根据设置的线宽倍率和字宽倍率调整线宽和字宽。

线性

可选三种类型：4连通线、8连通线和抗锯齿线。

- 渲染设置：

内容

可选择存储在硬盘中图像上渲染的文本信息。

颜色

可更改渲染信息的颜色。

字号

可更改渲染信息字体的大小。

位置X/Y

可更改渲染信息横纵坐标的位置。

前项存储设置

可存储前序模块的输出结果，通过单击添加。添加后，单击订阅前序模块，再单击对前序模块的模块结果项设置是否进行存储即可。表示存储，表示不进行存储。

模块结果

*输出图像*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

本地原图保存路径

string型，表示原图在本地工控机上的保存路径。

原图名称

string型，表示原图的文件名称。

本地渲染图保存路径

string型，表示渲染图在本地工控机上的保存路径。

渲染图名称

string型，表示渲染图的文件名称。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

14.1.4 缓存图像

缓存图像可用于方案的功能调试，当某些样本图像出现误判时，可使用缓存图像功能将图像进行缓存。本节内容包含：

- *模块原理*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该功能使能时流程运行一次可缓存一张图像，最多缓存15张。按照时间顺序，缓存区存满后，最新缓存图像从下方进入缓存区，并将缓存区内最早保存的图像覆盖掉，其余图像位置上升一位，覆盖逻辑如下图所示。后续处理模块的数据源可以绑定15张缓存图像的任意一张，便于追溯方案调试过程。

图14-5 缓存图像覆盖逻辑

参数配置

输入源

需要订阅前序模块的图像数据，可以是图像源模块输出的图像数据，也可以是图像处理模块处理后的图像数据。

缓存使能

0代表不使能，1代表使能。数据订阅仅限int型数据，当没有数据绑定时默认使能。

缓存数量

缓存图片的数量，可直接自定义输入也可绑定，仅限int型数据。

模块结果

*缓存图像*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像*（*代表0~14）

输出图像*数据

image型，表示每张输出图像的二进制数据。

输出图像*宽度

int型，表示每张输出图像的图像宽度。

输出图像*高度

int型，表示每张输出图像的图像高度。

输出图像*格式

int型，表示每张输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

14.1.5 光源

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

光源建立可参照*控制器管理*章节，光源创建成功后可直接在流程中调用光源模块，调用光源模块可实现光源常亮或光源频闪。

参数配置

光源设备

选择需关联的光源设备。

输出类型

可选择**OK时输出**或**NG时输出**。

触发字符

订阅模块状态是否触发光源，也可根据输出类型手动输入OK或NG。

触发时间(ms)

用于设置触发后光源常亮的时间，范围为-1 ~ 65535 ms。设置为-1时光源常亮，设置大于0时光源频闪。

说明

对光源模块设置**触发时间**后，触发一次后在所设置的触发时间内不要触发第二次，否则会导致光源提前关闭。

输入类型

可选*输入*或*订阅*。

通道*使能

开启对应通道光源使能。

通道*亮度

设置对应通道光源亮度，0表示光源关闭，值越大，光源越亮 。

光源状态

包含常亮和常灭两种状态，常亮时可调节光源亮度，常灭时光源始终处于熄灭状态。光源设置触发时，常亮状态下触发可灭，常灭状态下触发可亮。

模块结果

*光源*模块的模块结果具体如下：

通道*使能（*代表1-4）

通道*使能

bool型，true代表通道使能，false代表不使能。

通道*亮度

int型，代表光源通道的亮度，根据不同类型范围不同，视觉控制器范围为0~100，光源控制器范围为0~255。

通道*光源状态

int型，1代表触发后亮(常灭) ，2代表触发后灭(常亮)。

通道*沿定义

int型，1代表上升沿，2代表下降沿。

通道*持续时间

int型，代表光源触发后的持续时间（0~65535）。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

14.2 3D采集

“3D采集”类别下的模块可用于设置3D图像输入源以及如何保存3D图像。该类别下的模块包括图像源、相机参数设置、标定文件上传和输出图像。

14.2.1 3D图像源

3D图像源模块可为其他3D模块提供图像来源，可选相机、本地图像或SDK。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

参数配置

以下介绍该模块的相关参数详情。通过配置相关参数，可选择当前模块是否计算对应属性。

图14-6 3D图像源

- 图像源选择本地图像时，可设置的参数相关介绍请见下表。图像源通过图像显示区域设置加载的图像并进行相关设置，具体介绍请见*图像显示区域*章节。

表14-1 3D图像源参数

参数名称	功能介绍
取图间隔	可设置两次取图之间的时间间隔，单位为ms
方案存图	可设置保存方案时是否保存图像
自动切换	开启后每次运行会切换到下一张图像

参数名称	功能介绍
最后一张停止	启用自动切换后，有该参数。开启后当使用本地图像连续运行方案时，运行完最后一张图像，方案停止运行
字符触发过滤	开启后可通过外部通信控制功能模块是否运行，需设置输入字符和触发字符 ○ 输入字符：选择输入字符的来源 ○ 触发字符：未设置字符时传输进来任意字符都可触发流程，设置字符后传输进来相应字符可触发流程，传输进来的字符与设置的字符不一致时流程不被触发

- 图像源选择相机时，可通过关联相机连接相机管理中添加的相机。其他可设置的参数相关介绍请见下表。

参数名称	功能介绍
图像获取使能	开启后相机将保持取流状态
触发流程使能	开启后，相机采图完成后自动执行流程；若关闭，则相机采图完成后缓存图片，不自动执行流程
字符触发过滤	开启后可通过外部通信控制功能模块是否运行，需设置输入字符和触发字符 ○ 输入字符：选择输入字符的来源 ○ 触发字符：未设置字符时传输进来任意字符都可触发流程，设置字符后传输进来相应字符可触发流程，传输进来的字符与设置的字符不一致时流程不被触发

说明

使用软件连接相机前，建议先试用相机配套客户端完成图像调试，确保图像达到要求。

- 图像源选择SDK时，通过SDK获取图像。需设置字符触发过滤参数，相关介绍请见上表。

模块结果

3D图像源模块的模块结果具体如下：

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15**）即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8**）即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

当前图像路径

string型，代表原图在本地工控机上的保存路径。

帧号

int型，表示当前图像为相机本次采图时的第几帧图像。

丢帧数

int型，表示到目前为止相机本次采图时丢弃的图像帧数。

丢包数

int型，表示到目前为止相机本次采图时丢弃的图像数据包数。

相机获取失败次数

int型，表示连接相机时获取失败的次数。

相机型号

string型，代表相机型号。

相机序列号

string型，代表相机序列号。

14.2.2 3D输出图像

通过3D输出图像工具，可配置特定图像源的图像数据存储方式。图像源包括相机图像、本地图像或者其他3D类工具处理过的3D图像数据。
进行图像存储时，需开启与所订阅数据类型相匹配的图像保存功能并进行相关设置。

图14-7 3D输出图像

本节内容介绍：

- *图像输入*
- *存图设置*

- *原始数据保存设置*
- *点云图保存设置*
- *轮廓仪深度图保存设置*
- *轮廓仪亮度图保存设置*
- *RGBD相机RGB图保存设置*
- *RGBD相机深度图保存设置*
- *模块结果*

图像输入

表14-2 图像输入参数

参数	描述
输入方式	选择图像数据输入方式，可选**数据源**或**数据类型**。 ● 选择**数据源**时，需在**图像源**处订阅图像数据。 ● 选择**数据类型**时，可根据实际需求在**点云图数据**、**RGBD深度图**、**RGBDRGB图**、**轮廓仪深度图**、**轮廓仪亮度图**处订阅所需图像数据。
图像源	**输入方式**选择**数据源**时，可在图像源处直接订阅3D图像源输出的立体图像数据。
点云图数据	**输入方式**选择**数据类型**时，用于订阅前置模块输出的点云数据。
RGBD深度图	**输入方式**选择**数据类型**时，用于订阅前置模块输出的RGBD相机深度图数据。
RGBDRGB图	**输入方式**选择**数据类型**时，用于订阅前置模块输出的RGBD相机RGB图数据。
轮廓仪深度图	**输入方式**选择**数据类型**时，用于订阅前置模块输出的轮廓仪深度图数据。
轮廓仪亮度图	**输入方式**选择**数据类型**时，用于订阅前置模块输出的轮廓仪亮度图数据。

说明

进行**数据类型**订阅时，若订阅了不匹配的数据，会导致流程运行报错。

存图设置

表14-3 存图设置参数

参数	描述
存图使能	● 默认关闭，此时输出图像模块仅实现输出图像的功能。

参数	描述
	● 若开启，可对本模块的具体参数进行配置，并且输出图像的同时存储图像。
触发保存	开启**存图使能**后，有该参数。 开启该参数后，可在触发时根据设置的**触发变量**和**保存条件**进行存图。 ● **触发变量**一般绑定条件检测结果，配合**保存条件**进行存图。 ● **保存条件**有全部保存、OK时保存、NG时保存和不保存。
同步存储	开启**存图使能**时，有该参数。 开启时，同步存储图像，所有图像存储完毕后模块停止执行；关闭时，异步存储图像，即实际存储图像功能将单独开辟线程执行，不与模块执行保持一致，适用于对流程耗时有要求的场景。
生成目录	开启**存图使能**时，有该参数。 开启该功能后， 系统将在各类图像的保存路径（可配置，见下文）中基于当前时间（月份和日期）创建多层级的子文件夹，并将相应图片保存至各子文件夹。
存储方式	设置达到最大存储数量或是所在磁盘空间不足时对图片处理的方式，可选择覆盖存储、停止存储。
磁盘剩余空间	设定存图目标磁盘的剩余空间。 若磁盘剩余空间达到设定的数值，则会按照存储方式设定的模式进行存储。
存储单位	可选MB或GB。
最大保存天数	设定自动删除存储图像的时间 。

原始数据保存设置

表14-4 原始数据保存设置参数

参数	描述
保存原始数据	开启**存图使能**时，有该参数。 使能后可在指定路径下保存图像的原始数据。
保存路径	开启**保存原始数据**后，需设置原始数据的保存路径，可选择本地路径或订阅相应的数据。

参数	描述
OK路径	符合预期的原始数据的保存路径，可选择本地路径或订阅相应的数据。
NG路径	不符合预期的原始数据的保存路径，可选择本地路径或订阅相应的数据。
图像命名	开启**保存原始数据**后，需设置原始数据的命名规则，可将命名设置为： ● 订阅的数据-OK/NG-序号，示例：xxx-OK-01 ● 订阅的数据-OK/NG-时间，示例：xxx-NG-20230511145934256 ● 订阅的数据-OK/NG，示例：xxx_OK
图像缓存数量	开启**保存原始数据**后，需设置存图时缓存队列容纳的最大图片数量。

点云图保存设置

表14-5 点云图保存设置参数

参数	描述
保存点云	开启**存图使能**时，有该参数。 使能后可在指定路径下保存点云图。
点云图路径	开启**保存点云**后，需设置点云图的保存路径，可直接选择本地路径或订阅相应的数据。
点云图OK路径	符合预期的点云图的保存路径，可直接选择本地路径或订阅相应的数据。
点云图NG路径	不符合预期的点云图的保存路径，可直接选择本地路径或订阅相应的数据。
点云图命名	开启**保存点云**后，需设置点云图的命名规则，可将命名设置为： ● 订阅的数据-OK/NG-序号，示例：xxx-OK-01 ● 订阅的数据-OK/NG-时间，示例：xxx-NG-20230511145934256 ● 订阅的数据-OK/NG，示例：xxx_OK
点云缓存量	开启**保存点云**后，需设置保存点云图时缓存队列容纳的最大图片数量。
文件类型	开启**保存点云**后，需设置保存的点云图的格式，可设置为CSV或PLY。

轮廓仪深度图保存设置

表14-6 轮廓仪深度图保存设置参数

参数	描述
保存深度图	开启**存图使能**时，有该参数。 使能后可在指定路径下保存深度图。
保存格式	开启**保存深度图**后，需设置深度图保存格式，可设置为BMP、JPEG或TIFF。
渲染区间	默认为深度值的全区间，可设置区间范围，将原始深度值映射到该区间内显示。
保存路径	开启**保存深度图**后，需设置深度图的保存路径，可直接选择本地路径或订阅相应的数据。
OK路径	符合预期的深度图的保存路径，可直接选择本地路径或订阅相应的数据。
NG路径	不符合预期的深度图的保存路径，可直接选择本地路径或订阅相应的数据。
图像命名	开启**保存深度图**后，需设置深度图的命名规则，可将命名设置为： ● 订阅的数据-OK/NG-序号，示例：xxx-OK-01 ● 订阅的数据-OK/NG-时间，示例：xxx-NG-20230511145934256 ● 订阅的数据-OK/NG，示例：xxx_OK
图像缓存数量	开启**保存深度图**后，需设置存图时缓存队列容纳的最大图片数量。

轮廓仪亮度图保存设置

表14-7 轮廓仪亮度图保存设置参数

参数	描述
保存亮度图	开启**存图使能**时，有该参数。 使能后可在指定路径下保存亮度图。
保存路径	开启**保存亮度图**后，需设置亮度图的保存路径，可直接选择本地路径或订阅相应的数据。
亮度图OK路径	符合预期的亮度图的保存路径，可直接选择本地路径或订阅相应的数据。
亮度图NG路径	不符合预期的亮度图的保存路径，可直接选择本地路径或订阅相应的数据。

参数	描述
图像命名	开启**保存亮度图**后，需设置亮度图的命名规则，可将命名设置为： ● 订阅的数据-OK/NG-序号，示例：xxx-OK-01 ● 订阅的数据-OK/NG-时间，示例：xxx-NG-20230511145934256 ● 订阅的数据-OK/NG，示例：xxx_OK
图像缓存数量	开启**保存亮度图**后，需设置存图时缓存队列容纳的最大图片数量。
保存格式	开启**保存亮度图**后，需设置保存的亮度图的格式，可设置为BMP或JPEG。

RGBD相机RGB图保存设置

表14-8 RGBD相机RGB图保存设置参数

参数	描述
保存RGB	开启**存图使能**时，有该参数。 使能后可在指定路径下保存RGB图。
保存格式	开启**保存RGB**后，需设置RGB图的保存格式，可设置为BMP或JPEG。
保存路径	开启**保存RGB**后，需设置RGB图的保存路径，可直接选择本地路径或订阅相应的数据。
OK路径	符合预期的RGB图的保存路径，可直接选择本地路径或订阅相应的数据。
NG路径	不符合预期的RGB图的保存路径，可直接选择本地路径或订阅相应的数据。
图像命名	开启**保存RGB**后，需设置RGB图的命名规则，可将命名设置为： ● 订阅的数据-OK/NG-序号，示例：xxx-OK-01 ● 订阅的数据-OK/NG-时间，示例：xxx-NG-20230511145934256 ● 订阅的数据-OK/NG，示例：xxx_OK
图像缓存数量	开启**保存RGB**后，需设置存图时缓存队列容纳的最大图片数量。

RGBD相机深度图保存设置

表14-9 RGBD相机深度图保存设置参数

参数	描述
保存深度图	开启**存图使能**时，有该参数。 使能后可在指定路径下保存深度图。
保存格式	开启**保存深度图**后，需设置深度图的保存格式，可设置为BMP、JPEG或TIFF。
渲染区间	默认为深度值的全区间，可设置区间范围，将原始深度值映射到该区间内显示。
保存路径	开启**保存深度图**后，需设置深度图的保存路径，可直接选择本地路径或订阅相应的数据。
OK路径	符合预期的深度图的保存路径，可直接选择本地路径或订阅相应的数据。
NG路径	符合预期的深度图的保存路径，可直接选择本地路径或订阅相应的数据。
图像命名	开启**保存深度图**后，需设置深度图的命名规则，可将命名设置为： ● 订阅的数据-OK/NG-序号，示例：xxx-OK-01 ● 订阅的数据-OK/NG-时间，示例：xxx-NG-20230511145934256 ● 订阅的数据-OK/NG，示例：xxx_OK
图像缓存数量	开启**保存深度图**后，需设置存图时缓存队列容纳的最大图片数量。

模块结果

模块结果参数介绍如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

原始数据路径

string型，代表保存原始图的路径。

原始数据名称

string型，代表保存原始图的名称。

点云图存储路径

string型，代表保存点云图的路径。

点云图名称

string型，代表保存点云图的名称。

轮廓仪深度图路径

string型，代表保存轮廓仪深度图的路径。

轮廓仪深度图名称

string型，代表保存轮廓仪深度图的名称。

轮廓仪亮度图路径

string型，代表保存轮廓仪亮度图的路径。

轮廓仪亮度图名称

string型，代表保存轮廓仪亮度图的名称。

RGBD相机RGB图路径

string型，代表保存RGBD相机RGB图的路径。

RGBD相机RGB图名称

string型，代表保存RGBD相机RGB图的名称。

RGBD相机深度图路径

string型，代表保存RGBD相机深度图的路径。

RGBD相机深度图名称

string型，代表保存RGBD相机深度图的名称。

14.2.3 3D相机参数设置

3D相机参数设置模块支持对3D相机的基本参数进行设置。
在**关联相机**处下拉选择已在相机管理中添加的相机，若需重新设置可点击右侧，相关介绍请查看*相机管理*。
在**参数设置**处，下拉选择需要设置的参数类型，并单击添加，可对参数名称及参数值进行设置。支持的参数类型如下。

- int：整数类型参数。
- float：小数类型参数。
- bool： 布尔值类型参数。
- enum：枚举类型参数。
- string：字符串类型参数。
- command：指令类型参数。
- file import：导入文件。
- file export：导出文件。

说明

- 支持订阅和手动输入两种方式，若需手动输入参数值，请确保参数类型和名称准确。
- 可通过相机对应的客户端连接相机并查看准确的参数名称及类型。

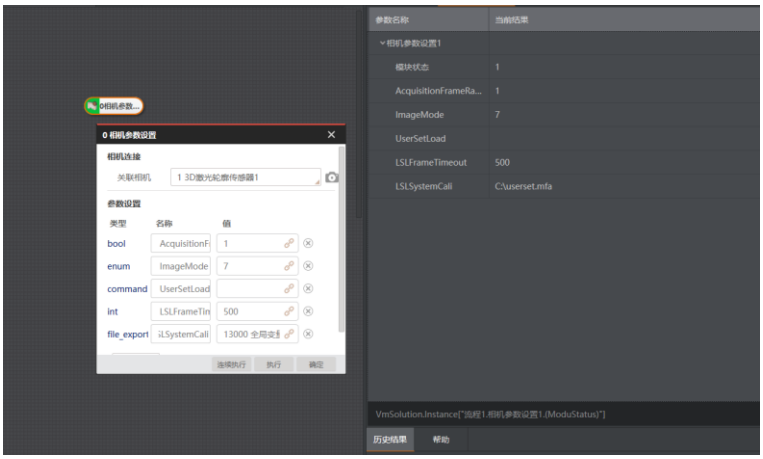


图14-8 3D相机参数设置

模块结果参数介绍如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

14.2.4 TIFF转深度图

通过**TIFF转深度图**模块可将标准tiff格式图像转为深度图，用于后序深度图模块使用。

工作原理

通过输入参数确定转换关系，将tiff图像像素坐标（x,y,z）转换为深度图物理坐标（X,Y,Z），具体转换关系如下。

X = x * xscale + xoffset
Y = y * yscale + yoffset
Z = z * zscale + zoffset

转换前的TIFF图及转换后的深度图效果如下。

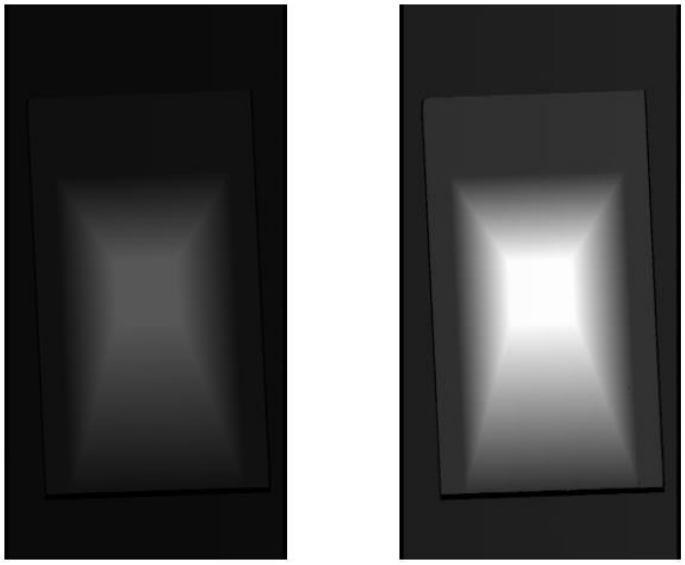


图14-9 TIFF转深度图效果

使用方法

若连接至VM3D的相机为第三方相机，相机输出的深度图可能为.tiff格式，与VM3D不兼容。该情况下，需在流程中调用**TIFF转深度图**模块，将.tiff格式深度图转为与VM3D兼容的.raw格式深度图。

- 若只针对一张图像处理，可直接将**TIFF转深度图**模块当做起始模块。
- 若需要进行图像批量处理，可将该模块作为**2D图像源**模块的后序模块使用，如下图所示。

图14-10 TIFF转深度图流程

参数配置

通过配置以下输入参数，可确定实际物理坐标与图像像素坐标的转换关系。

X尺度

即xscale，表示转换为深度图所需的x轴尺度转换系数。

Y尺度

即yscale，表示转换为深度图所需的y轴尺度转换系数。

Z尺度

即zscale，表示转换为深度图所需的z轴尺度转换系数。

X偏移

即xoffset，可通过该参数调整输出的深度图与x轴的距离。数值越大，离x轴原点越远。

Y偏移

即yoffset，可通过该参数调整输出的深度图与y轴的距离。数值越大，离y轴原点越远。

Z偏移

即zoffset，可通过该参数调整输出的深度图与z轴的距离。数值越大，离z轴原点越远。

深度值偏移

当图像为无符号数据时，需要设置深度值偏移量，从而将数据配置为有符号数。

图像路径

可直接粘贴本地图像存放路径，或订阅2D图像源模块输出。

存图使能

开启后可将转换后的深度图保存为原图路径下的同名.raw文件。

模块结果

模块结果参数介绍如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8）**即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

14.2.5 CAD转点云

CAD转点云模块用于解析CAD工件模型数据并将其渲染为点云，可作为点云相关模块的前序模块使用。

使用方法

若需将CAD工件模型作为流程的图像源，需在流程中调用**CAD转点云**模块，将CAD工件模型数据转为与VM3D兼容的点云数据。
使用该模块时，单击选择本地的CAD模型文件导入即可，支持.stl和.ply格式。
模块执行后，可生成点云图像，还可在点云上进行相关操作，详见*3D图像切换及渲染配置*。

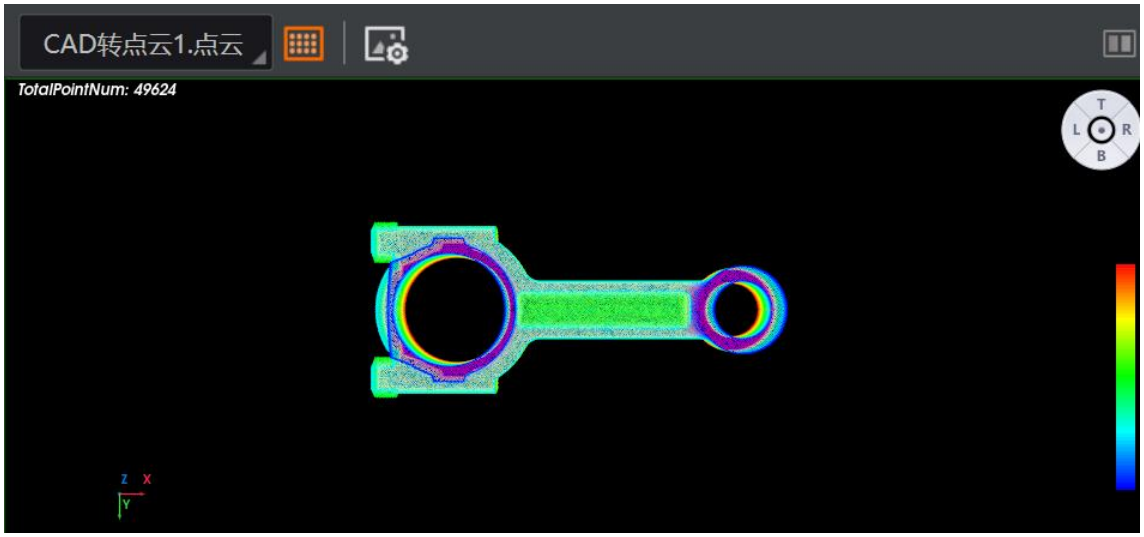


图14-11 CAD转点云

模块结果

该模块输出的模块结果如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出点云数据

POINTCLOUD型，输出的点云数据。

输出点云容量

int型，表示输出的点云的容量。

输出点云点数

int型，表示输出的点云中包含的点的总数。

输出法向量点数

int型，表示输出的点云中包含的法向量点的总数。

输出rgb数据点数

int型，表示输出的点云中包含的rgb数据点的总数。

输出拓展信息

PCDEXTINF型，点云数据的扩展信息。

输出拓展信息数据

输出坐标系类型

int型，表示输出点云坐标系的类型，1表示RGB相机坐标系，2表示深度图相机坐标系，3表示机器人坐标系，4表示工作台坐标系，5表示物体自身坐标系，6表示自定义坐标系。

输出尺寸标记

int型，表示是否输出点云尺寸，0表示不输出，1表示输出。

输出长度

float型，表示点云的长度。

输出宽度

float型，表示点云的宽度。

输出高度标记

int型，表示是否输出高度，0表示不输出，1表示输出。

输出高度

float型，表示点云的高度。

输出面积标记

int型，表示是否输出点云面积，0表示不输出，1表示输出。

输出点云面积

float型，表示点云的面积。

输出密度标记

int型，表示是否输出点云密度，0表示不输出，1表示输出。

输出点云密度

float型，表示点云的密度。

输出体积标记

int型，表示是否点云体积，0表示不输出，1表示输出。

输出体积

float型，表示点云的体积。

输出中心点标记

int型，表示是否输出点云中心点，0表示不输出，1表示输出。

输出中心点

输出中心点x

float型，表示点云中心点的x坐标。

输出中心点y

float型，表示点云中心点的y坐标。

输出中心点z

float型，表示点云中心点的z坐标。

输出凸包标记

int型，表示是否输出点云凸包，0表示不输出，1表示输出。

凸包

输出凸包点

输出凸包点x

float型，表示点云凸包点的x坐标。

输出凸包点y

float型，表示点云凸包点的y坐标。

输出凸包点z

float型，表示点云凸包点的z坐标。

输出凸包点数

int型，表示点云凸包点的总数。

输出外接矩标记

int型，表示是否输出点云外接矩形，0表示不输出，1表示输出。

输出外接矩角点

输出外接矩角点x

float型，表示点云外接矩形角点的x坐标。

输出外接矩角点y

float型，表示点云外接矩形角点的y坐标。

输出外接矩角点z

float型，表示点云外接矩形角点的z坐标。

输出矩形度标记

int型，表示是否输出点云矩形度，0表示不输出，1表示输出。

输出矩形度

float型，表示点云外接矩形与点云平面的比值。

输出平面标记

int型，表示是否输出点云平面，0表示不输出，1表示输出。

输出平面方程

PLANE3D型，输出的平面方程。

输出平面方程a

float型，表示平面方程系数A的值。

输出平面方程b

float型，表示平面方程系数B的值。

输出平面方程c

float型，表示平面方程系数C的值。

输出平面方程d

float型，表示平面方程系数D的值。

输出法向量标记

int型，表示是否输出点云法向量，0表示不输出，1表示输出。

输出法向量

输出法向量x

float型，表示法向量的x值。

输出法向量y

float型，表示法向量的y值。

输出法向量z

float型，表示法向量的z值。

输出坐标范围标记

int型，表示是否输出点云坐标范围，0表示不输出，1表示输出。

输出坐标范围

BOX3D型，包围盒的大小范围。

输出坐标范围Min_x

float型，表示点云x坐标最小值。

输出坐标范围Min_y

float型，表示点云y坐标最小值。

输出坐标范围Min_z

float型，表示点云z坐标最小值。

输出坐标范围Max_x

float型，表示点云x坐标最大值。

输出坐标范围Max_y

float型，表示点云y坐标最大值。

输出坐标范围Max_z

float型，表示点云z坐标最大值。

输出包围盒标记

int型，表示是否输出点云包围盒，0表示不输出，1表示输出。

输出包围盒角点

输出包围盒角点x

float型，表示点云包围盒角点的x坐标。

输出包围盒角点y

float型，表示点云包围盒角点的y坐标。

输出包围盒角点z

float型，表示点云包围盒角点的z坐标。

输出内切圆标记

int型，表示是否输出点云内切圆，0表示不输出，1表示输出。

内切圆

输出内切圆心

输出内切圆心x

float型，表示点云内切圆圆心的x坐标。

输出内切圆心y

float型，表示点云内切圆圆心的y坐标。

输出内切圆心z

float型，表示点云内切圆圆心的z坐标。

输出内切圆长轴

float型，表示点云内切圆圆心的长轴长度。

输出内切圆短轴

float型，表示点云内切圆圆心的短轴长度。

输出外接圆标记

int型，表示是否输出点云外接圆，0表示不输出，1表示输出。

外接圆

输出外接圆心

输出外接圆心x

float型，表示点云外接圆圆心的x坐标。

输出外接圆心y

float型，表示点云外接圆圆心的y坐标。

输出外接圆心z

float型，表示点云外接圆圆心的z坐标。

输出外接圆半径

float型，表示点云外接圆的半径长度。

输出位姿标记

int型，表示是否输出点云位姿，0表示不输出，1表示输出。

输出位姿

Matrix4型，表示4×4位姿矩阵，**输出位姿*（*表示0~15**）即该矩阵的16个值。

输出位姿*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4位姿矩阵的16个值中的其中一个。

输出类别标记

int型，表示是否输出点云类别，0表示不输出，1表示输出。

所属类别

int型，为深度学习模型自定义内容。

输出量纲标记

int型，表示是否进行过量纲变换，0表示未进行过，1表示进行过。

输出缩放系数

float型，表示点云的量纲转换系数。

14.3 2D定位

“2D定位”类别下的模块主要用于在2D图像上进行目标定位或目标特征检测。

14.3.1 模板匹配

模板匹配包含*快速匹配*、*高精度匹配*、*轮廓匹配*和*灰度匹配*四个模块。可通过该四个模块选取特定的图像特征作为模板，并预设参数确定搜索空间，在图像中搜索与模板相似的目标，实现定位、计数和判断有无等业务需求。

本章节包含如下内容：

- *模块原理*
- *使用场景与模块选用*
- *具体模块*
  - *快速匹配*
  - *高精度匹配*
  - *轮廓匹配*
  - *灰度匹配*
- *特征/灰度模板*

模块原理

快速匹配、*高精度匹配*、*轮廓匹配*和*灰度匹配*模块都基于模板匹配算法处理图像数据。

说明

强烈建议在进行模块配置前，了解模块原理，进而更好地理解模块相关配置与操作。

根据所依据的定位特征，模板匹配算法分为“基于边缘点”和“基于灰度值”两种类型。

- *基于轮廓点*
- *基于灰度值*

基于轮廓点

快速匹配、*高精度匹配*、和*轮廓匹配*模块的特征匹配，基于边缘轮廓点。

算法工作流

基于边缘点的模板匹配算法通常包含如下2大数据处理步骤：

1. 基于特定的图像特征创建模板。
2. 通过模板在图像中搜索与模板匹配的目标。

算法工作流的详情见下图：

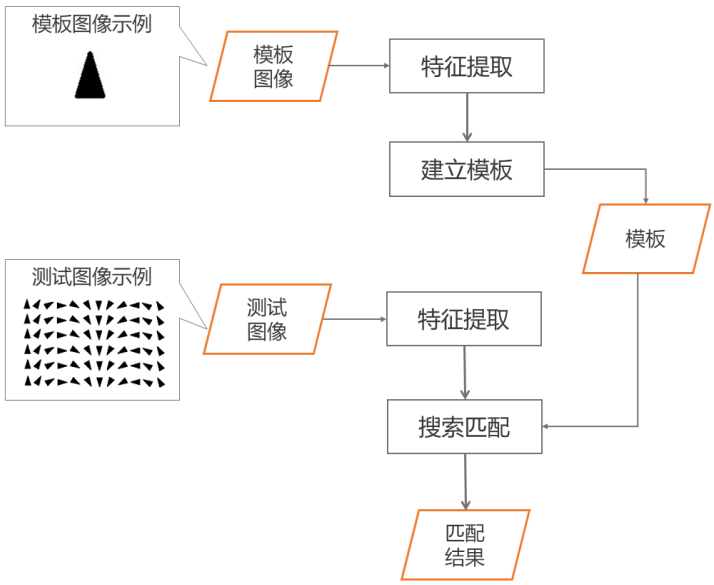


图14-12 模板匹配工作流

算法公式

基于边缘点的模板匹配的基础原理可用如下公式表示：

$$\underset{x,y,\theta,scaleX,scaleY}{\operatorname{argmax}} \quad S(F_m, F_s; x, y, \theta, scaleX, scaleY)$$

图14-13 算法公式（基于边缘点）

其中：

- x：模板在x轴的平移量
- y：模板在y轴的平移量
- θ：模板的旋转角度
- scaleX：模板在x轴的伸缩尺度
- scaleY：模板在y轴的伸缩尺度

在上述五个参数的共同作用下，模板会缩放、旋转并移动至待匹配图像中的某一位置。

此时，待匹配图像的特征为F_s，模板特征为F_m，而函数$S=(F_m, F_s)$则度量了模板特征与待匹配图像特征的相似度得分。算法通过每一组特定的(x , y , θ , scaleX , scaleY)均能计算出一个相似度得分。遍历

(x , y , θ , scaleX,scaleY)的所有取值后，算法会取相似度分数达到阈值且最高的n个结果作为输出。

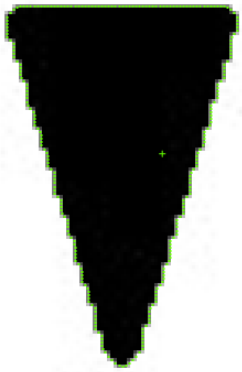
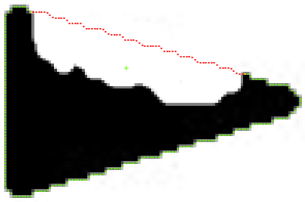
说明

“n”即为下文*参数配置*中提及的**最大匹配数量**。

F_m、F_s和$S=(F_m, F_s)$可分别做如下简化理解：

- F_m：模板图像中的显著边缘轮廓点(绿色的点)
- F_s：匹配图像对应区域的显著边缘轮廓点
- $S=(F_m, F_s)$：模板上的特征轮廓点经过特定的拉伸、旋转、平移后，与目标图像中的边缘轮廓点相匹配的比例。比例越高，相似度得分越高
  以下表的图像为例，高相似度图像中，所有的模板特征点均在匹配目标中找到了对应边缘特征点，故其得分为1分；较低相似度图像中，模板特征点中约有30%未在匹配目标中找到对应边缘特征点，故其得分为0.71分。

表14-10 相似度得分示例

模板图像	高相似度图像（得分：1）	较低相似度图像（得分：0.71）
		

匹配加速机制

为了加速匹配过程，算法会对待匹配的图像做如下处理：

1. 对待匹配图像建立图像金字塔。
2. 在图像金字塔中，至顶向下逐层进行目标搜索，直至找到满足条件的目标。

该处理过程的示例见下图。

图14-14 图像金字塔的示例

上图展示在含有R和P字样的图像中搜索字母R的过程：

1. 建立图像金字塔。
2. 在图像金字塔的顶层找到R和P这两个候选目标。
3. 在图像金字塔的下一层中对R和P进行进一步的判定并调整其位姿。
4. 删除错误的候选目标P。
5. 在图像金字塔的底层对候选结果R进行最终的位姿调整，并输出查找结果。

模板匹配算法在创建模板的过程中，存在两个与图像金字塔相关的参数—**速度尺度**和**特征尺度**。

- **速度尺度**：定义图像金字塔顶层的大小，用于调节匹配搜索的速率。可在配置特征模板时调整该参数取值。具体参数定义参见下文*特征/灰度模板*中提及的***速度尺度***。
- **特征尺度**：定义图像金字塔底层的大小，用于调节匹配算法的抗形变能力。可在配置特征模板时调整该参数取值。具体参数定义参见下文*特征/灰度模板*中提及的***特征尺度***。

基于灰度值

*灰度匹配*模块的特征匹配基于目标在图像中的灰度值分布。

算法工作流

基于灰度值的模板匹配的算法工作流与基于边缘点的基本相同。简言之，即计算模板图像所有可能的旋转平移结果与待匹配图像的相似性，取相似度分数达到阈值且最高的n个结果作为输出。

不同之处在于两者提取的特征。基于灰度值时，以模板图像和待匹配图像的灰度值分布作为特征，使用“归一化互相关性”（Normalized Cross Correlation，NCC）来评价两者灰度值分布的相似性。

算法公式

$$\mathrm{ncc}(r,c)=\frac{1}{n}\sum_{(u,v)\in R}\frac{t(u,v)-m_t}{\sqrt{s_t^2}}\cdot\frac{i(r+u,c+v)-m_i(r,c)}{\sqrt{s_i^2(r,c)}}$$

图14-15 算法公式（基于边缘点）

- r 和c：分别代表模板图像的平移量，等同于上文***基于轮廓点***中的x和y
- t：模板图像
- i：待匹配图像
- mt：mi(r, c)：模板图像的灰度均值
- mi(r, c)：待匹配图像特定区域的灰度均值
- s2t：模板图像的灰度值方差
- s2i（r, c）：待匹配图像在特定区域的灰度值方差

如果当前模板图像和待匹配图像某个局部的灰度值线性正相关（两者灰度分布的趋势相同，仅存在

整体上的数值偏移或者存在某种比例关系），则NCC值为1；
如果线性无关，则NCC值为0；
如果线性负相关，则NCC值为-1。

匹配加速机制

基于灰度值的模板匹配也同样借助图像金字塔加速匹配过程，同样具有两个与图像金字塔相关的参数—**金字塔层数**和**匹配结束层**，但参数定义有所差异。

- **金字塔层数**：相当于上文“基于轮廓点的匹配算法”的匹配加速机制中的**速度尺度**。可在配置灰度模板时配置该参数，具体定义参见下文*特征/灰度模板*中提及的*金字塔层数*。
- **匹配结束层**：相当于上文“基于轮廓点的匹配算法”的匹配加速机制中的**特征尺度**。可在*灰度匹配*模块的*运行参数*页签配置该参数，具体定义参见下文*灰度匹配*中提及的*匹配结束层*。

使用场景与模块选用

快速匹配、*高精度匹配*、*轮廓匹配*和*灰度匹配*这四个模块的选用，取决于具体的业务场景。

表14-11 模块适用场景

模块	特点	适用场景
灰度匹配	建模时提取物体在图像中的灰度值分布	图像中的待匹配目标无明显且稳定的轮廓点，但灰度值分布相对稳定。例如对比度较低和受随机噪声干扰的场景
快速匹配	建模时提取物体的粗糙轮廓，定位精度较低。**对存在形变的目标，匹配效果更好**	● 图像中待匹配目标的轮廓点数量较充足且稳定 ● **匹配目标存在一定形变** ● 对定位精度要求不高 例如有无判断、方向判断、产品计数等场景
轮廓匹配	建模时提取物体的较精细轮廓，**匹配效率与定位精度均较好**	● 图像中待匹配目标的轮廓点数量较充足且稳定 ● 对定位精度和匹配效率要求均较高 说明 *轮廓匹配*可认为是*高精度匹配*的升级版。相比*高精度匹配*和*快速匹配*，*轮廓匹配*兼具匹配效率与定位精度。大部分应用场景下推荐使用**轮廓匹配**。
高精度匹配	建模时提取物体的精细轮廓，**定位精度较高，但匹配效率较低**	● 图像中待匹配目标的轮廓点数量充足且稳定 ● 对定位精度要求较高但对匹配效率要求不高

具体模块

根据上述的模块选用方法，从该四个模块中选择最适配使用场景的模块进行模板匹配。

快速匹配

*快速匹配*模块相较于*高精度匹配*和*轮廓匹配*，通常拥有更快的匹配速度，且对存在形变的目标有着更好的匹配效果，但匹配精度不如后两个模块。

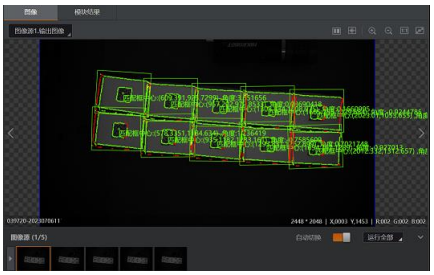
本节内容包含：

- *使用场景*
- *使用方法*
- *使用示例*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用场景

该模块适用于基于定位且对定位精度要求不高的业务场景，例如物体的有无判断、方向判断、计数等。下图为使用该模块对产品进行计数的效果示例。

表14-12 产品计数示例

结果图像	计数数据
	

使用方法

在流程中，*快速匹配*模块通常需要和*位置修正*、*条件检测*、*脚本*、*测量*相关模块等其他模块配合使用。配合使用的目的是将*快速匹配*输出的物体位置和目标数量信息传递给需要这些数据的模块。

使用示例

缺针检测场景下，可在流程中调用*快速匹配*模块和其他模块，检测物理接口的针脚缺失问题。

搭建流程的核心思路为——当针脚缺失的时候，图像对应的位置就不会出现亮斑。基于此，具体思路如下：

- 通过*快速匹配*匹配针脚特征。
- 通过*位置修正*规避产品位置变化对检测的影响。
- 通过*亮度测量*测量ROI范围内图像的亮度值。
- 通过*条件检测*判断亮度值符合要求（OK）或不符合要求（NG）。

- 通过*格式化*将OK和NG数据格式化。
- 通过*发送数据*将格式化后的数据发送出去。

根据以上思路搭建的流程见下图。

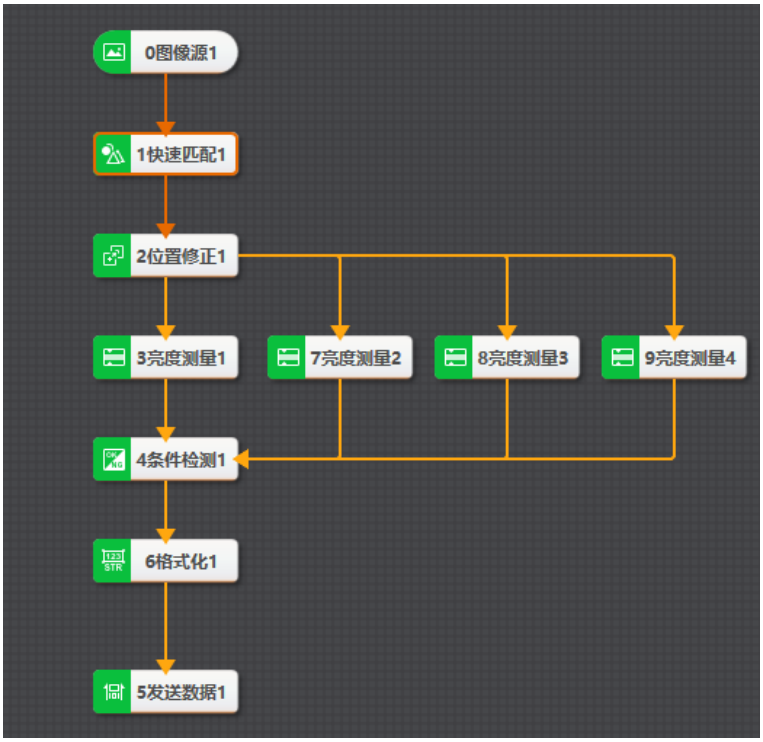
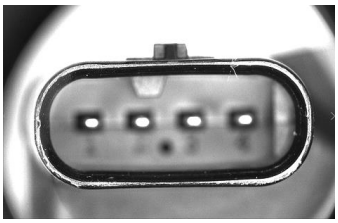
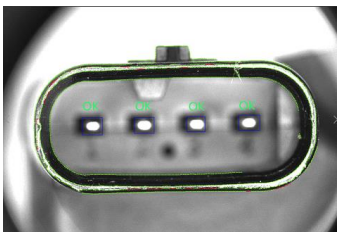


图14-16 断针检测示例流程

表14-13 检测效果

产品图	检测效果图
	

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 特征模板参数详情，请参见*快速匹配的模板配置参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

全部搜索模式

开启后，算法将逐个使用所有*模板*对目标进行匹配，输出最优的匹配结果。该参数默认关闭。

最小匹配分数

设置*模板*与待匹配图像中目标的相似度阈值。算法仅在相似度达到该阈值时，才会将该搜索到的目标判定为有效匹配结果。该参数最大可设置为1，表示模板的轮廓点与待匹配图像的完全契合。默认为0.5。

最大匹配个数

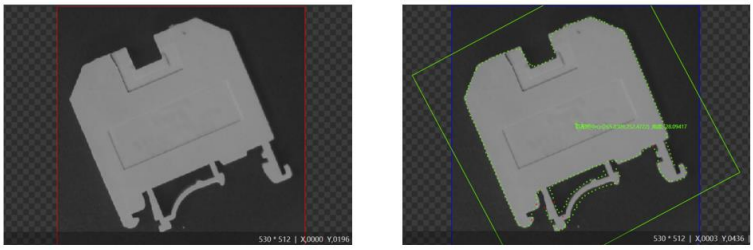
设置允许查找到的最大目标数量，默认值为1，有效取值范围为1~1000。

匹配极性

设置极性表示图形边缘到背景的颜色过渡情况（从黑到白或者从白到黑）。
如果查找目标的极性和*模板*的极性不一致时，仍要保证目标被查找到，则需将该参数设置为**不考虑极性**。如不需要则可设置为**考虑极性**，缩短查找时间。

角度范围

设置模板图像可相较水平方向的旋转角度范围（顺时针为正，逆时针为负）。默认值为-45~45，表示旋转角度范围为-45° 至45° 。
搜索有旋转变化的目标时，需根据目标的旋转角度范围设置该参数（取值范围-180~180），否则可能导致匹配失败。



角度范围：0°~45°
（未匹配成功）

角度范围：-45°~45°
（匹配成功）

图14-17 效果示例

尺度范围

设置待匹配目标相对于已创建模板的缩放尺度范围。搜索存在尺度缩放的目标时，需设置该参数，有效值范围为0.1~10.0。

说明

默认的**尺度范围**为1.00~1.00（即仅搜索无尺度缩放的目标）。因此搜索存在尺度缩放的目标时，请务必根据实际的缩放程度调整该参数取值，否则将导致匹配失败（如下图示例所示）。

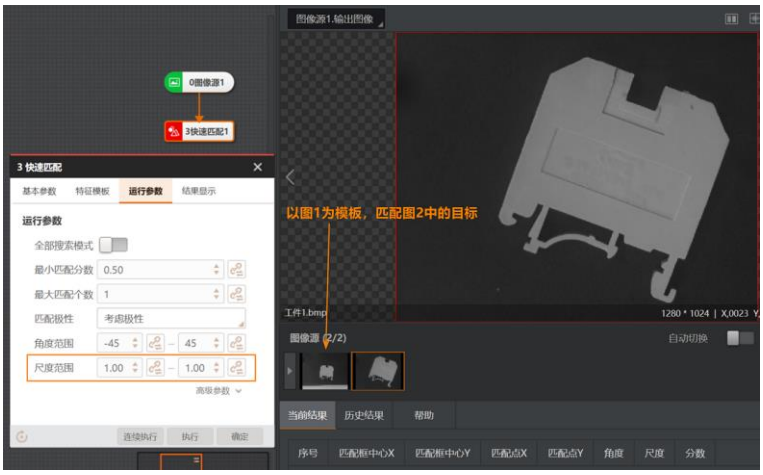


图14-18 匹配失败（目标存在缩放但尺度范围未调整）

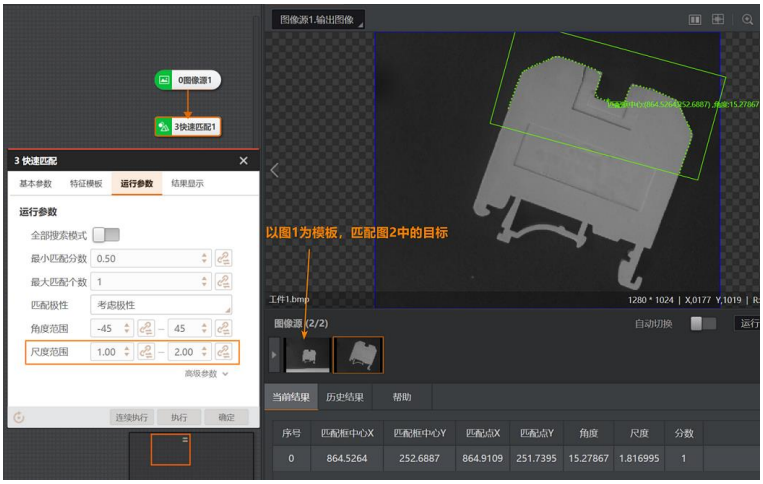


图14-19 匹配成功（尺度范围根据目标缩放做调整）

最大重叠率

设置搜索多个目标且其中两个匹配目标彼此重合时，两个匹配框的最大重叠比例。该参数取值越大表示两个目标可重叠的程度越大。取值范围0~100，默认50。当两个目标的重叠率大于所设置的参数值时，算法将舍弃相似度得分较低的目标，保留得分较高的目标。

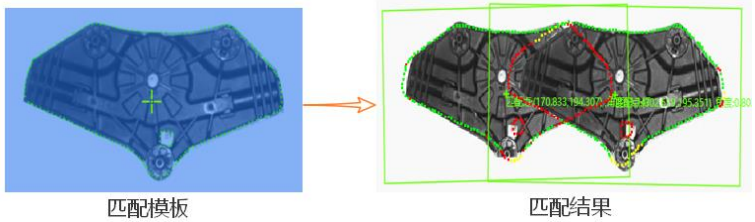


图14-20 效果示例

排序类型

设置匹配结果的排序依据，如按分数降序排序、按角度降序排序、按X由小到大排序等。
下图为按分数降序排序的示例。

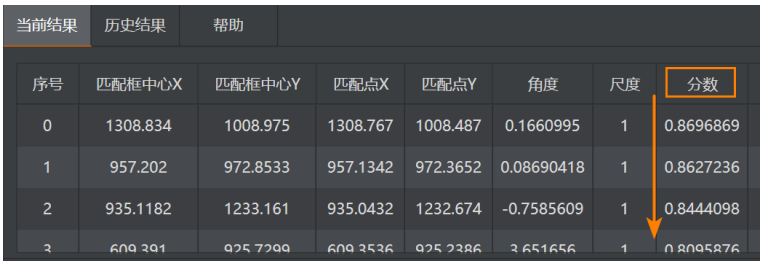


图14-21 排序示例

按分数降序排序

按照特征匹配的得分降序排列。

按角度降序排序

按照当前结果里面相对角度偏移降序排列。

按X由小到大排序

按照匹配框中心的X轴坐标由小到大排序。

按Y由小到大排序

按照匹配框中心的Y轴坐标由小到大排序。

X由小到大，Y由小到大

按照匹配框中心点X轴坐标由小到大排序，当X坐标整数化后值相同时再按照Y轴坐标从小到大排序。

Y由小到大，X由小到大

按照匹配框中心点Y轴坐标由小到大排序，当Y坐标整数化后值相同时再按照X轴坐标从小到大排序。

阈值类型

自动阈值

根据目标图像自动生成边缘对比度阈值参数进行边缘轮廓点提取。

模板阈值

将模板的边缘对比度阈值经过内部转换后，作为匹配阶段的边缘对比度阈值进行边缘轮廓点的提取。

手动阈值

以设定的边缘对比度阈值提取边缘轮廓点。

是否考虑噪点

噪点是指匹配图中不在边缘链上的特征点。开启该参数后，算法会考虑噪点特征，若特征存在毛刺，则评分降低。默认关闭。

如下图所示，是否考虑噪点会对匹配分值产生影响。（左：匹配模板，中：考虑噪点，右：不考虑噪点）。

图14-22 效果示例

延拓阈值

该参数取值表示“目标物体的特征在图像边缘显示不全时，缺失特征相对于完整特征的比例”。当目标物体被图像边缘截断时，设置延拓阈值可保证目标物体被查找到。

下图示例中，延拓阈值大于40，即可保证被图像右侧边缘截断的目标物体被查找到。

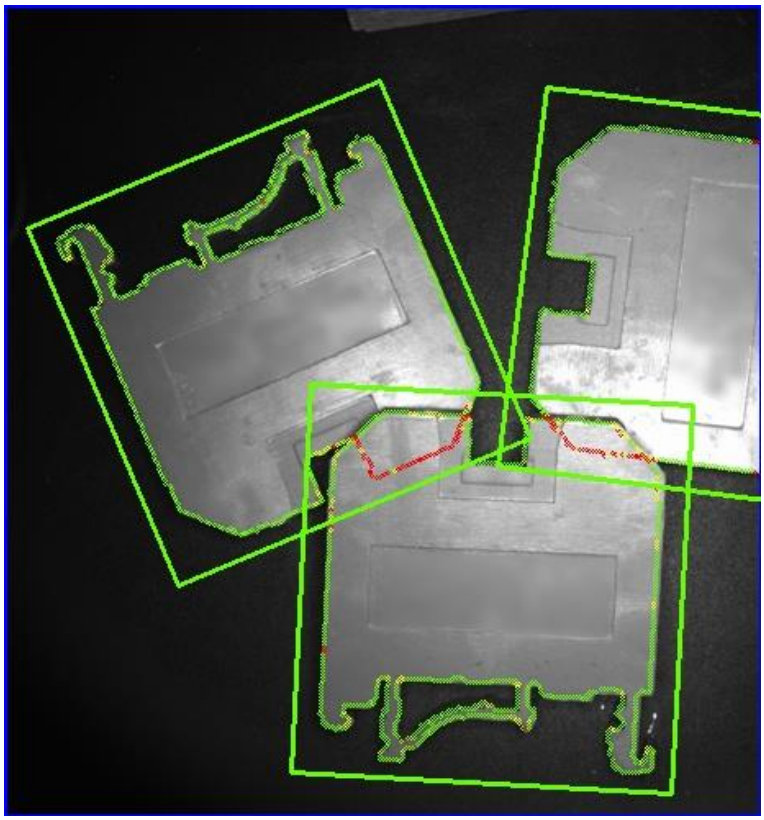


图14-23 效果示例

超时控制

设置搜索超时的时长。搜索时间达到超时时长算法将停止搜索，不返回任何搜索结果。取值范围：0~10000，单位：ms。如设置为0，则关闭超时控制功能。

轮廓使能

勾选后显示模板轮廓特征点。

不勾选则不显示特征点，只显示匹配框，可降低匹配耗时。

模块结果

*快速匹配*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

匹配状态

int型，1表示匹配成功，0表示匹配失败。

匹配个数

int型，表示图像中与模板相同或相似对象的个数。

匹配模板编号

int型，表示所匹配模板对应的编号。

匹配模板名称

string型，表示所匹配模板的名称。

匹配框

表示将匹配对象框选起来的最小矩形框。

匹配框中心

匹配框中心X

float型，表示匹配框中心点的X坐标。

匹配框中心Y

float型，表示匹配框中心点的Y坐标。

匹配框宽度

float型，表示匹配框的宽度。

匹配框高度

float型，表示匹配框的高度。

角度

float型，表示匹配框较长边旋转至水平线方向的角度，顺时针为正，逆时针为负。

匹配点

匹配点X

float型，表示每个匹配点的X坐标。

匹配点Y

float型，表示每个匹配点的Y坐标。

尺度

float型，代表匹配对象相对于已创建模板的等比例缩放倍数。

分数

float型，表示匹配到图像的得分，1表示与模板图像完全相同。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

匹配轮廓信息

pointset型，代表轮廓的点集信息，该输出结果不显示。

匹配轮廓点个数

int型，代表图像中与模板相同或相似的图像的轮廓点个数。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

高精度匹配

*高精度匹配*模块适用于需要定位目标、识别目标方向、检测目标偏移角度等对定位精度有较高要求的业务场景。

本节内容包含：

- *功能优势*
- *使用方法*
- *使用示例*
- *参数配置*
- *模块结果*

功能优势

*高精度匹配*模块相比*快速匹配*模块在匹配精度上有所提升。前者在执行基于图像金字塔的匹配加速时使用了图像金字塔中的多层图像搜索目标，而后者仅在图像金字塔的顶层搜索目标。

使用方法

在流程中，*高精度匹配*模块需要和*位置修正*、*N点标定*、*测量*相关模块等其他模块配合使用。配合使用的目的是将*高精度匹配*输出的物体位置等信息传递至其他模块。

使用示例

在二维码识别场景中，可根据以下思路搭建流程：

1. 通过*高精度匹配*将二维码位置信息传递至*位置修正*。
2. *位置修正*将修正的二维码位置信息传递至*二维码识别*，进而保证*二维码识别*的ROI随部件位置变化而变化。

图14-24 高精度匹配应用示例

参数配置

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- *高精度匹配*模块的运行参数与*快速匹配*一致，此处不再赘述，详情参见*快速匹配模块的参数配置*。
- 特征模板详情，请参见*高精度匹配的模板配置参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模块结果

*高精度匹配*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

匹配状态

int型，1表示匹配成功，0表示匹配失败。

匹配个数

int型，表示图像中与模板相同或相似对象的个数。

匹配模板编号

int型，表示所匹配模板对应的编号。

匹配模板名称

string型，表示所匹配模板的名称。

匹配框

表示将匹配对象框选起来的最小矩形框。

匹配框中心

匹配框中心X

float型，表示匹配框中心点的X坐标。

匹配框中心Y

float型，表示匹配框中心点的Y坐标。

匹配框宽度

float型，表示匹配框的宽度。

匹配框高度

float型，表示匹配框的高度。

角度

float型，表示匹配框较长边旋转至水平线方向的角度，顺时针为正，逆时针为负。

匹配点

匹配点X

float型，表示每个匹配点的X坐标。

匹配点Y

float型，表示每个匹配点的Y坐标。

尺度

float型，代表匹配对象相对于已创建模板的等比例缩放倍数。

尺度X

float型，代表匹配对象在X轴方向上的缩放尺度。

尺度Y

float型，代表匹配对象在Y轴方向上的缩放尺度。

分数

float型，表示匹配到图像的得分，1表示与模板图像完全相同。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

匹配轮廓信息

pointset型，代表轮廓的点集信息，该输出结果不显示。

匹配轮廓点个数

int型，代表图像中与模板相同或相似的图像的轮廓点个数。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

轮廓匹配

如果部件具有较清晰的边缘轮廓且仅需查找单个目标，可优先使用*轮廓匹配*。该模块适用于部件定位、方向识别、角度检测等检测场景。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *使用示例*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

在流程中，*轮廓匹配*通常需要和*位置修正*、*条件检测*、*脚本*、*测量*相关模块等其他模块配合使用。配合

使用的目的是将*轮廓匹配*输出的物体位置和个数信息传递给需要这些数据的模块。

使用示例

使用*轮廓匹配*，采样12个点信息（9次平移，3次旋转），进行*N点标定*，如下图所示。

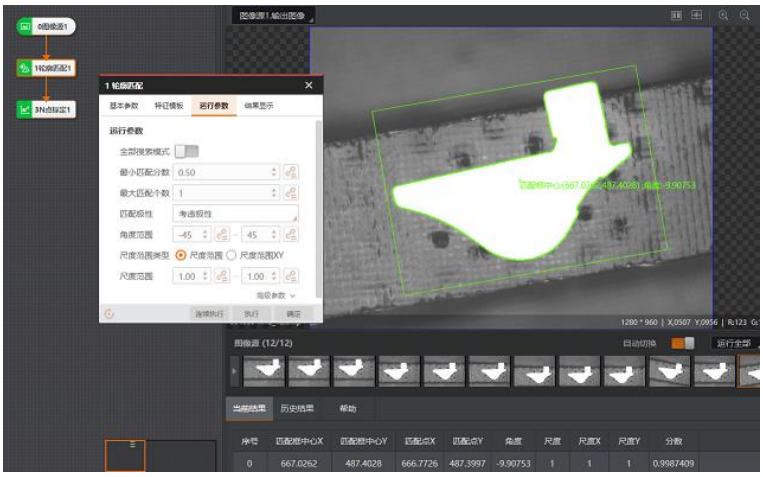


图14-25 基于轮廓匹配进行N点标定

参数配置

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- *轮廓匹配*模块的运行参数与*快速匹配*一致，此处不再赘述，详情参见*快速匹配模块的参数配置*。
- 特征模块参数详情，请参见*轮廓匹配的模板配置参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模块结果

*轮廓匹配*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

匹配状态

int型，1表示匹配成功，0表示匹配失败。

匹配个数

int型，表示图像中与模板相同或相似对象的个数。

匹配模板编号

int型，表示所匹配模板对应的编号。

匹配模板名称

string型，表示所匹配模板的名称。

匹配框

表示将匹配对象框选起来的最小矩形框。

匹配框中心

匹配框中心X

float型，表示匹配框中心点的X坐标。

匹配框中心Y

float型，表示匹配框中心点的Y坐标。

匹配框宽度

float型，表示匹配框的宽度。

匹配框高度

float型，表示匹配框的高度。

角度

float型，表示匹配框较长边旋转至水平线方向的角度，顺时针为正，逆时针为负。

匹配点

匹配点X

float型，表示每个匹配点的X坐标。

匹配点Y

float型，表示每个匹配点的Y坐标。

尺度

float型，代表匹配对象相对于已创建模板的等比例缩放倍数。

尺度X

float型，代表匹配对象在X轴方向上的缩放尺度。

尺度Y

float型，代表匹配对象在Y轴方向上的缩放尺度。

分数

float型，表示匹配到图像的得分，1表示与模板图像完全相同。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

匹配轮廓信息

pointset型，代表轮廓的点集信息，该输出结果不显示。

匹配轮廓点个数

int型，代表图像中与模板相同或相似的图像的轮廓点个数。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

灰度匹配

*灰度匹配*模块基于物体灰度特征进行特征匹配。由于不使用边缘点作为特征，该模块适用于在边缘点不明显的场景中进行物体定位、物体方向识别、物体角度检测等检测工作。

本节内容包含：

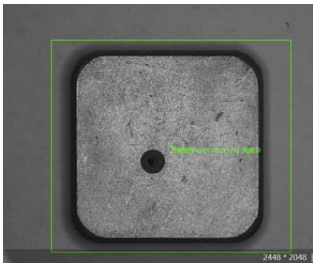
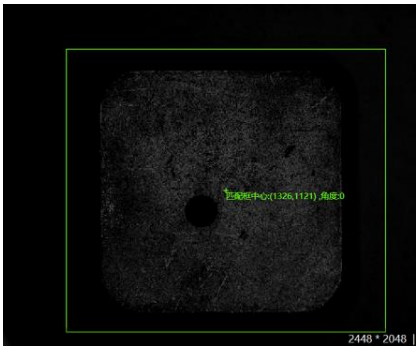
- *功能优势*
- *使用方法*
- *使用示例*
- *参数配置*
- *模块结果*

功能优势

*灰度匹配*相较于“基于轮廓点信息”的*高精度匹配*、*快速匹配*和*轮廓匹配*，在光源发生变化或者相机曝光时

间发生变化的情况下，依然可以匹配到目标物体（见下图）。

表14-14 抗曝光时长变化

较充足曝光时长	曝光时长过短
	

使用方法

在流程中，*灰度匹配*通常需要和*位置修正*、*条件检测*、*脚本*、*测量*相关模块等其他模块配合使用。配合使用的目的是将*灰度匹配*输出的物体位置和个数信息传递给其他需要这些数据的模块。

使用示例

可通过*灰度匹配*对包装盒进行计数，并在*脚本*中订阅灰度匹配到个数，然后进行数据收发逻辑处理。

表14-15 灰度匹配计数示例

匹配效果	输出计数数据

该示例中使用*灰度匹配*，而非*高精度匹配*和*快速匹配*，是由于包装表面的轮廓信息不明显、轮廓一致性欠佳，使用*高精度匹配*和*快速匹配*都存在匹配遗漏或匹配错误的风险。

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 灰度模板详情，请参见*灰度匹配的模板配置参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

最小匹配分数

参数定义与*快速匹配*模块的对应参数相同，详情参见*上文提及的最小匹配分数*

最大匹配个数

参数定义与*快速匹配*模块的对应参数相同，详情参见*上文提及的最大匹配个数*。

角度范围

参数定义与*快速匹配*模块的对应参数相同，详情参见*上文提及的角度范围*。

最大重叠率

参数定义与*快速匹配*模块的对应参数相同，详情参见*上文提及的最大重叠率*。

排序类型

参数定义与*快速匹配*模块的对应参数相同，详情参见*上文提及的排序类型*。

匹配极性

参数定义与*快速匹配*模块的对应参数相同，详情参见*上文提及的匹配极性*。

超时控制

定义搜索匹配的超时时长，取值范围0~10000，单位ms。当实际搜索时间达到该时长，搜索停止，且不返回任何搜索结果。默认值为0，表示关闭超时控制功能。

匹配结束层

结束匹配时所用的金字塔层数，默认值为0。该参数取值越大，匹配速度越快，且对匹配目标的抗变形能力越强，但定位精度可能降低。

模块结果

*灰度匹配*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

匹配状态

int型，1表示匹配成功，0表示匹配失败。

匹配个数

int型，表示图像中与模板相同或相似对象的个数。

匹配模板编号

int型，表示所匹配模板对应的编号。

匹配模板名称

string型，表示所匹配模板的名称。

匹配框

表示将匹配对象框选起来的最小矩形框。

匹配框中心

匹配框中心X

float型，表示匹配框中心点的X坐标。

匹配框中心Y

float型，表示匹配框中心点的Y坐标。

匹配框宽度

float型，表示匹配框的宽度。

匹配框高度

float型，表示匹配框的高度。

角度

float型，表示匹配框较长边旋转至水平线方向的角度，顺时针为正，逆时针为负。

匹配点

匹配点X

float型，表示每个匹配点的X坐标。

匹配点Y

float型，表示每个匹配点的Y坐标。

分数

float型，表示匹配到图像的得分，1表示与模板图像完全相同。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

特征/灰度模板

快速匹配、*高精度匹配*和*轮廓匹配*模块运行过程中的特征提取基于特征模板进行。而*灰度匹配*模块则基于灰度模板。该四个模块的模板配置步骤基本相同，但配置项有所差异。

请参照如下步骤配置特征/灰度模板。

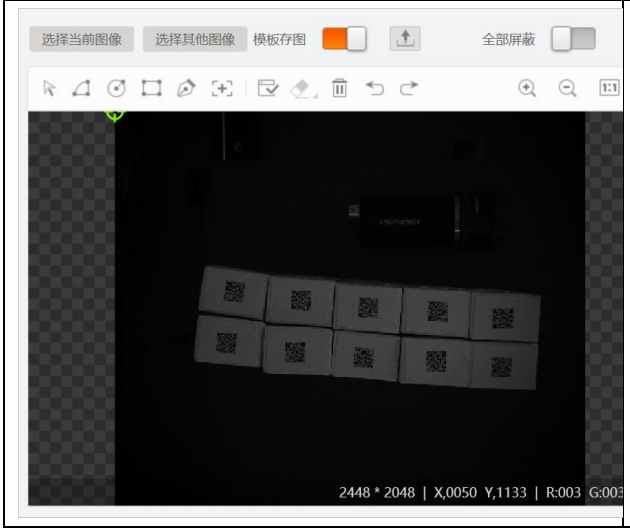
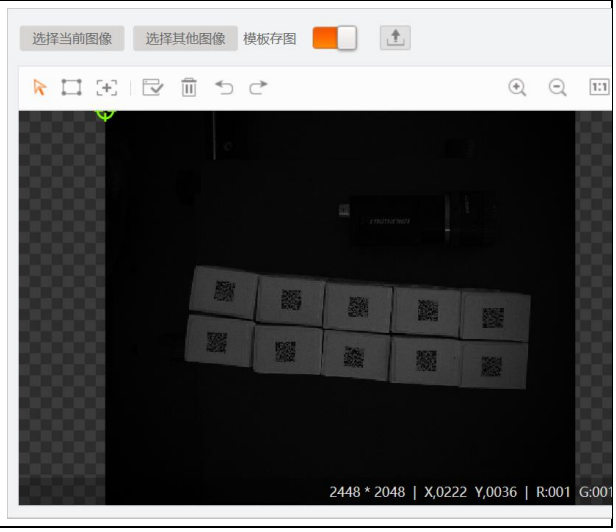
操作步骤

1. 在流程中双击模块打开模块配置窗口，并选择模板配置页签。
   - 如果模块为*快速匹配*/*高精度匹配*/*轮廓匹配*，选择*特征模板*页签。
   - 如果模块为*灰度匹配*，选择*灰度模板*页签。

特征模板页签	灰度模板页签

2. 单击*创建*打开*模板配置*窗口。

   如果*图像源*模块已正常运行，则该窗口默认显示当前*图像源*模块采集的图像。如需基于其他图像进行模板配置，可单击*选择其他图像*。

模板配置（快速/高精度/轮廓匹配）	模板配置（灰度匹配）
	

3. 在图像上特征明显的区域绘制掩膜。算法将在掩膜区域内提取图像特征。

说明

- 具体如何绘制掩膜区域参见*模块中模型配置的掩膜区域*章节。
- *快速匹配*、*高精度匹配*和*轮廓匹配*的模板图像上，可绘制多个掩膜，且可绘制不同形状的掩膜。

- *灰度匹配*的模板图像上，仅能绘制单个矩形掩膜。

4. **可选操作**:进行如下可选操作。

删除掩膜	右击掩膜，并在弹出的右键菜单上单击*删除*。
复制掩膜	右击掩膜，并在弹出的右键菜单上单击*复制*。
调整掩膜位置	单击选中掩膜，并拖拽调整其位置。
选择匹配中心	单击，并在图像上的合适位置单击，将其设置为模板的匹配中心。
锁定匹配中心	选择匹配中心后，可在*模板配置*窗口的下方勾选*锁定*，锁定匹配中心。锁定后，该窗口工具栏上不再显示“选择匹配中心”图标。
移动图像	单击后，将光标移动至图像上并拖拽图像进行移动。
缩放图像	单击/缩放图像；或将光标置于图像区域，并滚动鼠标滚轴缩放图像。
清空掩膜	单击清空掩膜。
撤销上一步操作	单击撤销上一步操作。
恢复至撤销前	单击取消撤销，恢复至撤销前的状态。
图像自适应	单击将图像大小设置为自适应模式。
全屏显示	单击将图像全屏显示。
绘制ROI	开启*全部屏蔽*，将已绘制的掩膜全部屏蔽和匹配中心。此时可单击，并在图像通过“刷”的方式绘制ROI（具体见下图）。

图14-26 刷出ROI

5. 单击生成模板。

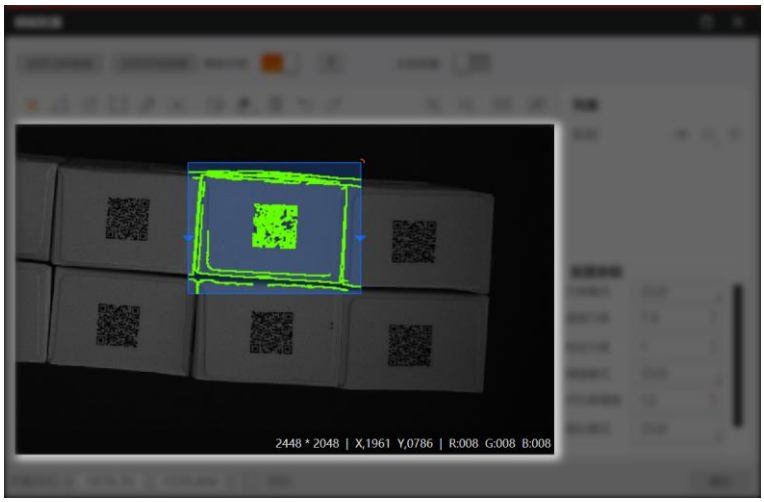


图14-27 模板效果示例（以高精度匹配为例）

6. **可选操作**:如果模板中提取了不必要的轮廓点，单击，并将光标悬浮至这些轮廓点将其擦除。

   可单击右下角的三角形图标，并在弹出的浮窗滑动滑块调整“橡皮擦”的大小。

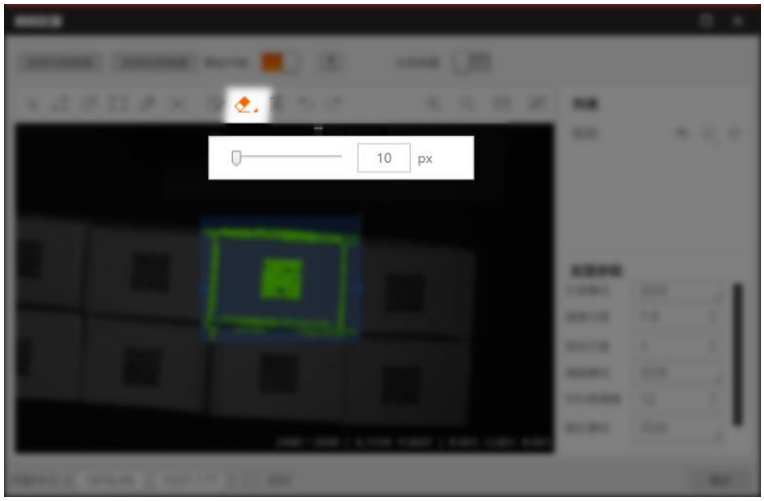


图14-28 调整“橡皮擦”大小

7. **可选操作**:调整模板的配置参数，并重新生成模板，直至模板效果满足需求。
   - *快速匹配的模板配置参数*
   - *高精度/轮廓匹配的模板配置参数*
   - *灰度匹配的模板配置参数*

快速匹配的模板配置参数

尺度模式

详见下文的*尺度模式*。

特征尺度

详见下文的*特征尺度*。

阈值模式

设置对比度调整模式，可选**自动**或**手动**，默认为**自动**。如果**自动**模式能满足需求则无需手动

调整对比度；如果不能满足，可切换至**手动**模式并调整**对比度阈值**。

对比度阈值

此处“对比度”指特征点和背景的灰度值差距。对比度阈值越大，被淘汰的特征点越多。取值范围为1~255。

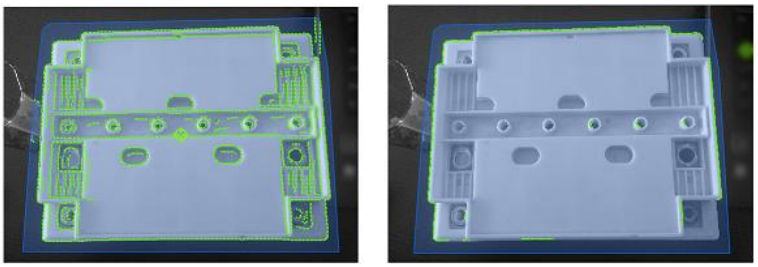


图14-29 对比度阈值配置效果

高精度/轮廓匹配的模板配置参数

尺度模式

设置**特征尺度**的配置模式，可选**自动**或**手动**模式。默认为**自动**。如果**自动**模式能满足特征提取需求则无需调节；如果不能满足要求，可切换为**手动**模式并手动调整**特征尺度**。

速度尺度

设置特征匹配速度。该值越大表示图像金字塔顶层的图像越小，相应提取的边缘点就越稀疏，进而加快特征匹配速度，但是过大的取值可能会导致漏检。取值范围为1~20。

特征尺度

表示图像金字塔底层的大小，调整该值可调节匹配算法的抗形变能力。“抗形变能力”指算法在匹配目标存在一定形变的情况下也能匹配到目标的能力。
该值越大表示图像金字塔底层的搜索图像越小，提取的特征点越稀疏，但抗形变能力越强，匹配速度越快。取值过大可能导致误检，定位精度也会有一定程度下降。

说明

该参数取值不能大于**速度尺度**取值。

当取值为1时最精细，一般调节后会使轮廓点数量发生较大变化，如下图所示

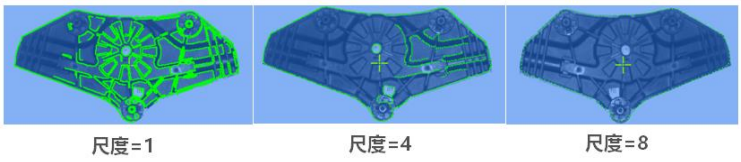


图14-30 特征尺度配置效果

阈值模式

与*快速匹配*中对应参数定义相同，详情参见*上文提及的阈值模式*。

对比度阈值

与*快速匹配*中对应参数定义相同，详情参见*上文提及的对比度阈值*。

链长模式

可选自动和手动两种模式，主要是对最小链长进行调整。 原则是自动模式能满足需求则不进行调节，自动模式不能满足要求再切换至手动模式并调整最小链长。

最小链长

设置建模时，由特征点组成的特征链的最小长度。只有链长超过最小链长值时，特征链才会被保留。

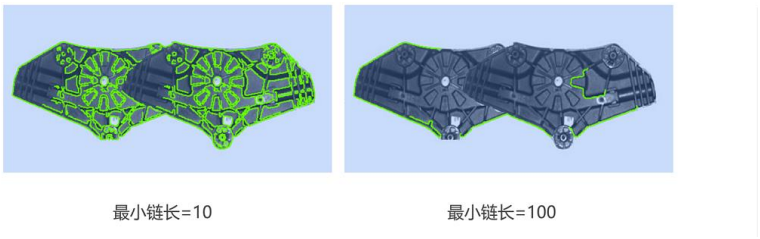


图14-31 最小链长配置效果

灰度匹配的模板配置参数

金字塔层数

设置图像金字塔的最大层数（在必要情况下，算法将根据输入的模板图像适当减少层数）。金字塔层数越多则匹配效率越高，但匹配精度可能下降；越少则匹配效率越低，但匹配精度更高。

起始角度

终止角度

建模过程中，模板图像可旋转的角度范围。

角度步长

模板图像旋转的角度间隔。角度步长越小则匹配结果的角度越精确，但耗时越长，且模型容量越大；角度步长越小则匹配结果的角度精度越低，但匹配效率越高，且模型容量越小。

8. 可选操作:在掩膜列表进行如下可选操作。

隐藏/显示掩膜	单击 / 隐藏或显示掩膜。
屏蔽掩膜	（*灰度匹配*不支持） 单击右下角的三角形图标，并单击屏蔽对应掩膜，再单击重新生成模板，可屏蔽该掩膜中的特征点提取。
增强匹配	（仅*高精度匹配*支持） 如果对特定掩膜内的匹配精度有较高要求，可单击右下角的三角形图标，并单击开启**增强匹配**。在相同的*最小匹配分数*下， 开启**增强匹配**的掩膜对于模板和检测目标的相似度要求更高，因此具备更高的匹配精度。
删除掩膜	单击删除对应的掩膜。

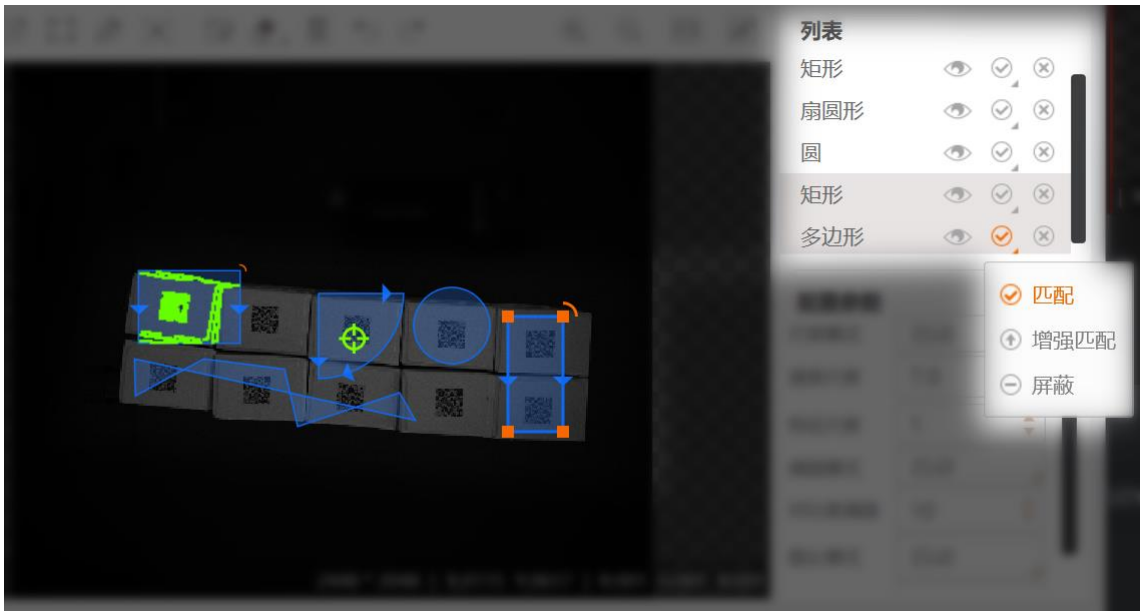


图14-32 掩膜列表（仅以高精度匹配为例）

9. 单击将模板保存至本地路径。

   模板图像默认保存至模板文件中。如无需保存，可关闭*模板存图*。

10. 单击*模板配置*窗口右下角的*确定*，完成模板配置，并返回*特征模板*/*灰度模板*页签。
11. **可选操作**:在*特征模板*/*灰度模板*页签进行如下可选操作。

模板排序	单击/对模板进行排序。 在未开启*全部搜索模式*时，算法将优先采用排序更靠前的模板与目标图像进行匹配。如果找到符合*最小匹配分数*要求的目标，则停止匹配。
编辑模板	单击*编辑模板*继续编辑模板。
清空模板	单击*删除所有模板*清空模板。
载入模板	单击*载入*从本地路径载入模板。

特征模板列表	灰度模板列表

14.3.2 图形定位

*图形定位*模块可判断图像指定区域内是否存在指定图形（回字形和十字形），并输出指定图形的中心点、角度、尺度等信息。该模块常用于目标物体的粗定位，也可用于产品计数、判断有无等其他基于定位的业务场景。

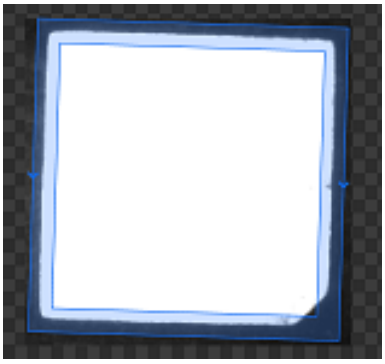
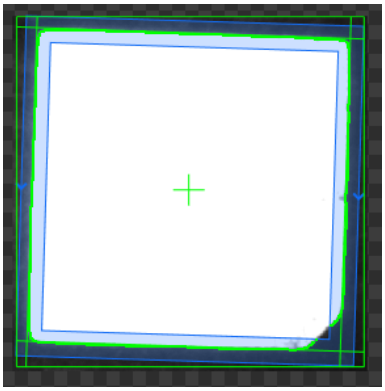
本节内容包含：

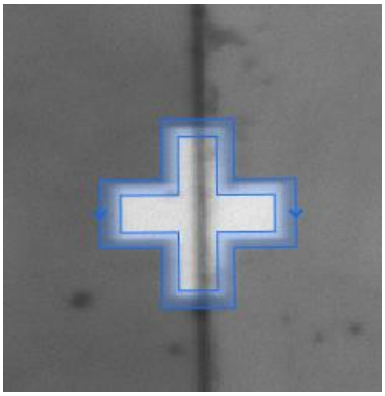
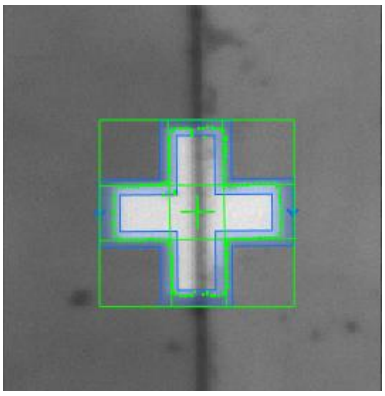
- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*
- *特征模板*

模块原理

*图形定位*模块的算法原理与*基于轮廓点的模板匹配算法*基本相同，不同之处在于掩膜的形状。该模块支持回字形和十字形掩膜，分别创建回字形和十字形的模板。完成建模后，算法会利用创建的模板对目标

图像进行匹配定位 。

回字形掩膜	建模结果
	

十字形掩膜	建模结果
	

使用方法

在流程中，*图形定位*的前序模块为*图像源*，两者配合可初步定位指定特征。*图形定位*的后序模块包括*位置修正*、*圆查找*、*直线查找*和*卡尺工具*等，配合使用可修正ROI，辅助精定位。
下图中展示了通过*图像源*、*图形定位*、*位置修正*和*边缘交点*模块组建流程，实现边缘交点检测的案例。

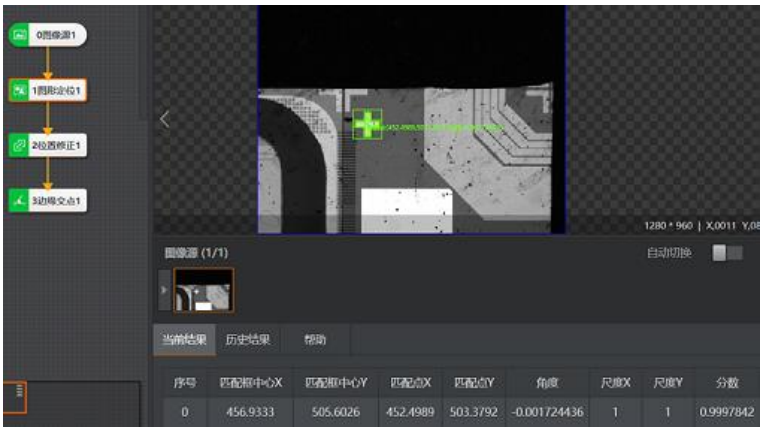


图14-64 图形定位使用示例

特征模板

*图形定位*模块运行过程中的特征提取基于特征模板进行。运行该模块之前，需先完成特征模板配置。

请参照如下步骤配置特征模板。

操作步骤

1. 在流程中双击模块打开模块配置窗口，并选择*特征模板*页签。

图14-65 特征模板页签

2. 单击*新建模型*打开*模板配置*窗口。

   如果*图像源*模块已正常运行，则该窗口默认显示当前*图像源*模块采集的图像。如需基于其他图像进行模板配置，可单击*选择其他图像*。

图14-66 模块配置窗口

3. 选择掩膜类型（如下图所示）。

   十字形Mark点即前文*模块原理*中提及的十字形掩膜，**矩形Mark点**即回字形掩膜。

图14-67 选择掩膜类型

4. 将光标悬浮至掩膜，显示掩膜节点，并在图像上拖拽掩膜节点调整掩膜大小和形状，直至掩膜覆盖目标特征区域。

   调整掩膜过程中，可滚动鼠标滚轴，按需缩放图像。

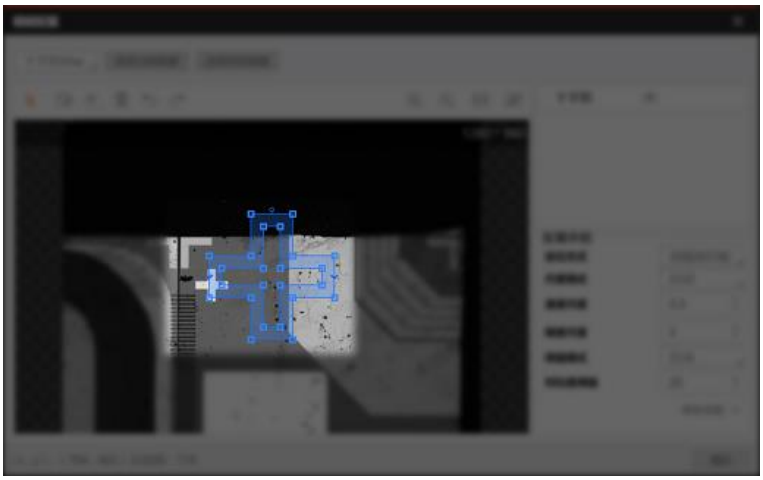


图14-68 掩膜节点

5. **可选操作**:进行如下可选操作。

图像另存为	右键单击模板图像，并在弹出的右键菜单上单击*另存为*，将模板图像另存至本地路径。
ROI锁定	右键单击模板图像，并在弹出的右键菜单上单击*ROI锁定*。锁定后，无法调整掩膜形状和大小。
ROI解锁	右键单击模板图像，并在弹出的右键菜单上单击*ROI解锁*。解锁后，可调整掩膜的形状和大小。
移动图像	单击后，将光标移动至图像上并拖拽图像进行移动。
缩放图像	单击/缩放图像；或将光标置于图像区域，并滚动鼠标滚轴缩放图像。
清空掩膜	单击清空掩膜。
撤销上一步操作	单击撤销上一步操作。
恢复至撤销前	单击取消撤销，恢复至撤销前的状态。
图像自适应	单击将图像大小设置为自适应模式。
全屏显示	单击将图像全屏显示。

6. 单击生成模板。

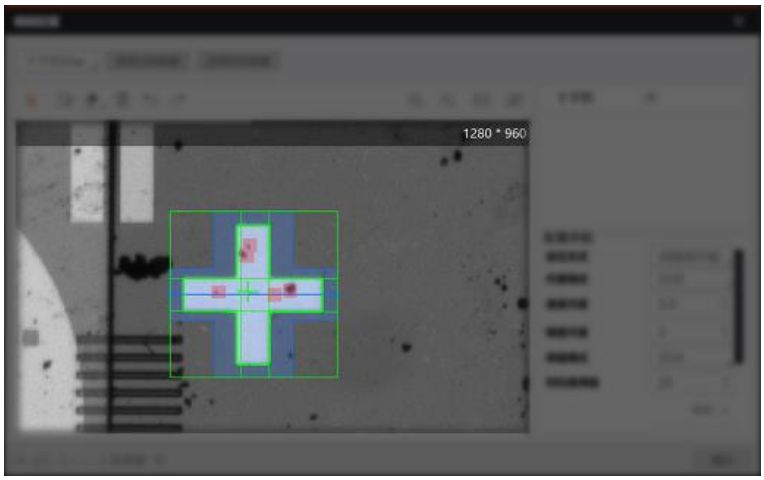


图14-69 模板效果示例

7. 如果模板中提取了不必要的轮廓点，单击，并将光标悬浮至这些轮廓点将其擦除。

   可单击右下角的三角形图标，并在弹出的浮窗滑动滑块调整“橡皮擦”的大小。

图14-70 调整“橡皮擦”大小

8. **可选操作**:调整模板的配置参数，并重新生成模板，直至模板效果满足要求。

定位方式

设置定位方式，可选*快速匹配*或*高精度匹配*。

尺度模式

可选**自动**和**手动**两种模式，默认为**自动**。如果**自动**模式能满足需求则无需调节；如果不能满足要求，可切换为**手动**模式并调整**特征尺度**

速度尺度

设置特征匹配速度。该值越大表示图像金字塔顶层的图像越小，相应提取的边缘点就越稀疏，进而加快特征匹配速度。取值范围为1~20。

精度尺度

仅在***定位方式***设置为**高精度匹配**时可配置，表示提取边缘点的精细程度。取值需小于或等于**速度尺度**，且仅可为整数。取值为*1*时提取边缘点数量最多，精度最高 。

阈值模式

设置对比度调整模式，可选**自动**或**手动**，默认为**自动**。如果**自动**模式能满足需求则无需手动调整对比度；如果不能满足，可切换至**手动**模式并调整**对比度阈值**。

对比度阈值

此处“对比度”指特征点和背景的灰度值差距。对比度阈值越大，被淘汰的特征点越多。取值范围为1~255。

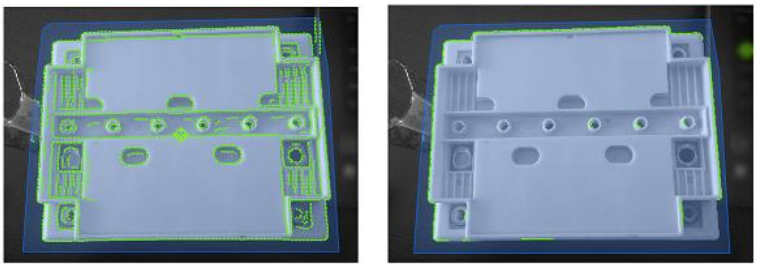


图14-71 对比度阈值配置效果

旋转角度

掩膜与待检测图片之间的角度阈值。实际检测中，两者之间的角度超过该阈值时无法匹配。建模时若没有成功匹配到结果建议增大该参数取值。

旋转步长

取值范围为0.1~1，建议使用默认值0.5

投影区间

取值范围为1~10，建模时若检测到的匹配点数量较少，建议增大该参数取值。

Mark类型

设置掩膜的的细分类型。如果上文步骤中掩膜类型选择为**十字形Mark点**，此处可设置为**实心十字**或**空心十字**。

9. **可选操作**:在掩膜列表单击 / 隐藏或显示掩膜。

图14-72 掩膜列表

10. 单击*模板配置*窗口右下角的*确定*，完成模板配置，并返回*特征模板*页签。

图14-73 特征模板页签

11. **可选操作**:在*特征模板*页签进行如下可选操作。

编辑模板	单击*编辑模板*继续编辑模板。
删除模板	单击删除模板。
导出模板	单击将当前模板导出至本地路径。
载入模板	单击从本地路径载入模板。

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 特征模板参数详情，请参见*特征模板*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

最小匹配分数

设置*特征模板*与待匹配图像中目标的相似度阈值。算法仅在相似度达到该阈值时，才会将该搜索到的目标判定为有效匹配结果。该参数最大可设置为1，表示完全契合。默认为0.5。

最大匹配个数

设置允许查找到的最大目标数量，默认值为1，有效取值范围为1~1000。

匹配极性

设置极性表示图形边缘到背景的颜色过渡情况（从黑到白或者从白到黑）。
如果查找目标的极性和*特征模板*的极性不一致时，仍要保证目标被查找到，则需将该参数设置为**不考虑极性**。如不需要则可设置为**考虑极性**，缩短查找时间。

角度范围

与*快速匹配*模块同名参数定义相同，详见该模块的*角度范围*。

定位类型

可以选择**直接映射**以及**二次修正**两种定位类型。**直接映射耗**时短，精度较低。**二次修正**耗时长，精度高。

直接映射

直接使用模板匹配的定位结果作为最终输出的图形定位。

二次修正

基于模板进行粗定位后，再对图形进行一次精定位，获取更精准的定位结果。

最大重叠率

设置搜索多个目标且其中两个匹配目标彼此重合时，两个匹配框的最大重叠比例。该参数取值越大表示两个目标可重叠的程度越大。取值范围0~100，默认50。当两个目标的重叠率大于所设置的参数值时，算法将舍弃相似度得分较低的目标，保留得分较高的目标。

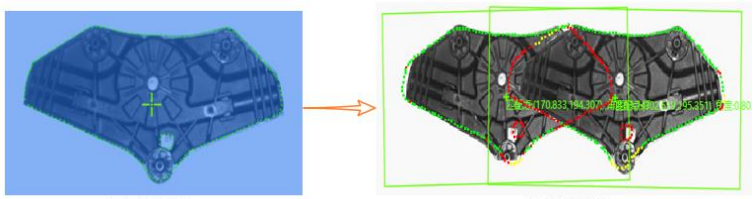


图14-74 效果示例

排序类型

设置匹配结果的排序依据，如按分数降序排序、按角度降序排序、按X由小到大排序等。
下图为按分数降序排序的示例。

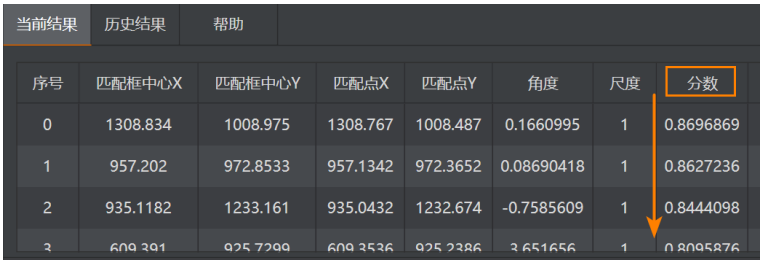


图14-75 排序示例

按分数降序排序

按照特征匹配的得分降序排列。

按角度降序排序

按照当前结果里面相对角度偏移降序排列。

按X由小到大排序

按照匹配框中心的X轴坐标由小到大排序。

按Y由小到大排序

按照匹配框中心的Y轴坐标由小到大排序。

X由小到大，Y由小到大

按照匹配框中心点X轴坐标由小到大排序，当X坐标整数化后值相同时再按照Y轴坐标从小到大排序。

Y由小到大，X由小到大

按照匹配框中心点Y轴坐标由小到大排序，当Y坐标整数化后值相同时再按照X轴坐标从小到大排

序。

阈值类型

设置边缘阈值的类型。边缘阈值指边缘对比度阈值，即轮廓点和背景的灰度值的差距阈值。仅大于该阈值的轮廓点可被提取。

自动阈值

根据目标图像自适应边缘阈值。

模板阈值

以模板的边缘阈值经过内部转换后作为匹配阶段的边缘阈值。

手动阈值

以手动设定的***边缘阈值***作为边缘阈值。

是否考虑杂斑

开启后，算法会考虑杂斑特征。如果特征存在毛刺，则评分降低。默认关闭。
如下图所示，是否考虑噪点会对匹配分值产生影响。（左：匹配模板，中：考虑噪点，右：不考虑噪点）。

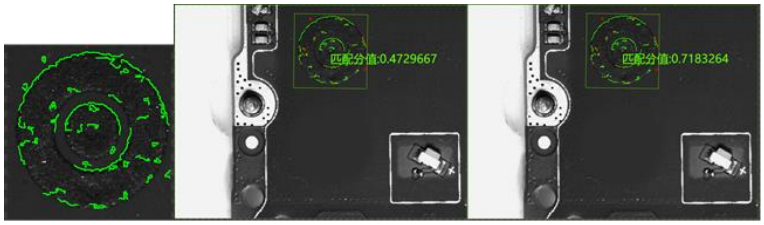


图14-76 效果示例

延拓阈值

延拓阈值为特征在图像边缘显示不全时，特征缺失的部分相对于完整的特征的比例。当被查找的目标被图像边缘截断时，设置延拓阈值可保证目标被找到。
下图中只要设置延拓阈值大于40时就可以保证图像上方被截断的目标被查找到。

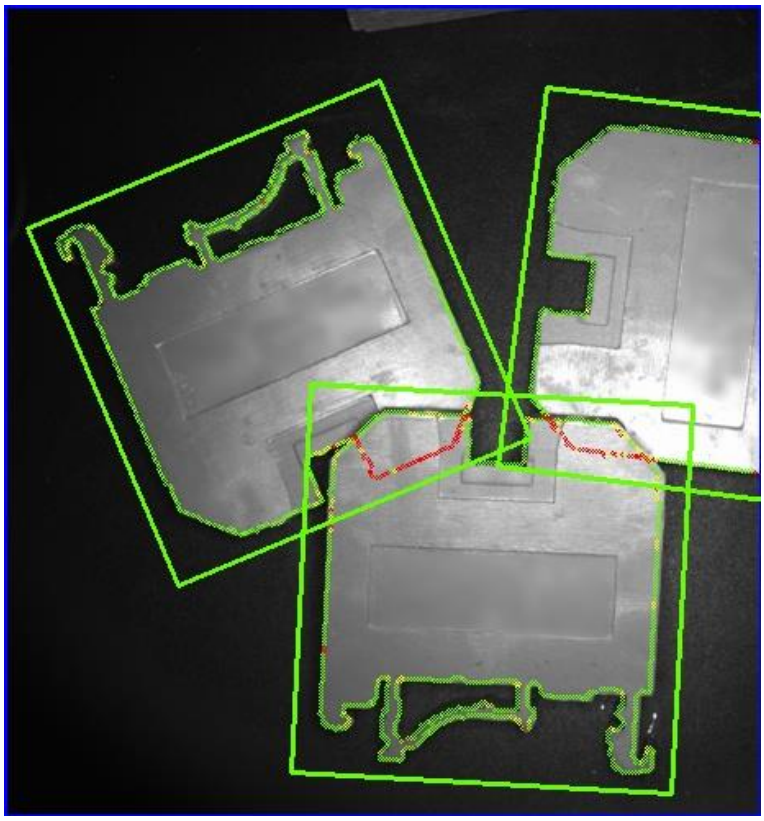


图14-77 效果示例

超时控制

设置搜索超时的时长。搜索时间达到超时时长算法将停止搜索，不返回任何搜索结果。取值范围：0~10000，单位：ms。如设置为0，则关闭超时控制功能。

轮廓使能

勾选后显示模板轮廓特征点。
不勾选则不显示特征点，只显示匹配框，可降低匹配耗时。

模块结果

*图形定位*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

匹配状态

int型，1代表匹配成功，0代表匹配失败。

直线状态

int型，1代表匹配成功，0代表匹配失败。

匹配个数

int型，代表图像中与模板相同或相似的对象的个数。

匹配框

匹配框中心点

匹配框中心X

float型，代表将匹配对象框起来的矩形的中心点的X轴坐标。

匹配框中心Y

float型，代表将匹配对象框起来的矩形的中心点的Y轴坐标。

匹配框宽度

float型，代表将匹配对象框起来的矩形的宽度。

匹配框高度

float型，代表将匹配对象框起来的矩形的高度。

角度

float型，代表矩形的较长边旋转至水平线方向的角度，顺时针为正，逆时针为负。

匹配点

匹配点X

float型，表示每个匹配点的X坐标。

匹配点Y

float型，表示每个匹配点的Y坐标。

输出直线

直线起点

直线起点X

float型，表示输出直线起点的X坐标。

直线起点Y

float型，表示输出直线起点的Y坐标。

直线终点

直线终点X

float型，表示输出直线终点的X坐标。

直线终点Y

float型，表示输出直线终点的Y坐标。

直线角度

float型，表示输出直线的角度。

尺度X

float型，代表匹配对象在X轴方向上的缩放尺度。

尺度Y

float型，代表匹配对象在Y轴方向上的缩放尺度。

分数

float型，表示匹配到图像的得分，1表示与模板图像完全相同。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

匹配轮廓信息

pointset型，代表轮廓的点集信息，该输出结果不显示。

匹配轮廓点个数

int型，代表图像中与模板相同或相似的图像的轮廓点个数。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

14.3.3 位置修正

*位置修正*模块可根据模板匹配结果实时修正后序模块的ROI。该模块常用于修正目标的运动偏移，实现精确定位。

本节包含如下内容：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *注意事项*
- *模块结果*

模块原理

该模块的算法工作流程包括以下三个主要步骤：

1. 获取*模板匹配*输入的位置信息。
2. 基于输入的位置信息，在基准图像中创建基准点。
   例如在以下左图中选取右侧五角星上方的橙色点作为基准点。
3. 计算待修正图像中相对于基准点的偏移和旋转角度等信息。
   a. 在待修正图像中标注基准点。
      待修正图像中的基准点与基准图像中的基准点坐标相同。
   b. 基于*模板匹配*在待修正图像中匹配到的目标，在待修正图像中找出另一个点（以下称为“运行点”）。运行点相对目标的位置，与基准图像中基准点相对于目标的位置一致。例如以下右图中的黑点，其相对于五角星的位置与左图中的橙点一致。
   c. 在待修正图像中，对比运行点和基准点的位置，即可计算出待修正图像中的目标相对于基准图像的位姿变化信息。

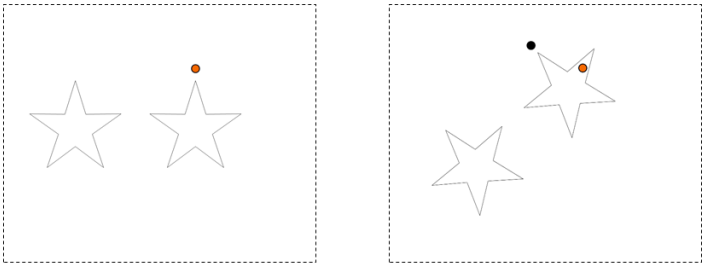


图14-92 位置修正工作原理

使用方法

前序/后序模块

在流程中，*位置修正*模块的前序模块通常为*图像源*模块和*模板匹配*相关模块，后序模块通常为*圆查*

找、*直线查找*、*卡尺工具*或*图像修正*等模块。*位置修正*可为这些后序模块修正ROI，实现精确定位查找目标对象。

配置流程

*位置修正*模块的配置流程如下：

1. 单次执行流程以获取或更新前序模块输出至*位置修正*的数据。
2. 在*基本参数*页签选择相应的输入信息。
3. 单击*创建基准*。

图14-92 配置步骤

应用示例

下图示例中，*位置修正*对*轮廓匹配*输出的ROI的位置进行修正后，*圆查找*通过修正后的ROI实现了对部件上的圆孔的精确查找。

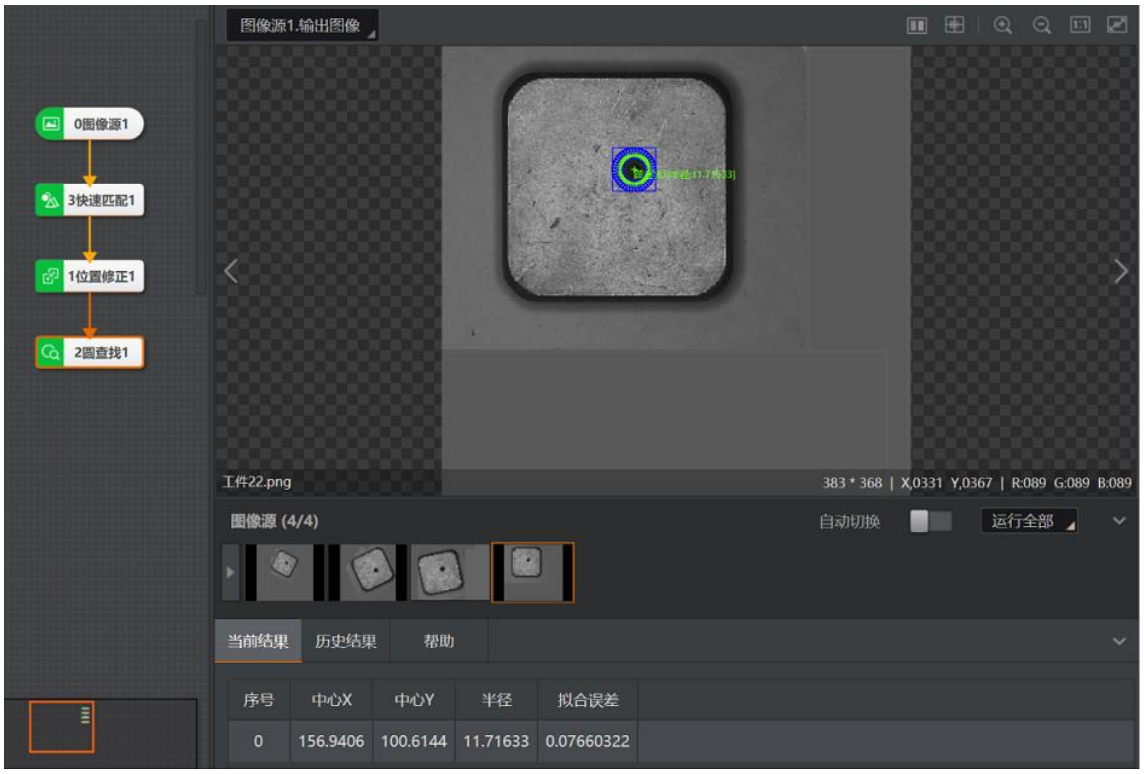


图14-93 示例：精定位找圆

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

表14-26 选择方式

子参数	次级子参数	描述
按点	原点	选择或输入基准点的位置。
	角度	原点基于水平线的角度。
	X方向尺度	图像在X轴方向上的伸缩尺度。
	Y方向尺度	图像在Y轴方向上的伸缩尺度。
按坐标	原点X/Y	选择或输入基准点的X/Y轴坐标。
	角度	原点基于水平线的角度。
	X方向尺度	图像在X轴方向上的伸缩尺度。
	Y方向尺度	图像在Y轴方向上的伸缩尺度。

注意事项

- 如果前序模块为*快速匹配*或*灰度匹配*，上表中的**X方向尺度**和**Y方向尺度**无需订阅，此情况下无法实现同分辨率图像中不同大小目标的位置修正。
- 如果前序模块为*轮廓匹配*或*高精度匹配*，*位置修正*模块自动订阅前者输出的尺度数据，实现同分辨率图像中不同大小目标的位置修正。

模块结果

*位置修正*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

位置修正信息

基准点

基准点X

float型，代表设置的基准点X轴坐标。

基准点Y

float型，代表设置的基准点Y轴坐标。

基准角度

float型，代表基准点相对于水平线的角度，顺时针为正，逆时针为负。

基准尺度X

float型，代表基准点在X轴方向上的缩放尺度。

基准尺度Y

float型，代表基准点在Y轴方向上的缩放尺度。

运行点

运行点X

float型，代表查找到的运行点的X轴坐标。

运行点Y

float型，代表查找到的运行点的Y轴坐标。

运行角度

float型，代表运行点相对于水平线的角度，顺时针为正，逆时针为负。

运行尺度X

float型，代表运行点在X轴方向上的缩放尺度。

运行尺度Y

float型，代表运行点在Y轴方向上的缩放尺度。

14.3.4 BLOB分析

通过*BLOB分析*模块，可在像素为有限灰度级的图像中检测、定位或分析目标物体。该模块可输出目标物

体的存在性、数量、位置、形状、方向以及目标物体间的拓扑关系等信息。
本节内容包含：
- *模块原理*
- *使用场景*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

开始使用*BLOB分析*模块前，建议先了解该模块的算法工作原理，以便更合理地配置该模块的参数。
本节内容包含：
- *什么是blob*
- *blob分析流程*

什么是blob

blob，即图像上由互相连通的像素点构成的区域。此处的“连通”分为如下两种类型：
- **4连通**：两个像素点有共同的边缘，即一个像素点在另一个像素的上方、下方、左侧或右侧。
- **8连通**：在**4连通**的基础上，将对角线上的相邻像素也纳入为“互相连通”的像素。

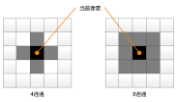


图14-94 4连通和8连通

blob分析流程

blob分析的基本流程如下图所示。

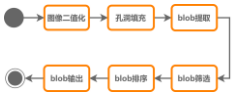


图14-95 blob分析

图像二值化

图像二值化指将图像中的像素点转换为纯黑（灰度值255）或纯白（灰度值0）。转换后，图像被分割为黑白两部分。转换过程中，灰度值转换为0和255的像素点具体由预设的像素阈值（即特定的灰度值）决定。具体的转换机制由下文*参数配置*中的*阈值方式*定义。
合理设置阈值可让blob分析得到更好的分析结果。

孔洞填充

此处的“孔洞”指被blob包围且与blob颜色相反的部分。blob为白色，孔洞为黑色。孔洞填充在blob分析中是否执行、如何执行，由下文*参数配置*中提及的*填充面积阈值*决定。

blob提取

算法根据连通域特性提取blob，连通特性包括上文已提及的4连通或8连通，可通过下文*参数配置*中提及的*连通性*配置。

blob筛选

算法根据预设的条件筛选blob。blob分析过程中具体如何进行筛选，由下文*参数配置*中提及的各项“使能”参数决定。合理配置这些参数，可获取更为精准的目标blob。

blob排序

算法对上一步筛选出的blob按照特定特征进行排序。blob分析过程中具体如何进行排序，由下文*参数配置*中提及的*排序特征*和*排序方式*决定。

blob输出

算法返回如下信息：

- 二值化图像
- blob图像
- 符合预设筛选条件的blob数量
- 符合预设筛选条件的每个blob的基本特征信息以及特征加权得分。

使用场景

*BLOB分析*模块仅适用于特定的业务场景。
如果业务场景满足如下所述的适用情况，建议在流程中调用该模块进行blob分析。

适用情况	不适用情况
● 仅需提取检测对象的二维特征 ● 检测图像的对比度高 ● 需判断检测对象是否存在 ● 检测图像的缩放尺度固定且不存在图像旋转	● 检测图像的对比度低 ● 仅使用两个灰度级不能反映待检测对象的基本属性

使用方法

在流程中，*BLOB分析*模块的前后序模块详情如下。

表14-27 前后续模块

前后序模块	描述
前序模块	*图像源*、*表面缺陷滤波*以及*2D深度学习*分类下的*DL（快速）图像分割*和*DL实例分割*等。该两种“分割”模块，输出图像一般都是概率图。概率图中，概率值越高的地方图像越亮，概率值越低的地方，图像越暗。因此通常需要将这些模块输出图像进行blob分析处理，获取目标位置信息。
后序模块	可处理blob分析输出数据的模块，如*格式化*、*条件检测*以及*2D测量*分类下的模块。

下图所示的计数场景中，*格式化*模块将*BLOB分析*处理后的数据做格式化处理，屏蔽无关数据，最终仅输出图中的blob数量。

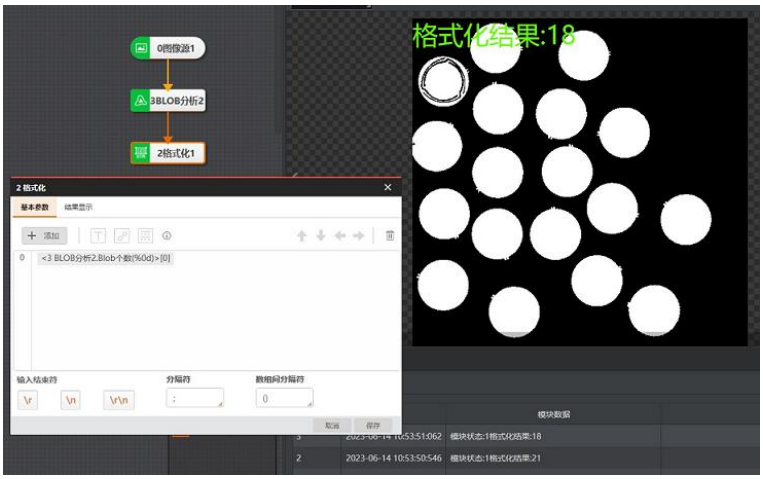


图14-96 示例1：格式化blob数据

下图的胶囊计数检测场景中，*条件检测*模块通过*BLOB分析*模块获取胶囊个数，并判断胶囊个数是否满足预设的条件，最终输出判断结果。

图14-97 示例2：检测胶囊个数是否达标

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

阈值方式

定义图像二值化的阈值设置方式，包括**不进行二值化**、**单阈值**、**双阈值**、**自动阈值**等。图像二值化的结果将直接影响blob分析结果，请根据实际场景谨慎设置**阈值方式**。

不进行二值化

适用于输入图像本身已为二值图的场景。

单阈值

通过单阈值算法进行图像二值化，需设置**低阈值**。该算法适用于对算法效率要求较高或需对较大检测目标进行二值化的场景。该算法二值化处理速度快，但存在空间量化误差，相对精度较低。
不同**极性**设置下，二值化效果有所差异。**极性**用于指定在二值化之前，灰度图中前景的灰度是否亮于背景。

- **极性**设置为**暗于背景**时，灰度值小于**低阈值**的像素点被分割为前景，其余像素点为背景。
- **极性**设置为**亮于背景**时，灰度值大于或等于**低阈值**的像素点被分割为前景，其余像素点为背景。

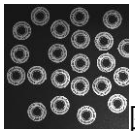


图14-98 原图

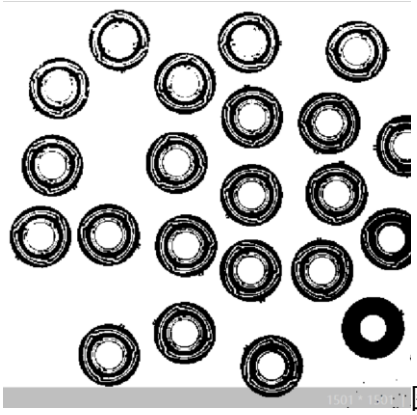


图14-99 单阈值且极性为暗于背景

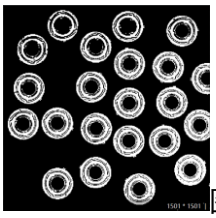


图14-100 单阈值极性为亮于背景

双阈值

通过双阈值算法进行图像二值化。需设置两个阈值（**低阈值**和**高阈值**）。该算法适用于对算法效率要求较高或需对较大检测目标进行二值化的场景。该方式二值化处理速度快，但存在空间量化误差，相对精度较低。

- 当**低阈值**小于**高阈值**时，灰度值介于两个阈值之间的像素点将被分割为前景，其余像素点为背景。
- 当**低阈值**大于**高阈值**时，灰度值在两个阈值之外的像素点将被分割为前景，其余像素点为背景。

自动阈值

算法根据图像自动配置阈值进行图像二值化，适用于需要根据输入图像动态计算阈值的场景。不同**极性**设置下，二值化效果有所差异。**极性**用于指定在二值化之前，灰度图中前景的灰度是否亮于背景。

软阈值（固定）

软阈值算法是相对于硬阈值算法的概念，分为固定软阈值算法和相对软阈值算法。软阈值算法可降低由空间量化误差（Spatial Quantization Error，SQE）导致的blob大小、轮廓长度和位置的不精确问题。

说明

硬阈值算法，即上文已提及的**单阈值**、**双阈值**和**自动阈值**。

下图展示了硬阈值算法与软阈值算法的核心区别。为了降低空间量化误差对算法输出结果的影响，软阈值算法给位于感兴趣区域内的每个像素点分配一个像素权重。像素权重为0，表明该像素是一个背景像素；像素权重为1，表明该像素是一个前景像素；像素权重在0和1之间，表明该像素位于前景和背景区域的边界。

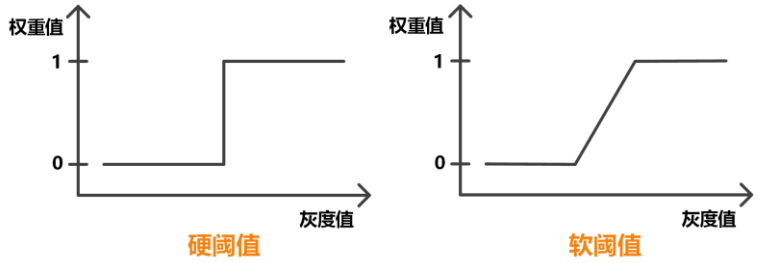


图14-101 软阈值和硬阈值的区别

软阈值（固定）即固定软阈值算法，适用于目标和背景之间可进行简单二值划分的场景。该算法耗时相对较长。

通过该算法进行图像二值化，需设置**阈值范围**和**软阈值柔和度**。不同**极性**设置下，二值化效果有所差异。**极性**用于指定在二值化之前，灰度图中前景的灰度是否亮于背景。

- **极性**为**暗于背景**时，灰度值小于等于低阈值的像素权重为1（为前景）；大于等于高阈值的像素权重为0（为背景）；介于两阈值之间的像素权重在0和1之间，即为前景和背景区域的边界。
- **极性**为**亮于背景**时，灰度值小于等于低阈值的像素点的权重为0（为背景）；大于等于高阈值的像素点的权重为1（为前景）；介于两阈值之间的像素权重在0和1之间，即为前景和背景区域的边界。

软阈值柔和度

设置像素权重值0和1之间的阶梯个数（如下图所示）。该值为0时，软阈值处理结果等价于**硬阈值**。

图14-102 柔和度原理

柔和度越高，则blob边缘越柔和，毛刺感越弱（如下图所示）。

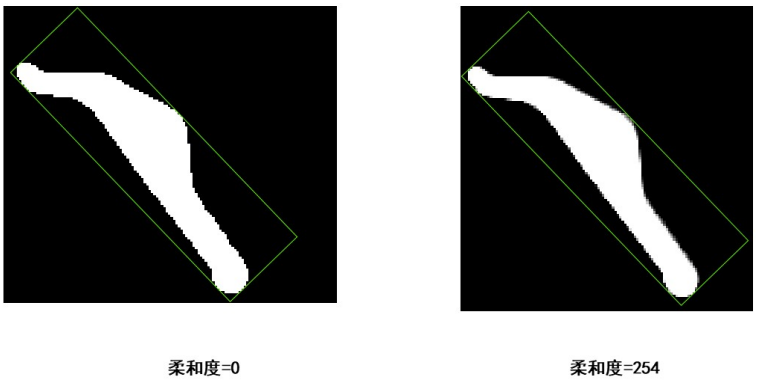


图14-103 柔和度比对效果

软阈值（相对）

通过相对软阈值算法进行图像二值化。该二值化方法适用于照明环境不稳定的场景。该算法耗时相对较长。

选用该算法，需设置**低尾部比例**、**高尾部比例**、**低阈值比例**、**高阈值比例**和上文已提及的**软阈值柔和度**。

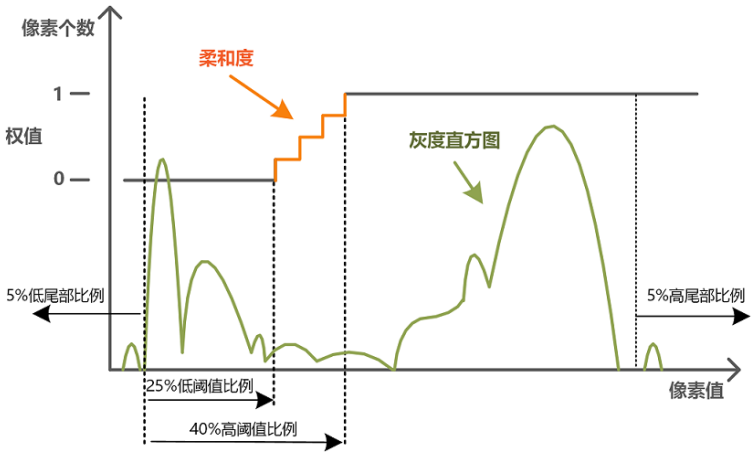


图14-104 相对软阈值算法原理

相对软阈值算法的工作流主要包括两个步骤。以下结合上图对该两个步骤进行说明。

1. 通过**高/低尾部比例**排除具有极端灰度值的若干像素点。如果图像的像素总数为N，**高/低尾部比例**分别为H%和L%，则图像中灰度值最低的N×L%个像素和灰度值最高的N*H%个像素分别赋予0和1的权重值。
2. 在剩余像素点的灰度值范围内划分高/低阈值。如果剩余像素点的灰度值分布在[A, B]的范围内，**低阈值比例**为TL%，**高阈值比例**为TH%，则低阈值为（B-A）* TL% + A，高阈值为（B-A）* TH% + A。
   - **极性**为**亮于背景**时，灰度值小于等于低阈值的像素权重为0（为背景），大于等于高阈值的像素权重为1（为前景），介于两阈值之间的像素权重在0和1之间。
   - **极性**为**暗于背景**时，灰度值小于等于低阈值的像素权重为1（为前景），大于等于高阈值的像素权重为0（为背景），介于两阈值之间的像素权重在0和1之间。

低尾部比例

起始于0灰度值的较低灰度值像素点相对于像素点总数的比例。这些较低灰度值像素点将在图像二值化中忽略。

高尾部比例

终止于255灰度值的较高灰度值像素点相对于像素点总数的比例。该部分像素点将在图像二值化中忽略。

低阈值比例

去除**低尾部比例**和**高尾部比例**对应的像素点后，灰度值低于低阈值的像素点相对所有剩余像素点的比例。

高阈值比例

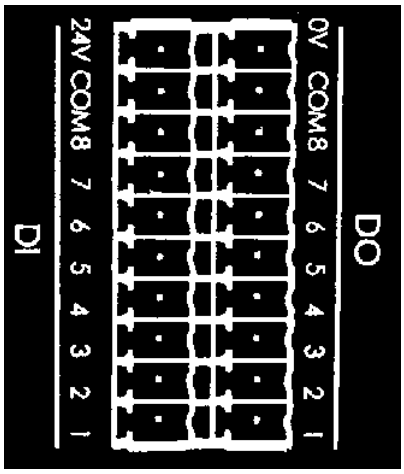
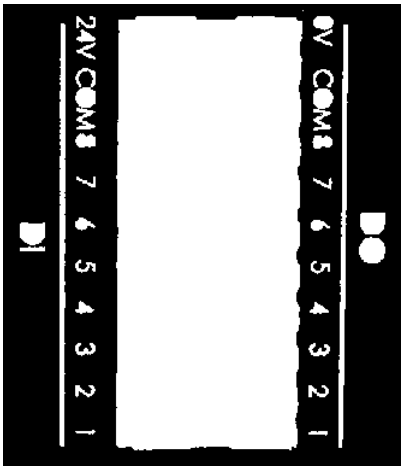
去除**低尾部比例**和**高尾部比例**对应的像素点后，灰度值在最低灰度值至高阈值之间的像素点相对所有剩余像素点的比例。

查找个数

设置最终输出的blob的最大数量。

填充面积阈值

blob区域内的最小非blob区域面积（可理解为是blob中的“孔洞”）。如果“孔洞”面积小于或等于该值，则将其与外围的blob合并。

孔洞填充前	孔洞填充后
	

面积使能

开启后，算法仅筛选出面积在**面积范围**内的blob。

轮廓输出使能

开启后，图像上的blob将显示轮廓。

点输出使能

开启后，该模块将输出blob各个轮廓点的X/Y轴坐标（如下图所示）。该参数可与**轮廓输出使能**配合使用。

图14-105 轮廓点X/Y轴坐标

Blob图像输出

关闭后，算法将不输出blob分析后的图像。

二值化图输出

关闭后，算法将不输出blob分析后的二值化图像。

高级参数

角度使能

开启后，算法仅筛选出角度在**角度范围**内的blob。此处的角度指blob的“最小外接矩形”的长轴与图像x轴方向的夹角（顺时针为正，逆时针为负的）。

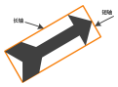


图14-106 最小外接矩形

RECT宽使能

开启后，算法仅筛选出blob矩形框宽度在**RECT宽范围**内的blob。

说明

此处的“矩形框”与*图14-107*不同，特指宽高均与图像宽高平行的矩形（如下图所示）。

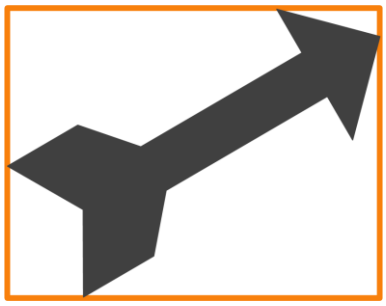


图14-107 blob矩形框

RECT高使能

开启后，算法仅筛选出矩形框高度在**RECT高范围**内的blob。

说明

此处的“矩形框”与*图14-108*不同，特指宽高均与图像宽高平行的矩形。

周长使能

开启后，算法仅筛选出轮廓长度在**周长范围**内的blob。

短轴使能

开启后，算法仅筛选出*图14-108*短轴长在**短轴范围**内的blob。

长轴使能

开启后，算法仅筛选出*图14-108*长轴长度在**长轴范围**内的blob。

圆形度使能

开启后，算法仅筛选出圆形度在**圆形度范围**内的blob。

$$circularity = \frac{S}{\pi d^2}$$

图14-108 圆形度计算公式

该计算公式中，circularity为圆形度，S为blob面积（即连通域面积），d为blob质心到blob轮廓点的最大距离。圆形度范围为0~1，圆的圆形度为1。圆形度越小，blob形状越不规则。

说明

质心为blob内的所有像素点的坐标平均值所对应的点。

图14-109 圆形度

矩形度使能

开启后，算法仅筛选出矩形度在**矩形度范围**内的blob。

$$R = \frac{S_1}{S_2}$$

图14-110 矩形度计算公式

该计算公式中， R为矩形度， S1为blob面积（即连通域面积）， S2为blob的*图14-111*的面积。矩形度范围是0~1，矩形的矩形度为1。矩形度越小，blob形状越不规则。

质心偏移使能

开启后，算法仅筛选出质心偏移在**质心偏移范围**内的blob。

质心为blob内的所有像素点的坐标平均值所对应的点，如下图中蓝点所示；矩形中心是blob的*图14-111*的几何中心，如下图中红点所示。两点之间的距离即为质心相对于矩形中心的偏移量。

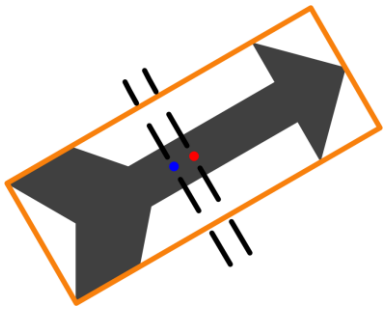


图14-111 质心偏移

轴比范围

开启后，算法仅筛选出*图14-112*短轴长度和长轴长度比值在**轴比范围**内的blob。

排序特征

设置输出的blob在*当前结果*页签内的排序依据。可依据面积、周长、圆形度、矩形度、连通域中心x、连通域中心y、box角度、box宽、box高、矩形左上顶点x、矩形左上顶点y、二阶中心距主轴角度、轴比等特征排序。

实际配置效果与下文的**排序方式**相关。

排序方式

按升序或降序对输出的blob在在*当前结果*页签内进行排序。也可设置为**不排序**。

连通性

设置判断图像上像素点是否互相连通的标准，包括**4连通**和**8连通**。通常设置为**8连通**可比设置为**4连通**获得更大的blob。

以下示例中，如果采用**4连通**定义“连通”，则下图白色像素点构成的特征图像包含两个“连通区域”，即如下左图中两个橙框中的由白色像素点构成的区域；如果采用**8连通**定义，则仅包含一个“连通区域”，即如下右图中所有由白色像素点构成的区域。

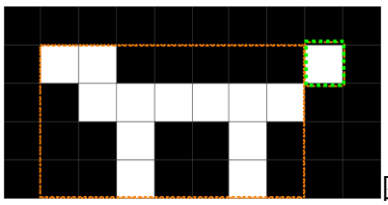


图14-112 两个连通区域

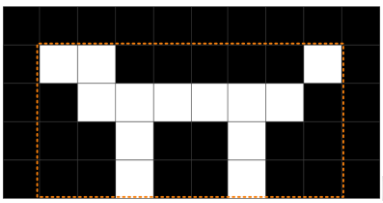


图14-113 单个连通区域

像素超界使能

开启后，如果blob中与图像边缘、ROI边缘或掩膜边缘重合的像素点数量大于**最大超界像素**，那么该blob将被算法删除。

如果将**最大超界像素**设置为0，所有与图像边缘、ROI边缘或掩膜边缘相交的blob都会被删除。

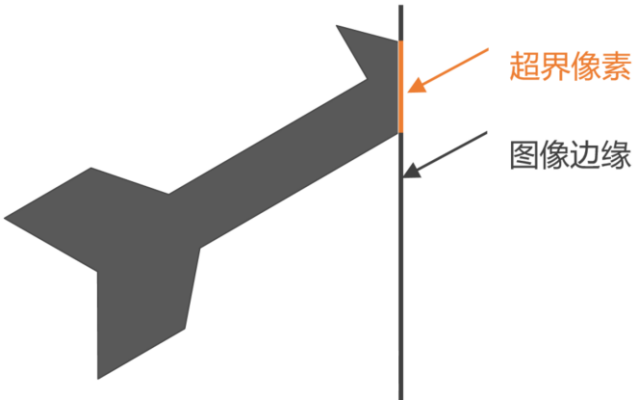


图14-114 像素超界

模块结果

*BLOB分析*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

单体状态

int型，表示各个Blob的状态。1表示Blob识别成功，1的个数表示检测出的Blob个数。

Blob个数

int型，表示图像中检测出的Blob个数。

面积

float型，表示各个Blob的面积大小。

总面积

float型，表示所有Blob加起来的总面积。

质心点

质心X

float型，表示Blob质心的X坐标。

质心Y

float型，表示Blob质心的Y坐标。

最小外接矩形

中心点

中心X

float型，表示最小外接矩形中心点的X坐标。

中心Y

float型，表示最小外接矩形中心点的Y坐标。

矩形宽度

float型，表示最小外接矩形的宽度。

矩形高度

float型，表示最小外接矩形的高度。

角度

float型，表示最小外接矩形的较长边旋转至水平线方向的角度。顺时针为正，逆时针为负。

Blob矩形框

矩形框原点

Blob矩形框原点X

float型，代表矩形框中心点的X轴坐标。

Blob矩形框原点Y

float型，代表矩形框中心点的Y轴坐标。

Blob矩形框宽度

float型，代表矩形框的宽度。

Blob矩形框高度

float型，代表矩形框的高度。

blob矩形左上点X

float型，代表blob矩形框左上点的X轴坐标。

blob矩形左上点Y

float型，代表blob矩形框左上点的Y轴坐标。

blob矩形右下点X

float型，代表blob矩形框右下点的X轴坐标。

blob矩形右下点Y

float型，代表blob矩形框右下点的Y轴坐标。

主轴角度

float型，表示Blob矩形框基于水平线旋转的角度。顺时针为正，逆时针为负。

周长

float型，表示Blob的轮廓周长。

长轴

float型，表示Blob最小外接矩形中较长的边。
最小外接矩形定义参见*图14-115*。

短轴

float型，表示Blob最小外接矩形较短的边。

圆形度

float型，表示检测出的Blob的圆形度。
圆形度定义参见*圆形度使能*。

矩形度

float型，表示Blob面积与最小外接矩形面积的比值。

分数

float型，表示匹配到图像的得分，1表示与模板图像完全相同。

二值化图像

二值化图像数据

image型，表示二值化图像。为二进制形式，故不显示任何数据，可在输出图像中调出该图像。

二值化图像宽度

int型，表示二值化图像的宽度。

二值化图像高度

int型，表示二值化图像的高度。

二值化图像像素格式

int型，表示二值化图像的像素格式。17301505为Mono8格式。

Blob图像数据

Blob图像数据

image型，表示通过Blob分析后输出的图像。为二进制形式，故不显示任何数据，可在输出图像中调出该图像。

Blob图像宽度

int型，表示输出Blob图像的宽度。

Blob图像高度

int型，表示输出Blob图像的高度。

Blob图像像素格式

int型，表示输出Blob图像的像素格式。17301505为Mono8格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

轮廓点集

轮廓信息

pointset型，表示轮廓的点集信息，该输出结果不显示。

轮廓点个数

int型，表示图像的轮廓点个数。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

14.3.5 BLOB标签分析

*BLOB标签分析*模块可在其输出图像中为检测出对的blob标注类别标签。该模块的使用场景与*BLOB分析*有所差异，典型场景为搭配基于深度学习的*DL图像分割*模块使用进行缺陷检测，输出缺陷类别标签。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

*BLOB标签分析*模块的算法工作原理基于*BLOB分析*，两者在算法上主要区别如下：

区别点	BLOB分析	BLOB标签分析
处理逻辑	在转化的二值图上处理	直接在灰度图上处理
类别标签和标签值	无该两项数据。 所有blob是由前景像素组成，在二值图上的灰度值为255	有该两项数据。 如果若干个像素点区域的平均灰度值相同，且互不连通，那么算法将判定这些像素点区域为多个blob，但类别标签的标签值相同（即这些blob为相同标签的blob） 如果若干像素点区域的平均灰度值不同，且互不连通，那么算法将判定这些像素点区域为多个blob，但类别标签的标签值不同（即这些blob为不同标签的blob） ● 此处提及的“灰度值”，可通过下文*参数配置*中的*灰度值*参数指定 ● 此处提及的“类别标签”，可通过下文*参数配置*中的*类别名称*参数指定

使用方法

前后序模块

*BLOB标签分析*对其在流程中的前后序模块的要求如下。

表14-29 前后续模块

前后序模块	描述
前序模块	前序模块需为*BLOB标签分析*提供string数组和int数组这两类可订阅的数据，

前后序模块	描述
	且这两类数据的数量需一致。 • string数组，作为该模块的**类别名称**参数的取值。 • int数组，作为该模块的**灰度值**参数的取值。 例如，*DL（快速）图像分割*和*DL实例分割*模块可为*BLOB标签分析*提供这两类数据。
后序模块	后序模块无特殊要求。

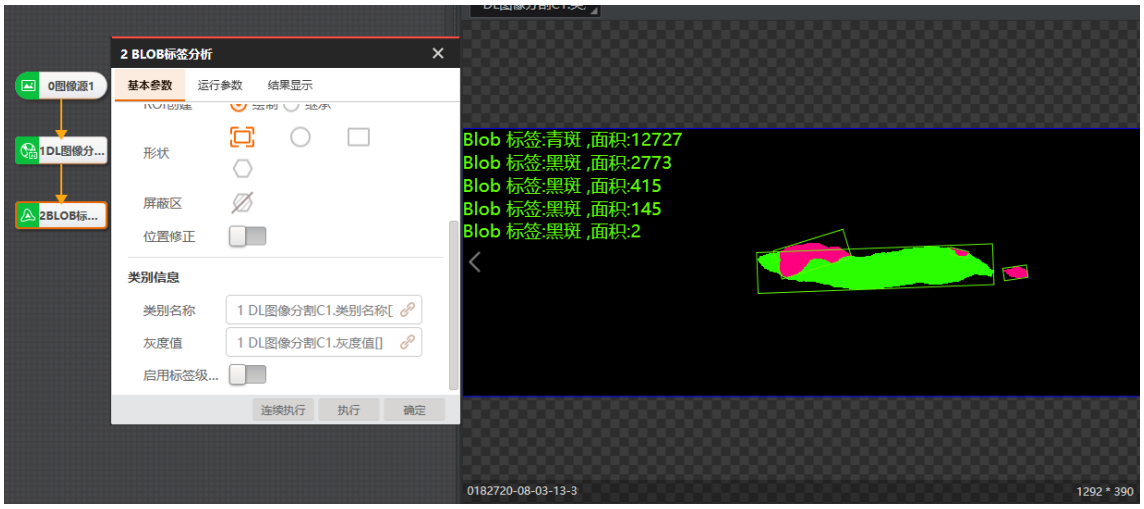


图14-136 效果示例

应用示例

通过*BLOB标签分析*，可根据灰度值对目标进行标签标注，如下图所示。

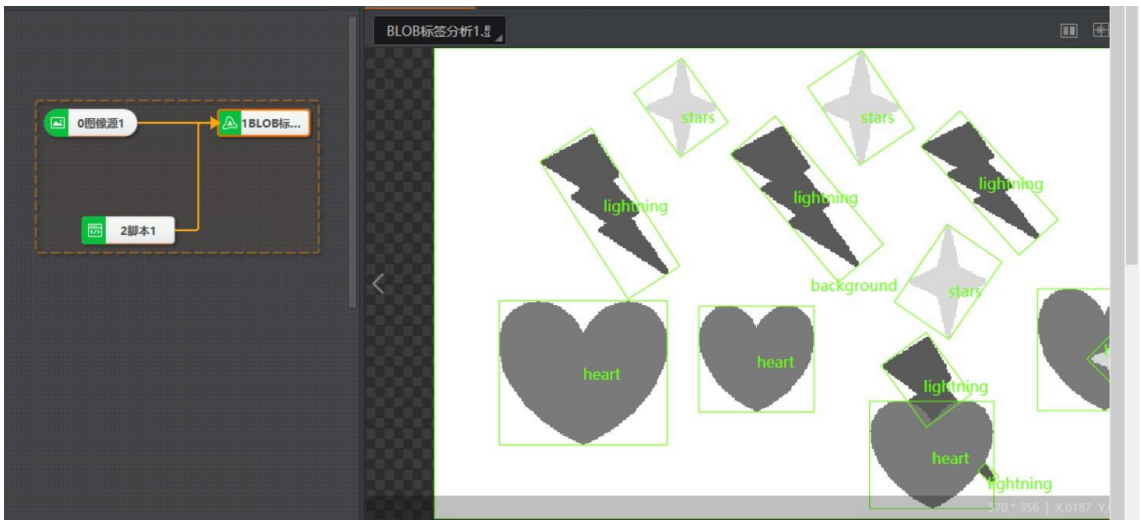


图14-137 BLOB标签分析应用示例

参数配置

- 该模块基本参数中的类别信息参数详情如下。其他基本参数详情，请参见*基本参数*。

  类别名称

  订阅前序模块输出的string型数据。
  例如，如果前序模块中包含**DL图像分割**，那么可将该参数取值订阅为**DL图像分割**输出的**类别名称**。

  灰度值

  订阅前序模块输出的int型数据。
  例如，如果前序模块中包含*DL图像分割*，那么可将该参数取值订阅为**DL图像分割**输出的**灰度值**。

  说明

  由于**类别名称**和**灰度值**一对一映射，因此在为两者分别订阅数据时，需确保两者的数据数量保持一致。

  标签级面积筛选

  说明

  该参数与该模块运行参数中的**全局面积使能**互斥。

  开启后，该模块仅输出符合筛选规则的blob。具体筛选规则由下图所示列表中的**灰度值**、**面积范围**和**反选**三个元素定义。该列表各行分别对应一个blob类别标签，各列的配置项定义如下：

  灰度值

  设置当前blob类别标签所对应的灰度值。

  面积范围

  设置当前类别标签blob的有效面积范围。

  反选

  如果不勾选（默认），该模块最终仅输出大小在指定**面积范围**以内的当前标签blob。
  如果勾选，该模块最终仅输出大小在指定**面积范围**以外的当前标签blob。

图14-138 标签级面积筛选

- 以下仅介绍该模块运行参数中的**全局面积使能**。该模块其他运行参数定义与*BLOB分析*的同名参数相同，详情参见*BLOB分析模块的运行参数*。

  全局面积使能

  与*BLOB分析*模块中的*面积使能*相同，即最终仅筛选出面积大小在指定范围内的blob。

- 该模块的结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模块结果

*BLOB标签分析*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

单体状态

int型，表示各个Blob的状态。1表示Blob识别成功，1的个数表示检测出的Blob个数。

Blob个数

int型，表示图像中检测出的Blob个数。

面积

float型，表示各个Blob的面积大小。

总面积

float型，表示所有Blob加起来的总面积。

质心点

质心X

float型，表示Blob质心的X坐标。

质心Y

float型，表示Blob质心的Y坐标。

最小外接矩形

中心点

中心X

float型，表示最小外接矩形中心点的X坐标。

中心Y

float型，表示最小外接矩形中心点的Y坐标。

矩形宽度

float型，表示最小外接矩形的宽度。

矩形高度

float型，表示最小外接矩形的高度。

角度

float型，表示最小外接矩形的较长边旋转至水平线方向的角度。顺时针为正，逆时针为负。

主轴角度

float型，表示Blob矩形框基于水平线旋转的角度。顺时针为正，逆时针为负。

周长

float型，表示Blob的轮廓周长。

长轴

float型，表示Blob最小外接矩形中较长的边。
最小外接矩形定义参见*图14-139*。

短轴

float型，表示Blob最小外接矩形较短的边。

圆形度

float型，表示检测出的Blob的圆形度。
圆形度定义参见*圆形度使能*。

矩形度

float型，表示Blob面积与最小外接矩形面积的比值。

分数

float型，表示匹配到图像的得分，1表示与模板图像完全相同。

二值化图像

二值化图像数据

image型，表示二值化图像。为二进制形式，故不显示任何数据，可在输出图像中调出该图像。

二值化图像宽度

int型，表示二值化图像的宽度。

二值化图像高度

int型，表示二值化图像的高度。

二值化图像像素格式

int型，表示二值化图像的像素格式。17301505为Mono8格式。

Blob图像

Blob图像数据

image型，表示通过Blob分析后输出的图像。为二进制形式，故不显示任何数据，可在输出图像中调出该图像。

Blob图像宽度

int型，表示输出Blob图像的宽度。

Blob图像高度

int型，表示输出Blob图像的高度。

Blob图像像素格式

int型，表示输出Blob图像的像素格式。17301505为Mono8格式。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

轮廓点集

轮廓信息

pointset型，表示轮廓的点集信息，该输出结果不显示。

轮廓点个数

int型，表示图像的轮廓点个数。

类别标签

string型，代表blob的类别标签。

灰度值

int型，代表blob的灰度值。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.3.6 圆查找

*圆查找*模块用于查找图像中指定区域内符合特定要求的圆，并输出圆相关数据，如圆是否存在、圆中心点坐标、圆半径、拟合误差等。

本节包含如下内容：

- *模块原理*
- *使用限制*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

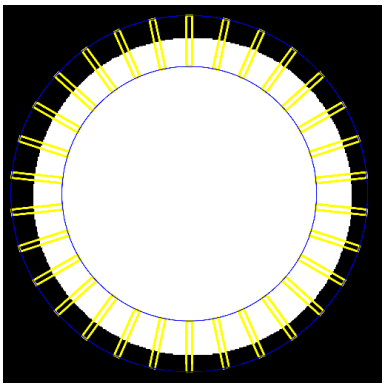
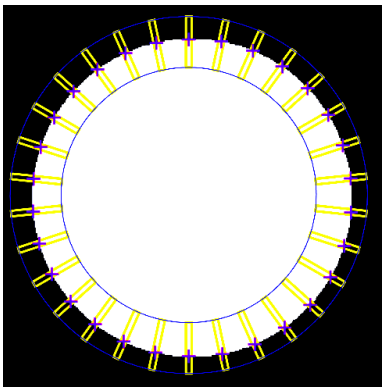
该模块的算法运行主要包含以下3个步骤：

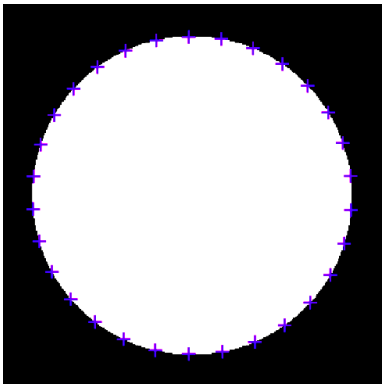
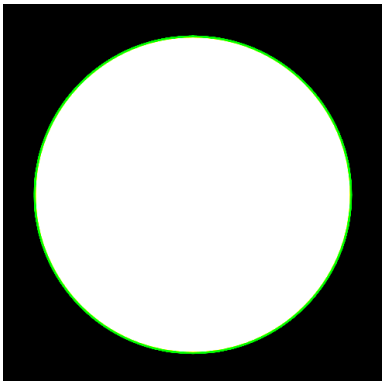
1. 在圆环形的ROI内自动设置卡尺区域。如下图1和图2中蓝色线条围合的环形区域即ROI，黄色矩形即卡尺区域。

   说明

   卡尺的具体工作原理，请参见*卡尺工具工作原理*。

2. 在卡尺区域内提取目标的边缘点。如下图2和图3中紫色X形所示的点。
3. 将提取到的边缘点集拟合为圆，即下图4中所示的绿色圆。

ROI内设置卡尺区域	在卡尺区域内提取边缘点
	

提取到的边缘点集	基于边缘点集进行圆拟合
	

使用限制

单个*圆查找*模块只能查找一个圆。如果要查找多个圆，建议配合*Group*模块的循环功能使用。如果需查找的多个圆有规律排列，可调用*阵列圆查找* 模块。

使用方法

在流程中，*圆查找*模块的：

- 前序模块通常为*图像源*。*图像源*为*圆查找*提供图像输入。
- 后序模块可为逻辑工具模块（如*脚本*和*数据集合*）；也可为其他模块，如图形生成模块中的*圆拟合*和测量模块中的*点点测量*。*圆查找*为后序模块提供定位到的圆信息。

在流程中调用*圆查找*模块后，该模块的主要配置步骤如下：

1. 执行一次流程，使*图像源*将图像数据输出至*圆查找*。
2. 在*基本参数*页签，选择ROI类型，并在图像上圆所在区域绘制ROI。
3. 根据业务需求指定下文*参数配置*中提及的**卡尺数量**、**扇环半径**、**滤波尺寸**等运行参数。

以下动图以绘制圆形ROI为例。

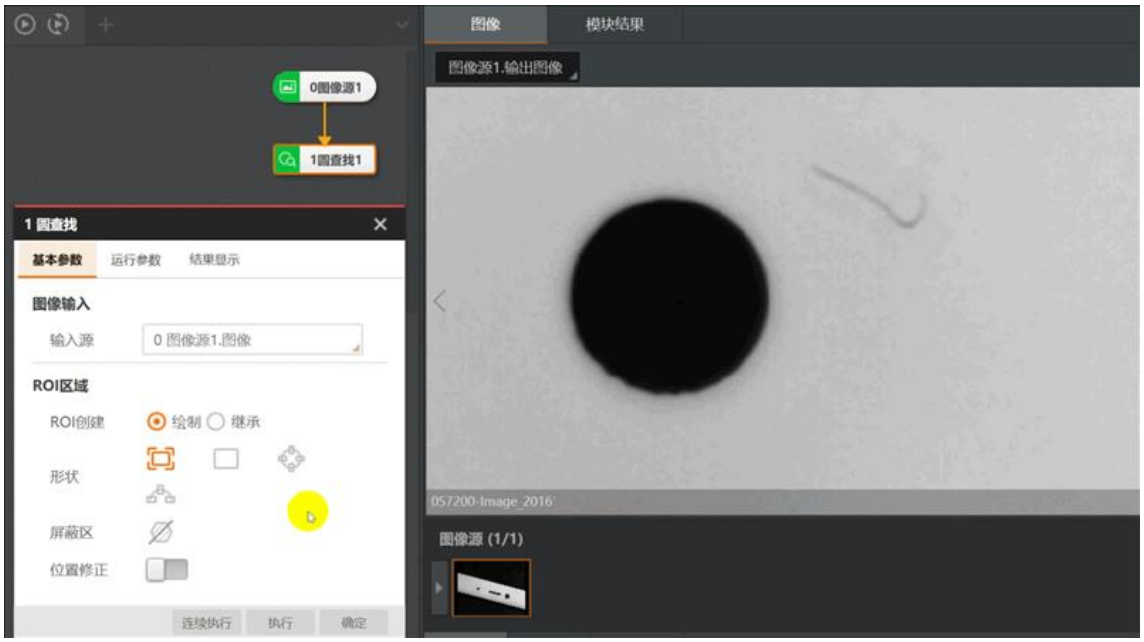


图14-139 绘制ROI

使用示例

以下视频展示了测量同心度的应用示例。具体为：在流程中组合调用*圆查找*和*脚本*、*数据集合*、*圆拟合*和*点点测量*等其他模块，测量汽车刹车盘上的10个小圆孔的同心度。

该应用示例中，*脚本*模块的脚本代码如下。其中所调用的脚本接口详情，请参见*脚本开放接口*。

```
 using System;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using Script.Methods;
/************************************
Shell Module default code: using .NET Framwwork 4.6.1
************************************/
public partial class UserScript:ScriptMethods,IProcessMethods
{
    //the count of process
        //执行次数计数
    int processCount ;

    /// <summary>
    /// Initialize the field's value when compiling
        ///  预编译时变量初始化
    /// </summary>
    public void Init()
    {
        //You can add other global fields here
                //变量初始化，其余变量可在该函数中添加
        processCount = 0;

    }
```

```
    /// <summary>
    /// Enter the process function when running code once
        /// 流程执行一次进入Process函数
    /// </summary>
    /// <returns></returns>
    public bool Process()
    {
        //You can add your codes here, for realizing your desired function
                //每次执行将进入该函数，此处添加所需的逻辑流程处理
                float[] x = new float[9];
                float[] y = new float[9];
                for(int i=1;i<10;i++)
        {
                        x[i-1] = (float)((x1-x0)*Math.Cos(36*i*Math.PI/180) - (y1-
y0)*Math.Sin(36*i*Math.PI/180) + x0);
                        y[i-1] = (float)((x1-x0)*Math.Sin(36*i*Math.PI/180) + (y1-
y0)*Math.Cos(36*i*Math.PI/180) + y0);
        }
                SetFloatArrayValue("x2",x,0,9);
                SetFloatArrayValue("y2",y,0,9);
        return true;
    }
}
```

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

扇环半径

ROI扇环区域半径，建议内、外径与实际查找圆半径接近，可提高查找精度。

边缘类型

设置待查找的边缘类型。

最强

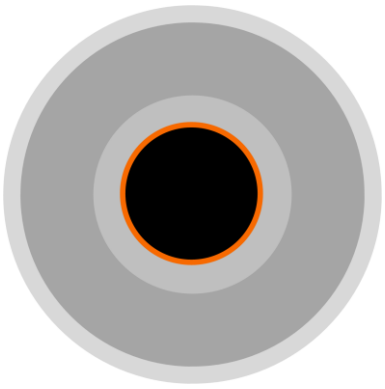
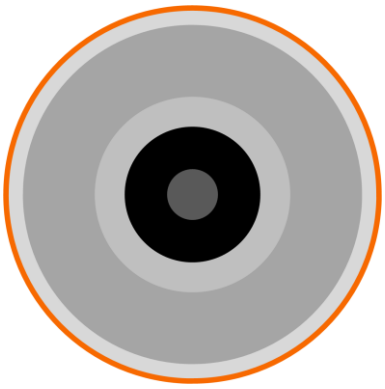
只提取扫描范围内梯度最大的边缘点集合并拟合成圆。

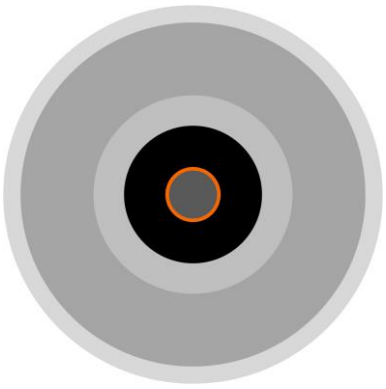
最后一条

只提取扫描范围内与圆心距离最大的边缘点集合并拟合成圆。

第一条

只提取扫描范围内与圆心距离最小的边缘点集合并拟合成圆

最强边缘	最后一条
	

第一条边缘


边缘极性

黑到白

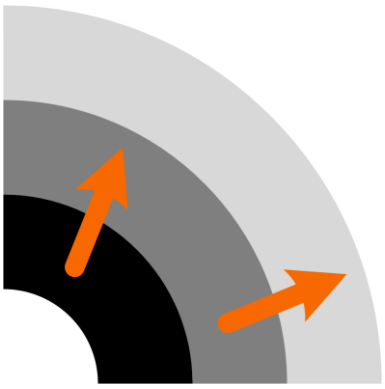
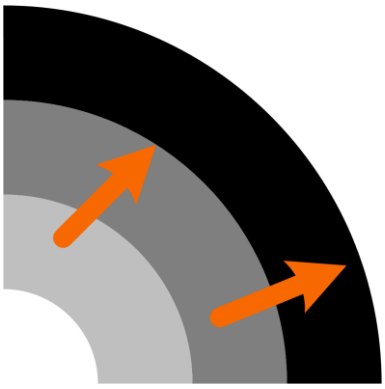
仅检测边缘极性为“黑到白”的边缘。从圆心向外看，灰度值低的区域过渡到灰度值高的区域的边缘，极性为黑到白。

白到黑

仅检测边缘极性为“白到黑”的边缘。从圆心向外看，灰度值高的区域过渡到灰度值低的区域的边缘，极性为白到黑。

任意

上述两种边缘均被检测。

黑到白	白到黑
	

边缘阈值

边缘阈值即梯度阈值，取值范围为0~255。仅边缘梯度阈值大于该值的边缘点能被算法检测到。数值越大，抗噪能力越强，得到的边缘数量越少，甚至可能导致目标边缘点被筛除

说明

边缘梯度是衡量卡尺区域内图像源的灰度变化率的指标。

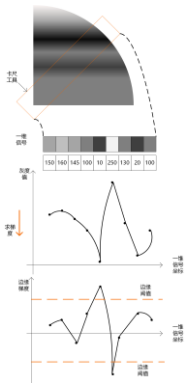


图14-140 边缘阈值原理

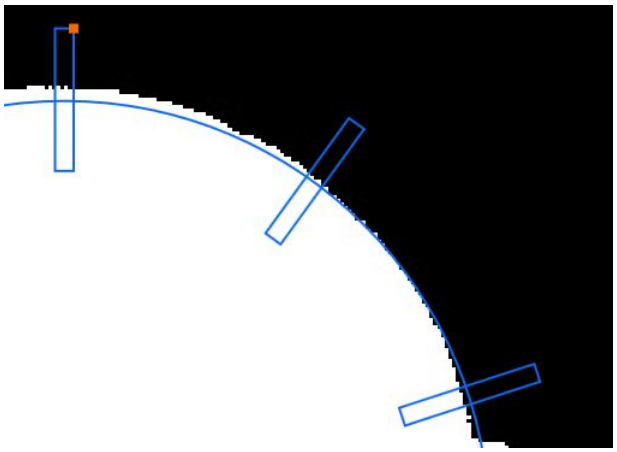
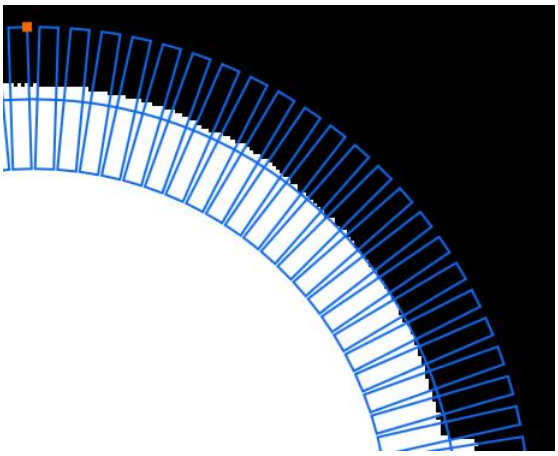
滤波尺寸

指滤波器大小。可用于增强边缘并抑制噪声，最小取值为1。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值可使检测结果更加稳定。但如果边缘与边缘之间距离小于滤波尺寸时，反而会影响边缘位置的精度甚至丢失边缘

边缘过渡带较小时建议使用较小滤波尺寸，边缘过渡带较大时使用较大滤波尺寸

卡尺数量

用于扫描边缘点的ROI（即上文*模块原理*中提及的卡尺）的数量。当该数量设置为10和100时，相同弧度范围内的卡尺分布见下图

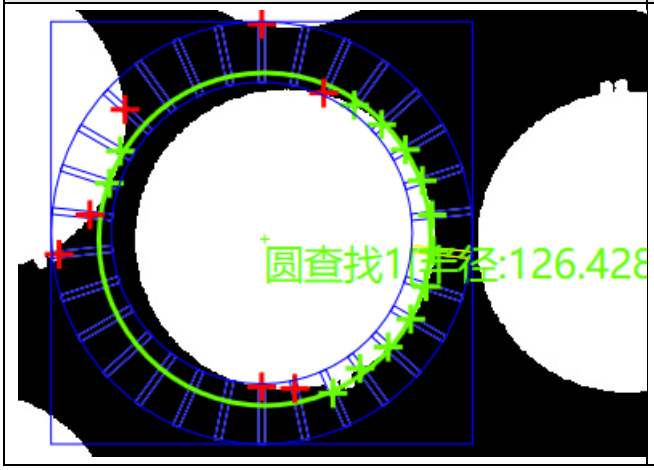
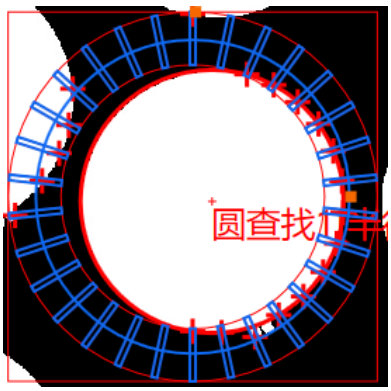
卡尺数量10	卡尺数量100
	

剔除点数

误差过大而被排除不参与拟合的最小点数量。一般情况下，离群点越多，该值应设置越大。为获取更佳查找效果，建议与下文的**剔除距离**结合使用。

如下左图中红色点为剔除的边缘点。

当剔除点数设置过大时，可能会导致拟合失败，无法查找到圆（见如下右图）。

剔除点示意	剔除点数过大
	

初定位

开启**初定位**后，需配置下文提及的**圆定位敏感度**和**下采样系数**。**初定位**可大致判定ROI区域内更接近圆的区域中心作为初始圆中心，便于后续精细圆查找。

若关闭**初定位**，则默认ROI中心为初始圆中心。如果*圆查找*模块在流程中的前一模块为*位置修正*，建议关闭**初定位**。

下采样参数

下采样也叫降采样，即是采样点数减少。如果其降采样系数为k，则表示在原图中每行每列每隔k个点

取一个点组成一幅图像。因此下采样系数越大，轮廓点越稀疏，轮廓越不精细，该值不宜设置过大。

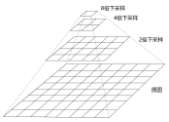


图14-141 下采样

圆定位敏感度

排除干扰点。该参数取值越大，排除噪声干扰的能力越强，但也越容易导致圆的初定位失败。

剔除距离

允许离群点到拟合圆的最大像素距离，值越小，排除点越多。

投影宽度

在环形ROI中分布的若干个卡尺的宽度。在一定范围内增大该值可以获取更加稳定的边缘点，具体可参见*直线查找*。

初始拟合

设置圆的初始拟合模式。

局部

按照局部的特征点拟合圆。穷举遍历边缘点集中的部分点来圆拟合，并将最优圆作为初始拟合圆，如果局部特征更加准确反映圆所在位置，则采用局部最优，否则采用全局最优。

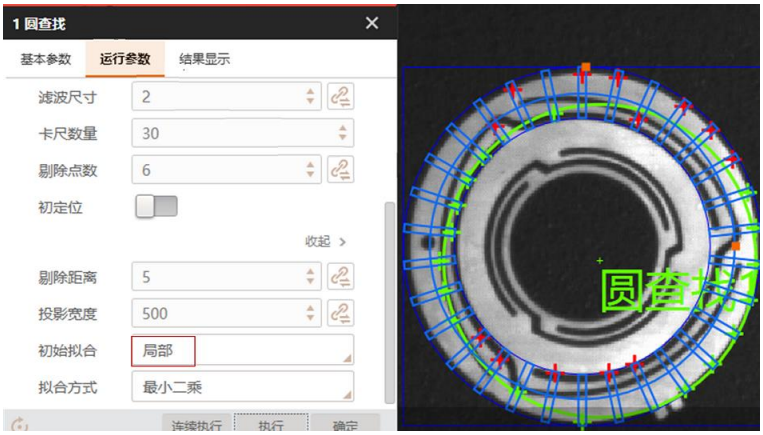


图14-142 局部拟合

全局

按照查找到的全局特征点进行圆拟合。全局最优特征更加准确反映圆所在位置时采用该模式。

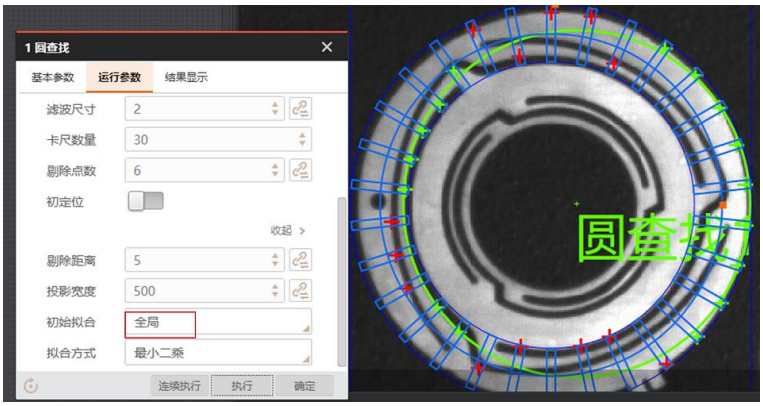


图14-143 全局拟合

拟合方式

设置圆的拟合方式，包括**最小二乘**、**huber**和**tukey**三种。三种拟合方式仅在权重的计算方式上有所差异。随着离群点数量增多以及离群距离增大，可逐次使用**最小二乘**、**huber**和**tukey**。

模块结果

*圆查找*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出圆环

圆心

圆心X

float型，表示查找到圆的X坐标。

圆心Y

float型，表示查找到圆的Y坐标。

内径

float型，分别显示查找到阵列圆中单个圆的内径。若为圆而非圆环，则显示为0。

圆半径

float型，分别显示查找到阵列圆中单个圆的半径。

圆起始角度

float型，分别显示查找到阵列圆中单个圆起始边与水平方向的夹角。若为完整的圆或圆环，则为0。

圆角度范围

float型，分别显示查找到阵列圆中单个圆起始边与终止边跨过的角度范围。若为完整的圆或圆环，则为360。

拟合误差

float型，表示实际值与拟合值的误差。

圆轮廓点

轮廓点X

float型，表示圆轮廓点的X坐标。

轮廓点Y

float型，表示圆轮廓点的Y坐标。

轮廓点状态

int型，表示是否能检测到每个轮廓。0表示未检测到，1表示检测到。

边缘点个数

int型，表示输出的边缘点个数。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

卡尺框

卡尺中心点

卡尺中心X

float型，表示卡尺框中心点的X坐标。

卡尺中心Y

float型，表示卡尺框中心点的Y坐标。

卡尺宽度

float型，表示每个卡尺框的宽度，一般相等。

卡尺高度

float型，表示每个卡尺框的高度，一般相等。

卡尺角度

float型，表示每个卡尺框与水平方向的夹角。一般对应位置角度相差的大小为检测圆弧的角度范围。

卡尺框检测区

卡尺框检测中心点

卡尺框检测中心X

float型，表示卡尺框检测区中心点的X坐标。

卡尺框检测中心Y

float型，表示卡尺框检测区中心点的Y坐标。

卡尺框检测区宽度

float型，表示每个卡尺框检测区的宽度，一般相等。

卡尺框检测区高度

float型，表示每个卡尺框检测区的高度，一般相等。

卡尺框检测区角度

float型，表示每个卡尺框检测区与水平方向的夹角。一般对应位置角度相差的大小为角度范围。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.3.7 椭圆查找

*椭圆查找*模块用于在图像指定区域中查找符合特定要求的椭圆形轮廓，并输出椭圆信息，包括椭圆是否存在、椭圆中心点、椭圆长半轴和短半轴、拟合误差等。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用限制*
- *使用方法*
- *使用示例*
- *参数配置*
- *模块结果*

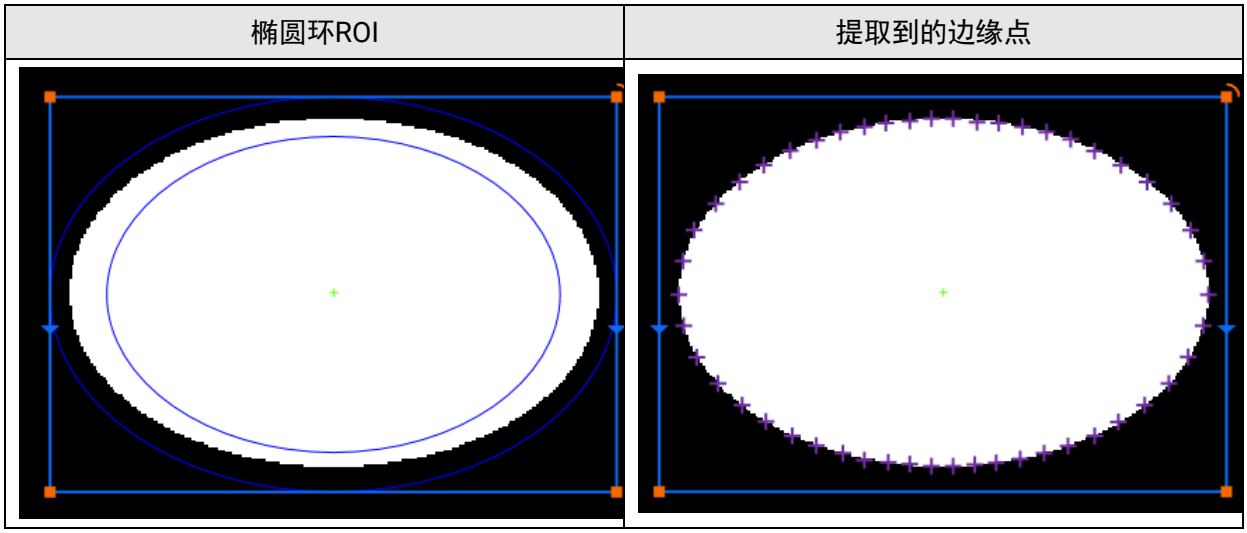
模块原理

该模块的算法工作流程可分为如下两个主要步骤：

1. 算法在椭圆环形状的ROI内，基于该ROI内置的卡尺提取边缘点。

   说明

   - 如下左图中两个深蓝色椭圆构成的椭圆环由该矩形ROI（蓝色矩形）生成
   - 卡尺的具体工作原理，请参见*卡尺工具工作原理*。



2. 算法将提取到的边缘点拟合为椭圆。

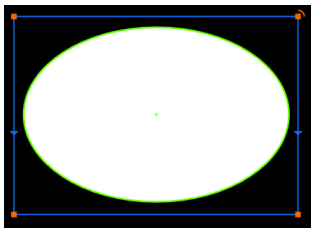


图14-144 椭圆拟合结果

使用限制

*椭圆查找*模块一次仅能查找单个椭圆。如需查找多个椭圆，建议配合*Group*模块的循环功能使用。

使用方法

在流程中，*椭圆查找*的：

- 前序模块通常为*图像源*。*图像源*为*椭圆查找*提供图像输入。
- 后序模块可为逻辑工具模块（如*脚本*和*数据集合*）；也可为其他模块，如测量模块中的*点点测量*、*点圆测量*、*点线测量*等。*椭圆查找*为后序模块提供定位到的圆信息。

在流程中调用*椭圆查找*模块后，该模块的主要配置步骤如下：

1. 执行一次流程，使*图像源*将图像数据输出至*椭圆查找*。
2. 在*基本参数*页签单击□，并将光标移动至图像区域绘制ROI。

   说明

   绘制的矩形ROI的四边需接近目标椭圆的四个顶点（但需避免与椭圆相切），以确保定位精度。
3. 根据实际情况调整ROI参数。
4. 根据业务需求配置下文*参数配置*中提及的**边缘极性**、**卡尺数量**、**滤波尺寸**等运行参数。

使用示例

如下示意图展示了检测椭圆环部件宽度的应用示例。该应用示例中组合调用了*椭圆查找*、*圆环展开*和*间距检测*。

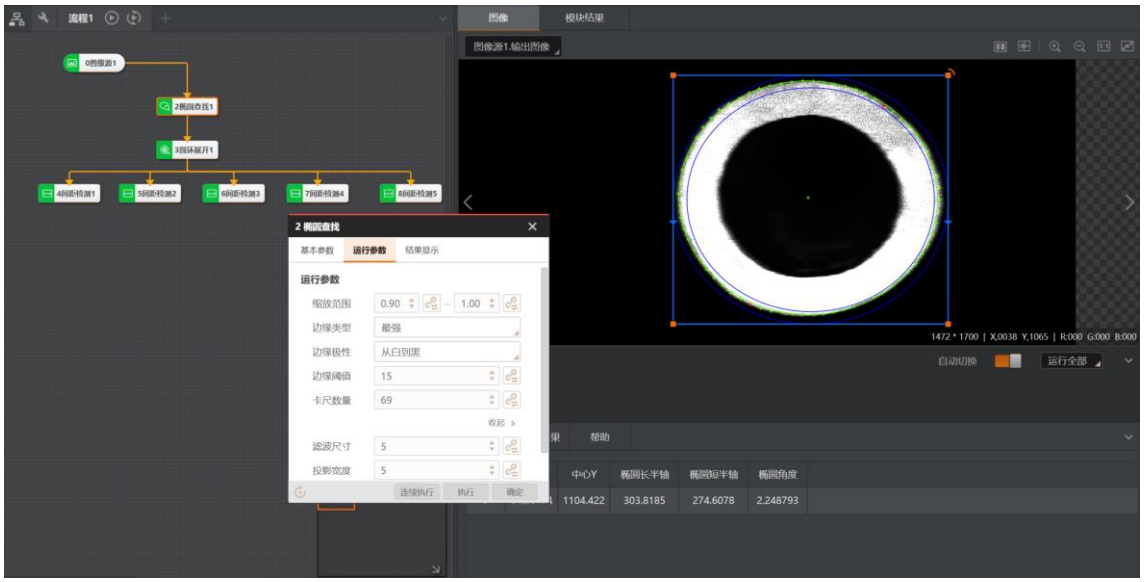


图14-145 椭圆查找输出椭圆信息

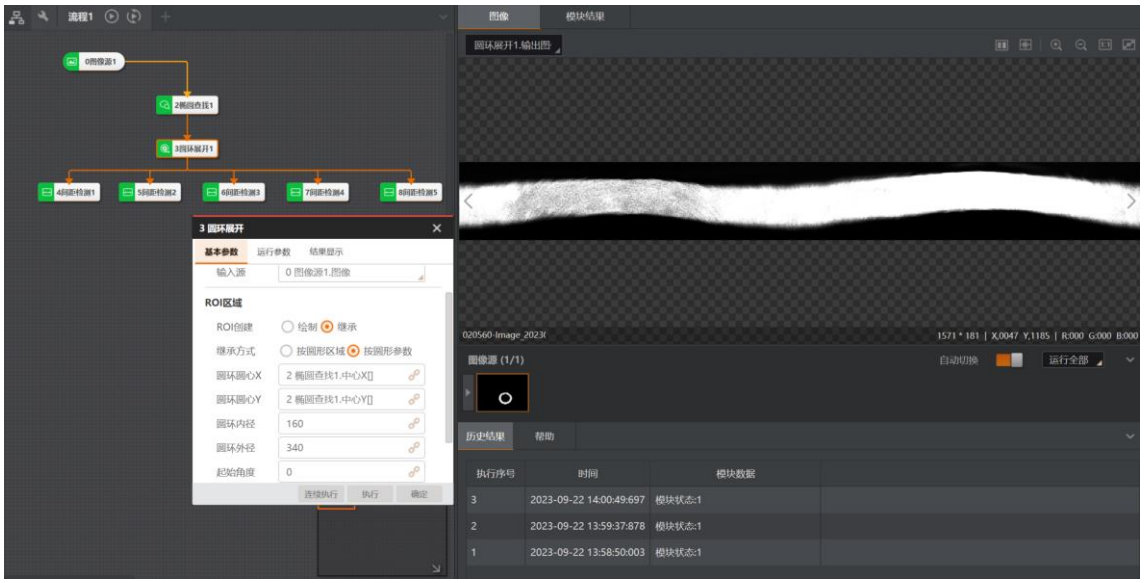


图14-146 圆环展开继承椭圆查找的ROI

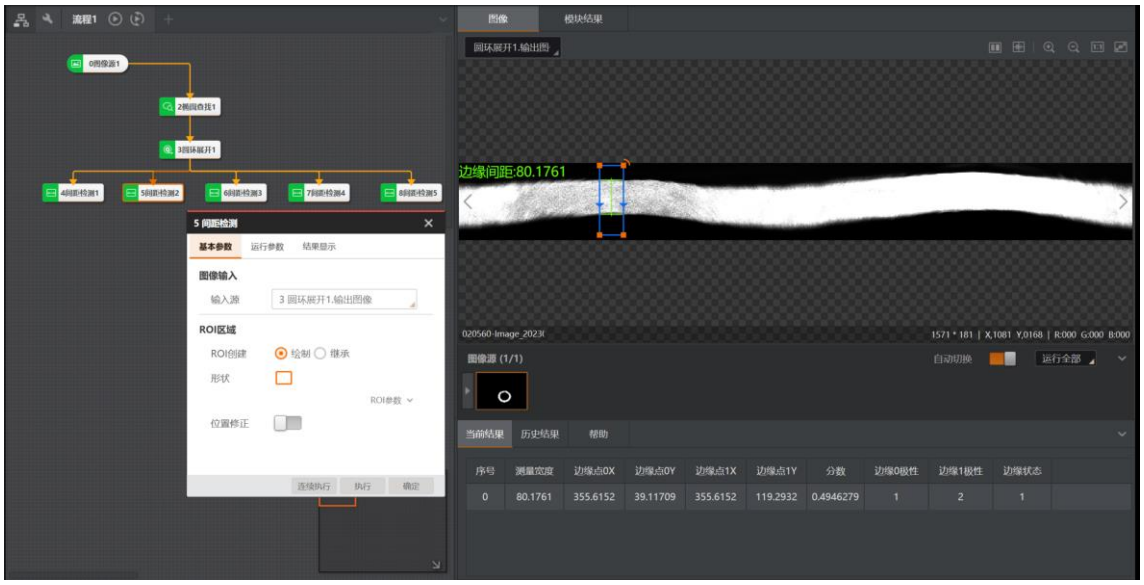


图14-147 测量边缘间距

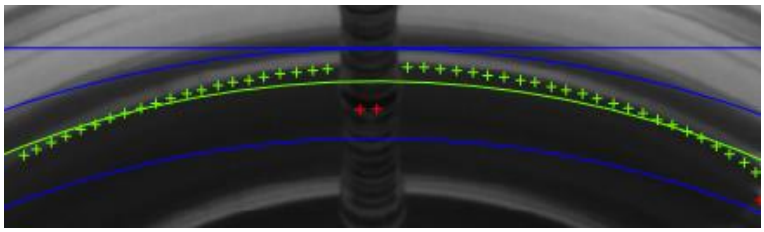
参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

表14-30 运行参数

参数		描述
缩放范围	内缩放系数	根据用户设置的ROI区域生成椭圆环，椭圆环内椭圆的长短轴与ROI宽高之间的比例关系。
	外缩放系数	根据用户设置的ROI区域生成椭圆环，椭圆环外椭圆的长短轴与ROI宽高之间的比例关系。
边缘类型	最强	只提取扫描范围内梯度最大的边缘点集合并拟合成椭圆。
	最后一条	只提取扫描范围内与椭圆圆心距离最大的边缘点集合并拟合成椭圆。
	第一条	只提取扫描范围内与椭圆圆心距离最小的边缘点集合并拟合成椭圆。
边缘极性	黑到白	从椭圆圆心向外看，灰度值低的区域过渡到灰度值高的区域的边缘，极性为黑到白。
	白到黑	从椭圆圆心向外看，灰度值高的区域过渡到灰度值低的区域的边缘，极性为白到黑。
	任意	上述两种边缘均被检测。
卡尺数量		用于查找边缘点的ROI的数量，下图中的绿色“+”字形即卡尺。 
滤波尺寸		用于增强边缘和抑制噪声，最小值为1。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使得检测结果更加稳定，但如果边缘与边缘之间距离小于滤波尺寸时反而会影响边缘位置的精度甚至丢失边缘。 更多详情可参见*圆查找*模块运行参数中的**滤波尺寸**参数。
投影宽度		在ROI中环形分布若干个边缘点查找ROI，该值描述扫描边缘点查找ROI的区域宽度。在一定范围内增大该值可以获取更加稳定的边缘点。
误差容忍度		在进行椭圆拟合时会计算每个参与拟合的边缘点的拟合误差，该参数值越小时，拟合时删除掉的边缘点越多，拟合结果更加准确，但该值设置的过于小时，有可能造成过拟合。

模块结果

*椭圆查找*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

椭圆轮廓点

轮廓点X

float型，表示圆轮廓点的X坐标。

轮廓点Y

float型，表示圆轮廓点的Y坐标。

轮廓点状态

int型，表示是否能检测到每个轮廓。0表示未检测到，1表示检测到。

边缘点个数

int型，表示输出的边缘点个数。

输出椭圆

圆心点

中心X

float型，表示圆心点的X坐标。

中心Y

float型，表示圆心点的Y坐标。

椭圆长半轴

float型，表示椭圆的长半轴长度。

椭圆短半轴

float型，表示椭圆的短半轴长度。

椭圆角度

float型，表示椭圆的角度。

椭圆环

圆心点

中心X

float型，表示圆心点的X坐标。

中心Y

float型，表示圆心点的Y坐标。

椭圆长半轴

float型，表示椭圆的长半轴长度。

椭圆短半轴

float型，表示椭圆的短半轴长度。

椭圆角度

float型，表示椭圆的角度。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.3.8 阵列圆查找

*阵列圆查找*模块用于查找指定图像区域内符合特征要求且呈阵列排布（例如等距排列为4行3列）的多个圆，并以数组形式输出圆信息，包括圆是否存在、圆中心点坐标、圆半径、拟合误差等。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *使用示例*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

*阵列圆查找*的算法原理基于*圆查找*，但可查找阵列排布的多个圆。算法原理详情参见*圆查找的算法原理*。

使用方法

在流程中，*阵列圆查找*的：

- 前序模块通常为*图像源*。*图像源*为*阵列圆查找*提供图像输入。
- 后序模块可为逻辑工具模块（如*脚本*和*数据集合*）；也可为其他模块，如标定模块中的*N点标定*，图形生成模块中的*圆拟合*，测量模块中的*圆圆测量*等。*阵列圆查找*为后序模块提供定位的圆信息。

在流程中调用*圆查找*模块后，该模块的主要配置步骤如下：

1. 执行一次流程，使*图像源*将图像数据输出至*圆查找*。
2. 在*基本参数*页签单击，并将光标移动至图像区域绘制ROI。
3. 根据实际情况调整ROI参数，如**横向圆个数M**和**纵向圆个数N**（具体见如下视频）。
4. 在图像上调整ROI，直至圆环ROI较好得覆盖圆的边缘（具体见如下视频）。
5. 根据业务需求配置*运行参数*页签中的**卡尺数量**、**扇环半径**、**滤波尺寸**等运行参数。

使用示例

如下示意图展示圆心距离测量的应用示例。该应用示例中组合调用了*阵列圆查找*和*圆圆测量*，前者为后者提供圆信息输入。

*图14-148*示意图中的检测出的圆标注了序号，其中标注为“1”和“3”的圆分别对应*图14-148*示意图中*基本参数*页签中的**圆输入1**和**圆输入2**。

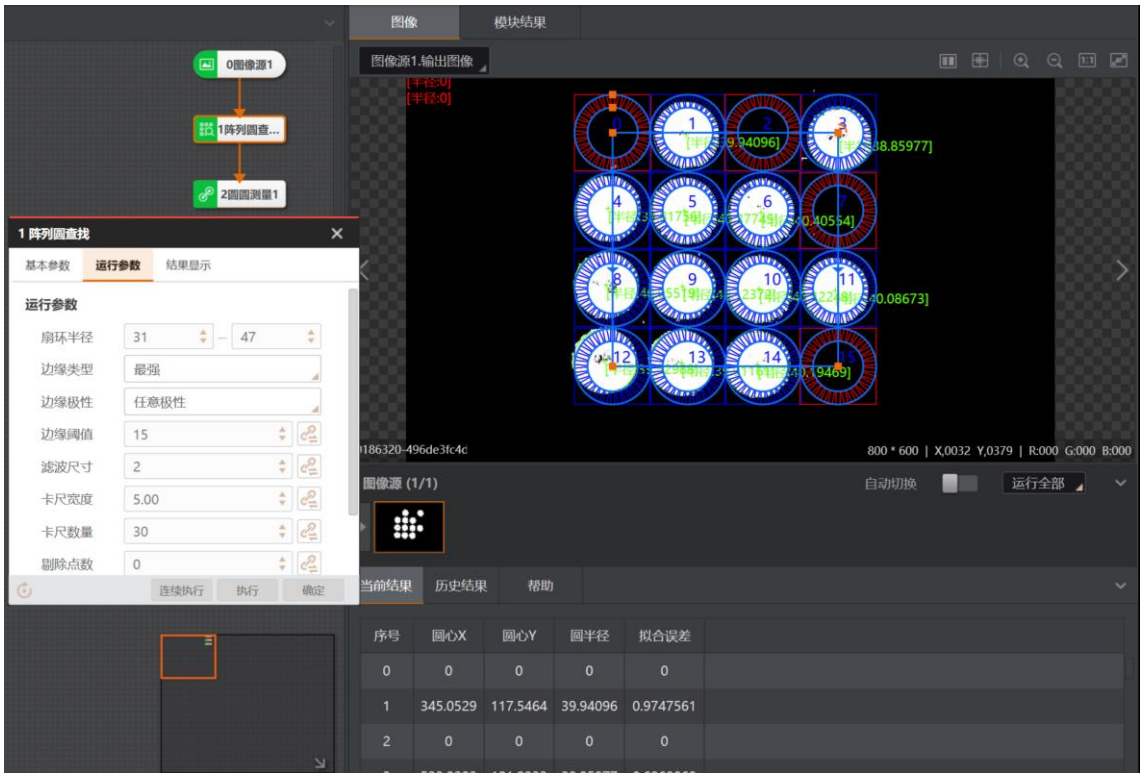


图14-148 阵列圆序号

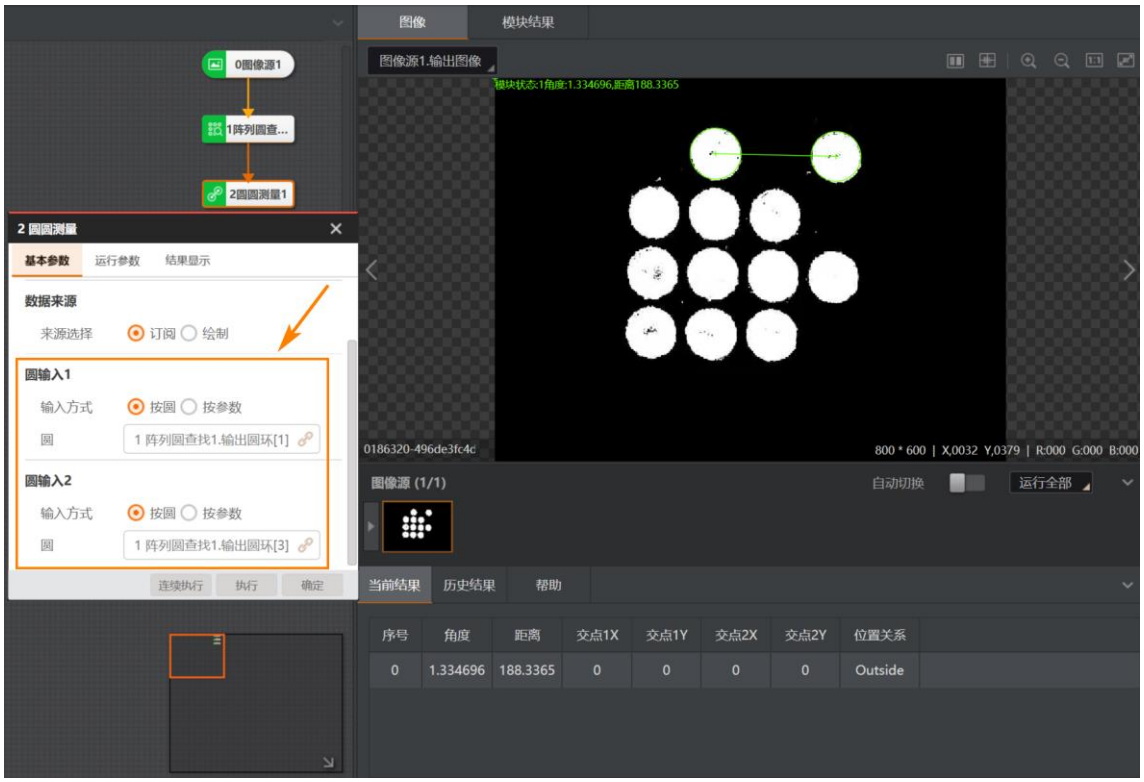


图14-149 圆圆测量的圆输入配置

参数配置

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 该模块的运行参数和*当前结果*参数与*圆查找*的相同，详情参见*圆查找模块的参数配置*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模块结果

*阵列圆查找*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

单个圆查找状态

int型，代表阵列中每个圆的查找状态，1代表查找到圆，0代表未查找到圆。

输出圆环个数

int型，代表阵列中找到的圆的个数。

输出圆环

圆心

圆心X

float型，表示查找到圆的X坐标。

圆心Y

float型，表示查找到圆的Y坐标。

内径

float型，分别显示查找到阵列圆中单个圆的内径。若为圆而非圆环，则显示为0。

圆半径

float型，分别显示查找到阵列圆中单个圆的半径。

圆起始角度

float型，分别显示查找到阵列圆中单个圆起始边与水平方向的夹角。若为完整的圆或圆环，则为0。

圆角度范围

float型，分别显示查找到阵列圆中单个圆起始边与终止边跨过的角度范围。若为完整的圆或圆环，则为360。

拟合误差

float型，表示实际值与拟合值的误差。

圆轮廓点

轮廓点X

float型，表示圆轮廓点的X坐标。

轮廓点Y

float型，表示圆轮廓点的Y坐标。

轮廓点状态

int型，表示是否能检测到每个轮廓。0表示未检测到，1表示检测到。

边缘点个数

int型，表示输出的边缘点个数。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。

若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

卡尺框个数

int型，代表分别显示用于查找阵列圆中单个圆的卡尺数量。

卡尺框

卡尺中心点

卡尺中心X

float型，表示卡尺框中心点的X坐标。

卡尺中心Y

float型，表示卡尺框中心点的Y坐标。

卡尺宽度

float型，表示每个卡尺框的宽度，一般相等。

卡尺高度

float型，表示每个卡尺框的高度，一般相等。

卡尺角度

float型，表示每个卡尺框与水平方向的夹角。一般对应位置角度相差的大小为检测圆弧的角度范围。

卡尺框检测区

卡尺框检测中心点

卡尺框检测中心X

float型，表示卡尺框检测区中心点的X坐标。

卡尺框检测中心Y

float型，表示卡尺框检测区中心点的Y坐标。

卡尺框检测区宽度

float型，表示每个卡尺框检测区的宽度，一般相等。

卡尺框检测区高度

float型，表示每个卡尺框检测区的高度，一般相等。

卡尺框检测区角度

float型，表示每个卡尺框检测区与水平方向的夹角。一般对应位置角度相差的大小为角度范围。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.3.9 直线查找

*直线查找*模块可查找目标的直线边，常用于测量、定位、缺陷检测场景的目标角度获取。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *使用示例*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块的算法工作流程可分为如下两个主要步骤：

1. 算法在预设的卡尺区域（下图所示黄框）内提取边缘特征点。

说明

卡尺的具体工作原理，请参见*卡尺工具工作原理*。

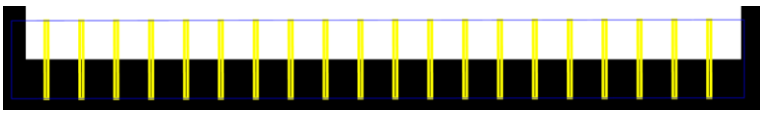


图14-150 卡尺区域

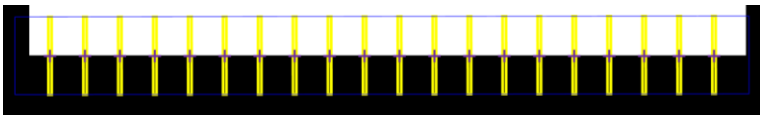


图14-151 卡尺区域内提取到的边缘点

2. 算法将提取到的边缘特征点（下图中的紫色点）拟合为直线，最终输出的直线被界定在ROI内。

图14-152 边缘点示意

图14-153 拟合结果示意

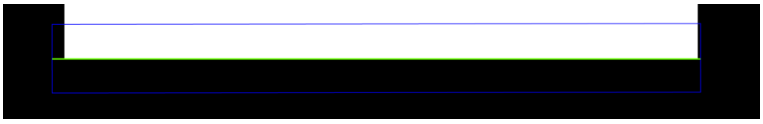


图14-154 最终输出直线

使用方法

在流程中，***直线查找***的前序模块一般为***图像源***，对后序模块无特殊要求。
在流程中调用***直线查找***模块后，该模块的主要配置步骤如下：

1. 执行一次流程，使***图像源***将图像数据输出至***直线查找***。
2. 根据业务需求指定下文*参数配置*中提及的**卡尺数量**、**投影宽度**、**滤波尺寸**等运行参数。
3. 在***基本参数***页签，选择ROI形状，并在图像上圆所在区域绘制ROI。

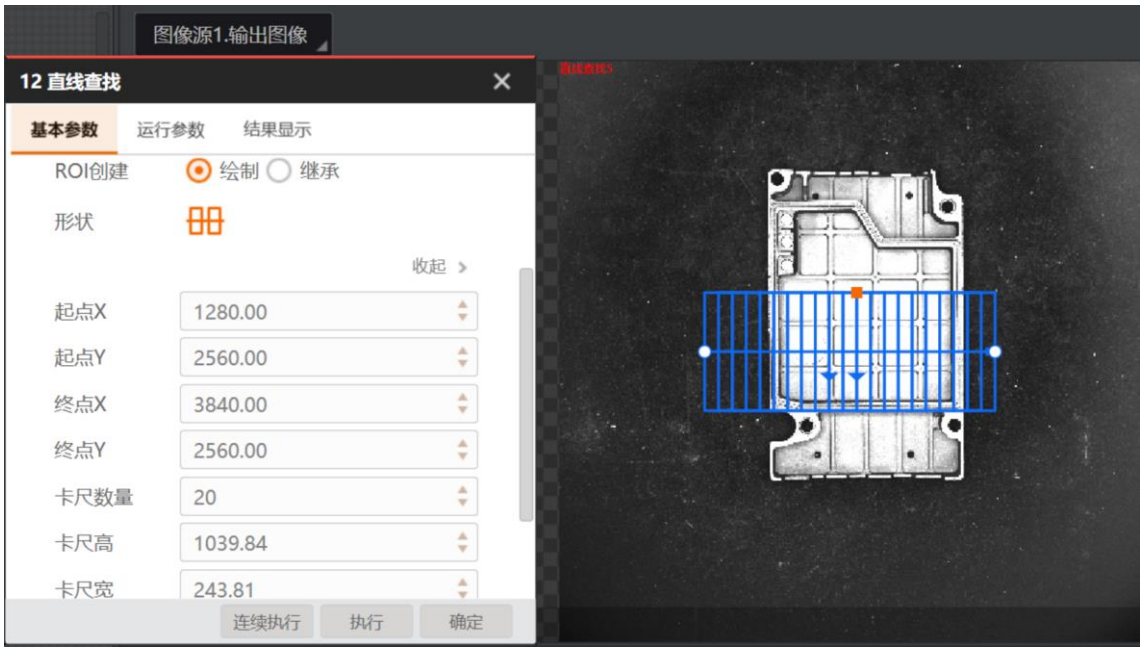


图14-155 绘制ROI

使用示例

下图展示了在流程中组合调用*直线查找*、*线线测量*、*点点测量*，对部件尺寸规格进行检测的应用示例。

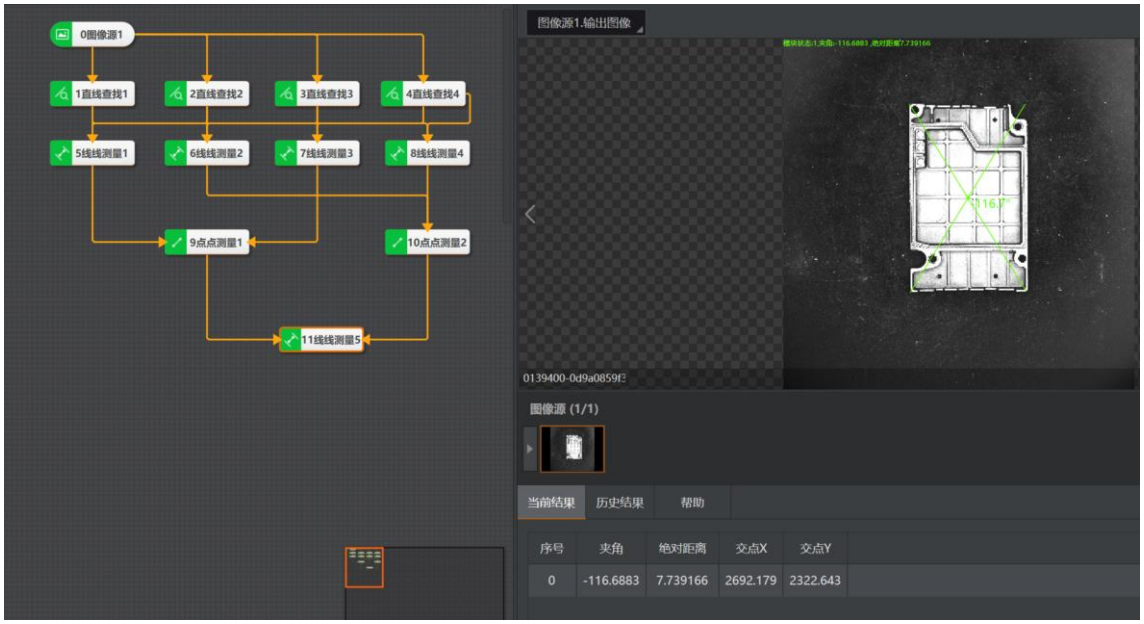


图14-156 与测量模块配置使用的示例

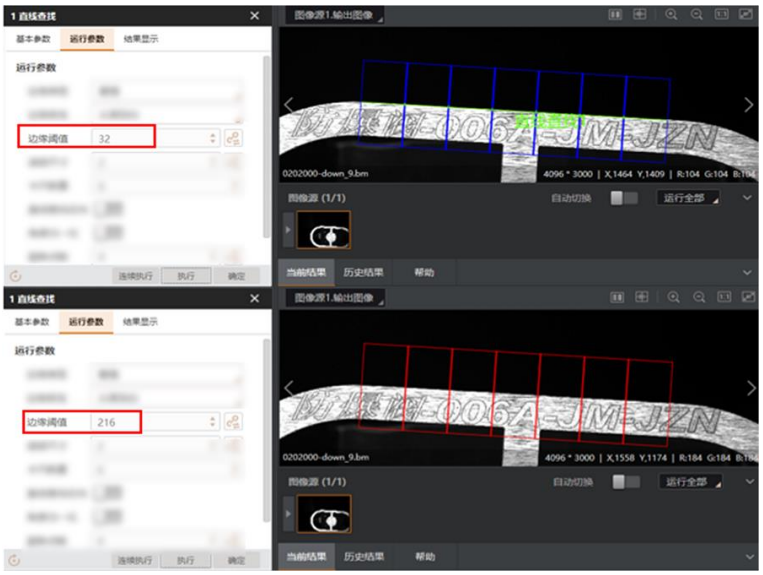
参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

表14-31 运行参数

参数		描述
边缘类型	最强	查找梯度阈值最大的边缘点集合，然后拟合成直线。
	第一条/最后一条	查找满足条件的第一条/最后一条直线。
	接近中线	查找最接近区域中线且满足条件的直线。
边缘极性		可选从白到黑、从黑到白、任意极性。 边缘极性分为两种，即白到黑和黑到白，如下图所示。绿色箭头所示为白到黑，红色箭头所示为黑到白，这里说的“黑”和“白”是相对的概念。
边缘阈值		边缘阈值即梯度阈值，范围0~255，只有边缘梯度阈值大于该值的边缘点才被检测到。数值越大，抗噪能力越强，得到的边缘数量越少，甚至导致目标边缘点被筛除。 
滤波尺寸		定义目标边缘的清晰程度，最小值为1。值越小，表示边缘越清晰且过滤带小。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使得检测结果更加稳定，但如果边缘与边缘之间挨得太近（距离小于滤波尺寸）时反而会影响边缘位置的精度甚至丢失边缘。具体原理参考*圆查找*。

参数		描述
卡尺数量		定义卡尺的数量 ，ROI越大，建议设置越多的卡尺数量。
直线查找反向		开启后可将直线起点和终点的位置信息互换。
角度归一化		开启后，输出的直线角度在-90° ~ 90°；未开启时，输出的直线角度为-180° ~ 180° 。
剔除点数		差过大而被排除不参与拟合的最小点数量。一般情况下，离群点越多，该值应设置越大，为获取更佳查找效果，建议与**剔除距离**结合使用。
剔除距离		允许离群点到拟合直线的最大像素距离，值越小，排除点越多。
投影宽度		即卡尺宽度（*图14-157*中黄框的宽度），在ROI中顺序排列若干个查找边缘点ROI，该值描述查找边缘点ROI的区域宽度，在一定范围内增大该值可以获取更加稳定的边缘点。
初始拟合	局部	局部最优也就是按照局部的特征点拟合直线，如果局部特征更加准确反映直线所在位置，则采用局部最优，否则采用全局最优。
	全局	以查找到的全局特征点进行直线拟合。
拟合方式		拟合方式有最小二乘、huber和tukey三种。三种拟合方式只是权重的计算方式有些差异。随着离群点数量增多以及离群距离增大，可逐次使用最小二乘、huber、tukey。

模块结果

*直线查找*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出直线

直线起点

直线起点X

float型，表示输出直线起点的X坐标。

直线起点Y

float型，表示输出直线起点的Y坐标。

直线终点

直线终点X

float型，表示输出直线终点的X坐标。

直线终点Y

float型，表示输出直线终点的Y坐标。

中点

中点X

float型，表示直线中点的X坐标。

中点Y

float型，表示直线中点的Y坐标。

直线角度

float型，表示输出直线的角度。

拟合误差

float型，表示实际值与拟合值的误差。

直线轮廓点

轮廓点X

float型，表示圆轮廓点的X坐标。

轮廓点Y

float型，表示圆轮廓点的Y坐标。

边缘点个数

int型，表示输出的边缘点个数。

轮廓点状态

int型，表示是否能检测到每个轮廓。0表示未检测到，1表示检测到。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

卡尺框

卡尺中心点

卡尺中心X

float型，表示卡尺框中心点的X坐标。

卡尺中心Y

float型，表示卡尺框中心点的Y坐标。

卡尺宽度

float型，表示每个卡尺框的宽度，一般相等。

卡尺高度

float型，表示每个卡尺框的高度，一般相等。

卡尺角度

float型，表示每个卡尺框与水平方向的夹角。一般对应位置角度相差的大小为检测圆弧的角度范围。

卡尺框检测区

卡尺框检测中心点

卡尺框检测中心X

float型，表示卡尺框检测区中心点的X坐标。

卡尺框检测中心Y

float型，表示卡尺框检测区中心点的Y坐标。

卡尺框检测区宽度

float型，表示每个卡尺框检测区的宽度，一般相等。

卡尺框检测区高度

float型，表示每个卡尺框检测区的高度，一般相等。

卡尺框检测区角度

float型，表示每个卡尺框检测区与水平方向的夹角。一般对应位置角度相差的大小为角度范围。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.3.10 直线查找组合

*直线查找组合*模块可检测图像指定区域内的不连续边缘，输出边缘直线起点、终点及角度信息，常用于不连续边缘的检测，也可用于*直线查找*屏蔽区占比过高时的替代方案。所谓不连续边缘，指边缘中间部

分存在缺失或是断开。
本节内容包含：

- *使用方法*
  参数配置
  模块结果

使用方法

在流程中：

- *图像源*、*模板匹配*、*位置修正*等模块可作为*直线查找组合*的前序模块，为*直线查找组合*在图像指定区域精确定位矩形。*模板匹配*和*位置修正*做粗定位，*直线查找组合*做精定位。
- *直线查找组合*对后序模块无特殊要求。可接收并处理直线信息的模块均可作为该模块的后续模块。

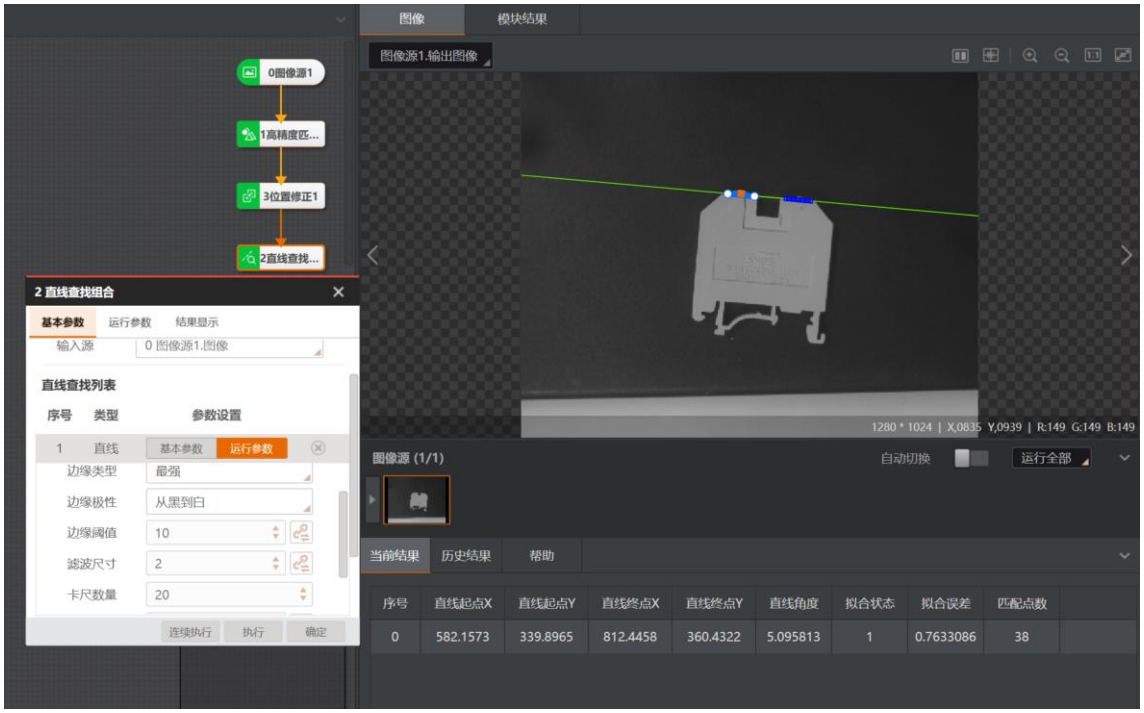


图14-157 直线查找组合应用示例

参数配置

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 该模块运行参数定义与*直线查找*模块的同名运行参数相同，详情参见*直线查找*。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模块结果

*直线查找组合*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出直线

直线起点

直线起点X

float型，表示输出直线起点的X坐标。

直线起点Y

float型，表示输出直线起点的Y坐标。

直线终点

直线终点X

float型，表示输出直线终点的X坐标。

直线终点Y

float型，表示输出直线终点的Y坐标。

直线角度

float型，表示输出直线的角度。

输出拟合点

输出拟合点X

float型，代表输出的拟合点的X轴坐标。

输出拟合点Y

float型，代表输出的拟合点的Y轴坐标。

拟合误差

float型，表示实际值与拟合值的误差。

拟合状态

int型，1代表拟合成功，0代表拟合失败。

拟合点数

int型，代表实际的拟合点个数。

拟合距离

float型，代表相邻拟合点之间的距离。

匹配点

int型，代表点是否匹配成功，1代表成功，2代表失败。

匹配点数

int型，代表匹配成功的点数。

最小外接矩形

中心点

中心X

float型，表示最小外接矩形中心点的X坐标。

中心Y

float型，表示最小外接矩形中心点的Y坐标。

矩形宽度

float型，表示最小外接矩形的宽度。

矩形高度

float型，表示最小外接矩形的高度。

角度

float型，表示最小外接矩形的较长边旋转至水平线方向的角度。顺时针为正，逆时针为负。

卡尺框检测区

卡尺框检测中心点

卡尺框检测中心X

float型，表示卡尺框检测区中心点的X坐标。

卡尺框检测中心Y

float型，表示卡尺框检测区中心点的Y坐标。

卡尺框检测区宽度

float型，表示每个卡尺框检测区的宽度，一般相等。

卡尺框检测区高度

float型，表示每个卡尺框检测区的高度，一般相等。

卡尺框检测区角度

float型，表示每个卡尺框检测区与水平方向的夹角。一般对应位置角度相差的大小为角度范围。

14.3.11 多直线查找

*多直线查找*模块可同时查找一个检测区域内的多条直线段，主要应用于半导体等行业的测量场景，如硅片间距测量和引脚间距测量。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用场景

- 需要在同一区域定位多条直线时，如果使用*直线查找*模块，需要在流程中放置多个该模块。而如果使用*多直线查找*模块，仅需要放置单个该模块即可。
- 多帧图像的特定区域内，期望边线存在角度变化、位移、伸缩时，对*多直线查找*模块算法的影响较*直线查找*的较小。因为*多直线查找*搜索区域比*直线查找*的搜索区域更大。

使用方法

在流程中，*多直线查找*的：

- 前序模块通常为*图像源*、*模板匹配*、*位置修正*等模块。*模板匹配*和*位置修正*做直线的粗定位，*多直线查找*做精定位。
- 后序模块可为*线线测量*和组合模块等。这些模块的处理*多直线查找*输出的直线数据，实现直线段间距

的测量。

以下两张图所示的应用示例中，*多直线查找*输出的多直线信息，依次经组合模块中的*变量计算*、*线线测量*、*图形收集*和*数据集合*处理，最终输出多个直线段的间距。

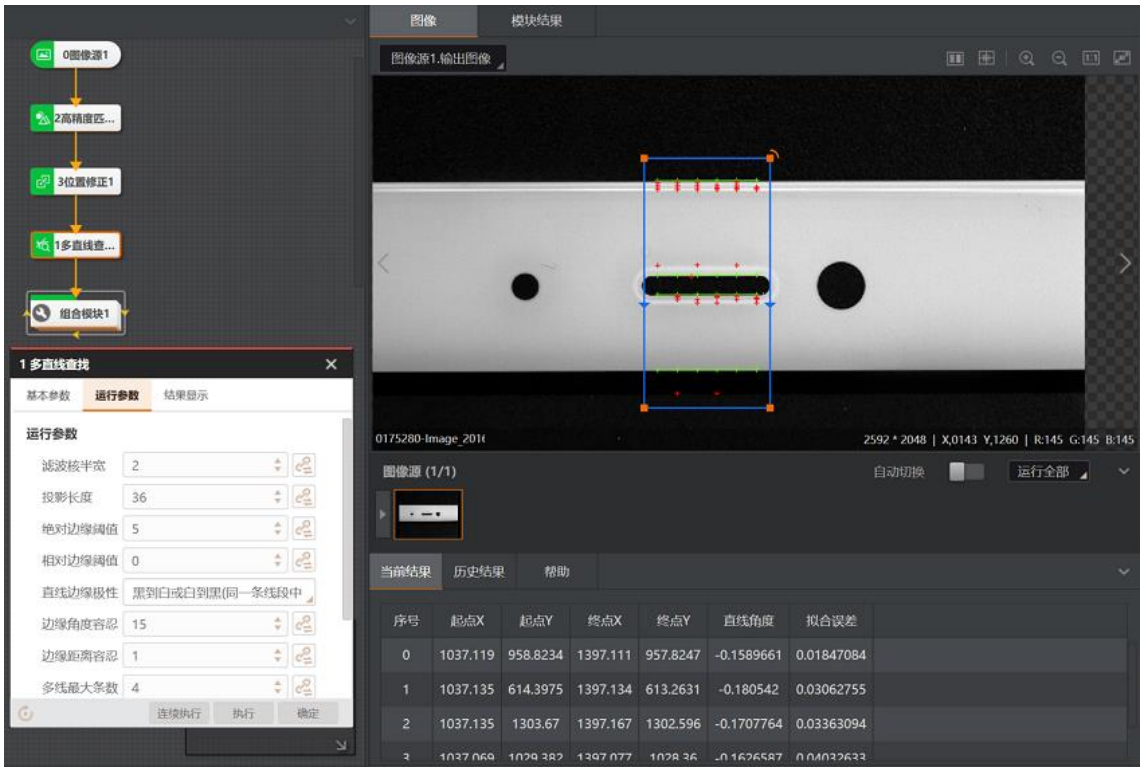


图14-158 多直线查找输出多直线信息

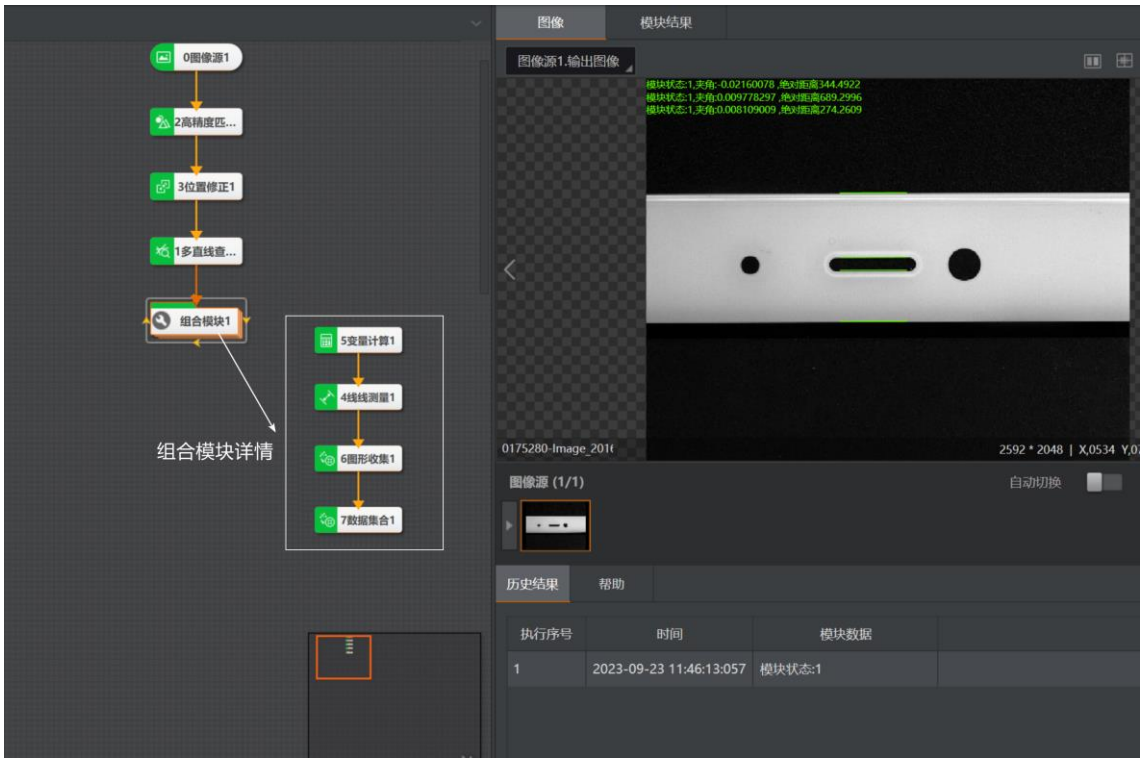


图14-159 组合模块测量多线段间距

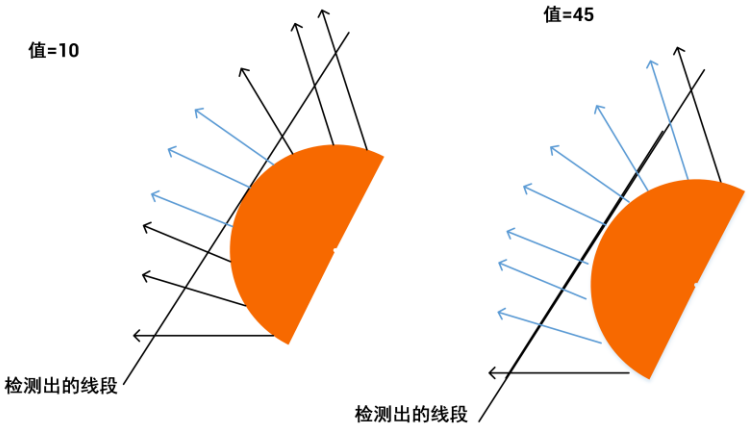
参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

参数	描述
滤波核半宽	用于增强边缘和抑制噪声，最小值为1。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使检测结果更加稳定，但如果边缘与边缘之间挨得太近时反而会影响边缘位置的精度甚至丢失边缘。
投影长度	决定用于梯度场投影的区域的数量。该值越小，允许工具更细的粒度来分析图像，但可能导致更长的算法耗时。该值越大，算法耗时越小，但可能导致边缘无法被检测出。 建议该参数与**滤波尺寸**取相同值。
绝对/相对边缘阈值	只有边缘梯度阈值大于提取阈值的边缘点才可被检测出。
边缘极性	边缘的灰度变化类型。可选**由黑到白**、**由白到黑**、**任意**，更多详情见*表14-32*。
边缘角度容忍	边缘点梯度方向与垂直于拟合直线的方向（拟合直线法线方向）的最大允许角度差。增加该值可使算法提取更多的边缘点，从而改变

参数	描述
	检测出的线段的位置。 
边缘距离容忍	边缘点与拟合线的最大允许距离。该值越大，算法提取更多边缘点，进而改变检测出的线段的位置。
多线最大条数	查找目标直线的最大条数。
覆盖率阈值	实际选用的边缘点数量占直线段理想使用的边缘点数量的最小百分比。该值越大，越倾向于输出覆盖率更高的直线段。 说明 覆盖率越高并不说明覆盖的边缘点数越多。需要结合直线段实际长度综合考虑。
旋转角度容忍	所发现的线段的旋转量与定义的梯度搜索方向的最大偏差。该值越低，检测出的线段与梯度搜索方向的平行度越高。
拟合方式	两种拟合方式只是权重的计算方式有些差异。随着离群点数量增多以及离群距离增大，可逐次使用huber、tukey。

模块结果

*多直线查找*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

直线个数

int型，代表定位到的直线的数量。

边缘点个数

int型，表示输出的边缘点个数。

直线段信息

直线起点

起点X

float型，代表直线起点的X轴坐标。

起点Y

float型，代表直线起点的Y轴坐标。

直线终点

终点X

float型，代表直线终点的X轴坐标。

终点Y

float型，代表直线终点的Y轴坐标。

直线角度

float型，表示输出直线的角度。

拟合误差

float型，表示实际值与拟合值的误差。

直线对比度强度

float型，代表图像中直线边缘的明暗变化程度。该值越大，图像中的直线边缘越清晰。

覆盖率分数

float型，代表拟合直线在整个图像中直线的占比或覆盖程度的评估指标。

在群点数量

int型，代表图像中聚集在一起的点的数量。

线段索引

int型，表示从上到下每个线段的索引。

边缘点信息

边缘点

轮廓点X

float型，表示边缘轮廓点的X坐标。

轮廓点Y

float型，表示边缘轮廓点的Y坐标。

边缘极性

int型，表示目标对象边缘的亮度变化方向或极性。

梯度幅值

float型，代表图像上某一点处的梯度的大小或强度。

梯度方向

float型，代表图像上某一点处的梯度的方向。

边缘距离

float型，代表图像上某一点到最近边缘的距离。

边缘状态

int型，表示图像上某个点是否位于边缘。1表示位于边缘，0表示不在边缘。

投影区域索引

int型，代表边缘点所处的投影区域的索引值。

所属线段索引

int型，代表边缘点所处的线段的索引值。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.3.12 边缘交点

*边缘交点*模块可识别图像ROI中的两个边缘是否存在交点。
本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*

- *模块结果*

使用方法

在流程中：

- *图像源*、*模板匹配*、*位置修正*等模块可作为***边缘交点***的前序模块，为***边缘交点***在图像指定区域精确定位边缘交点。*模板匹配*和*位置修正*做粗定位，***边缘交点***做精定位。
- ***边缘交点***对后序模块无特殊要求。可接收并处理边缘交点信息的模块均可作为***边缘交点***的后续模块。

下图展示了边缘交点检测的应用示例。

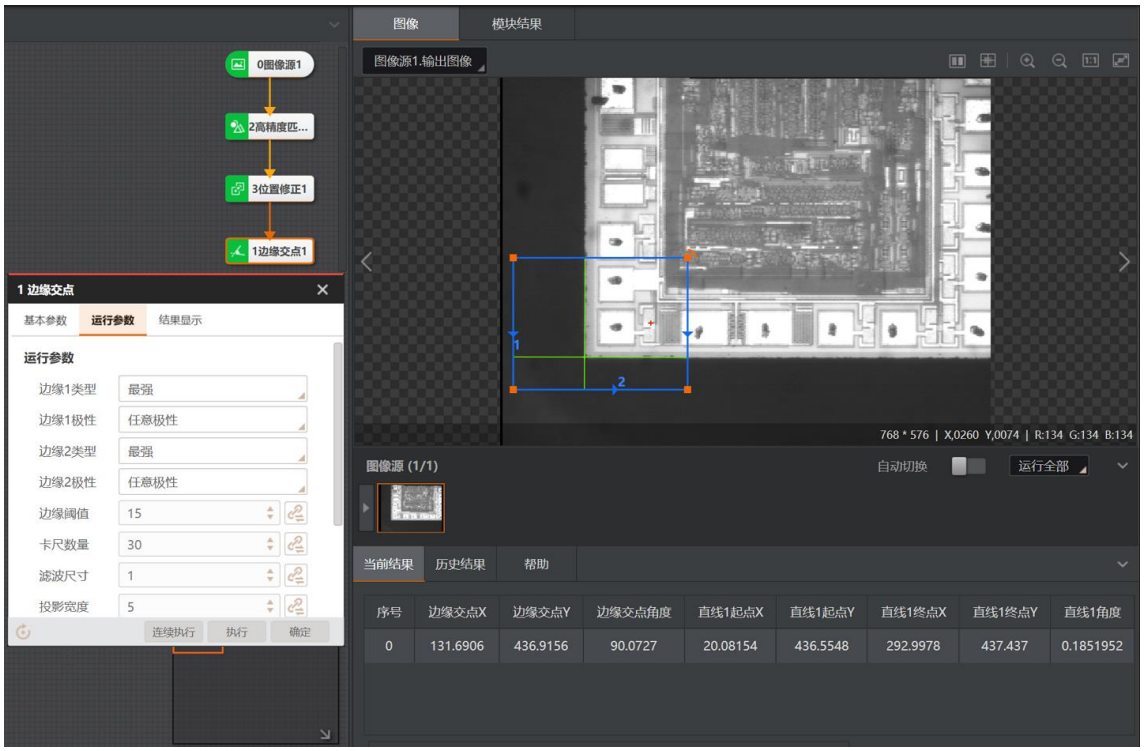


图14-160 边缘交点检测

参数配置

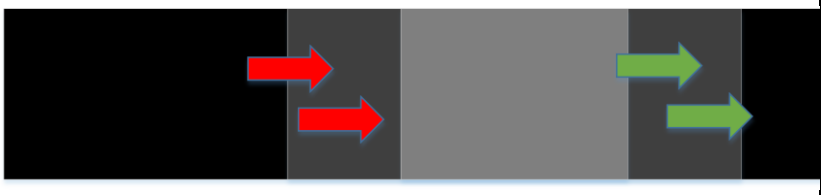
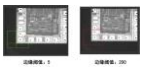
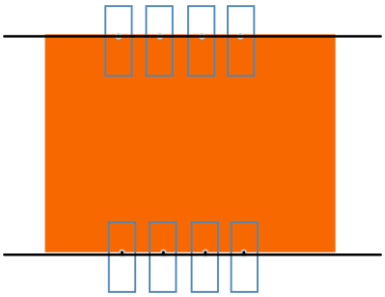
以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

表14-32 运行参数

参数		描述
边缘类型	最强	查找梯度（即灰度值变化）最大的边缘点集合，并将其拟合为直线。
	第一条	查找离查找起点最近的边缘点集合，并将其拟合为直线。

参数		描述
	最后一条	查找离查找起点最远的边缘点集合，并将其拟合为直线。
边缘极性		边缘极性有三个选择，即**从黑到白**、**从白到黑**以及**任意**。下图绿色箭头所示为白到黑，红色箭头所示为黑到白。此处“黑”和“白”仅表示灰度值的强弱程度。 
边缘阈值		边缘阈值即梯度阈值，范围0~255，只有边缘梯度阈值大于该值的边缘点才被检测到。数值越大，抗噪能力越强，得到的边缘数量越少，甚至导致目标边缘点被筛除。如下图所示，在阈值设为5时是可以识别出边缘并找出边缘交点，而在阈值设为200后边缘无法被定位到也就无法找到边缘交点。 
滤波尺寸		描述目标边缘的清晰程度，最小值为1，值越小，表示边缘越清晰且过滤带小。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使得检测结果更加稳定，但如果边缘与边缘之间挨得太近（距离小于滤波尺寸）时反而会影响边缘位置的精度甚至丢失边缘。具体原理参考*圆查找运行参数*中的同名参数。
卡尺数量		定义卡尺的数量。边缘点由多个卡尺提取出。
剔除点数		详见*圆查找运行参数*中的同名参数。
剔除距离		允许离群点到拟合直线的最大像素距离，值越小，排除点越多，原理以及操作请参考*圆查找运行参数*中的同名参数。
投影宽度		即卡尺的宽度（下图中蓝色矩形的宽度）。在一定范围内增大该值可以获取更加稳定的边缘点。 
初始拟合		详见*圆查找运行参数*中的同名参数。
拟合方式		包括**最小二乘**、**huber**和**tukey**三种。三种拟合方式只是权重的计算方式有些差异。随着离群点数量增多以及离群距离增大，可逐次使用**最小二乘**、**huber**和**tukey**。

模块结果

*边缘交点*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

边缘交点

边缘交点X

float型，代表检测到的边缘交点的X轴坐标。

边缘交点Y

float型，代表检测到的边缘交点的Y轴坐标。

边缘交点角度

float型，代表两条边缘的夹角角度。

边缘直线*（*表示1-2）

直线*起点X

float型，表示边缘直线*起点的X坐标。

直线*起点Y

float型，表示边缘直线*起点的Y坐标。

直线*终点X

float型，表示边缘直线*终点的X坐标。

直线*终点Y

float型，表示边缘直线*终点的Y坐标。

直线*角度（*代表1-2）

float型，代表边缘直线基于水平线角度，顺时针旋转转正为正角度，逆时针转正为负角度。

直线*轮廓点（*代表1-2）

直线*轮廓点X

float型，代表用于检测出边缘直线的轮廓点的X轴坐标。

直线*轮廓点Y

float型，代表用于检测出边缘直线的轮廓点的Y轴坐标。

直线*轮廓点数（*代表1-2）

int型，代表检测出的边缘直线轮廓点的点数。

直线*轮廓点状态（*代表1-2）

int型，代表检测出的边缘直线的轮廓点状态，1代表符合要求的轮廓点，2代表不符合要求的轮廓点。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

检测区域*（*表示1-2）

检测区域*中心点

检测区域*中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域*中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域*宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域*高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域*角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转则角度为正，逆时针旋转则角度为负。

说明

若检测区域处于正准位姿，则为0度。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.3.13 四边形查找

*四边形查找*用于检测图像指定区域内是否存在四边形，输出四边形信息，包括四边形对角线交点、中点

线交点等信息。该模块常用于四边形目标物体的定位。
本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

在流程中，*图像源*、*模板匹配*、*位置修正*等模块可作为*四边形查找*的前序模块，为*四边形查找*在图像指定区域精确定位矩形。*模板匹配*和*位置修正*做粗定位，*四边形查找*做精定位。
*四边形查找*对后序模块无特殊要求。可接收并处理四边形信息的模块均可作为*四边形查找*的后续模块。

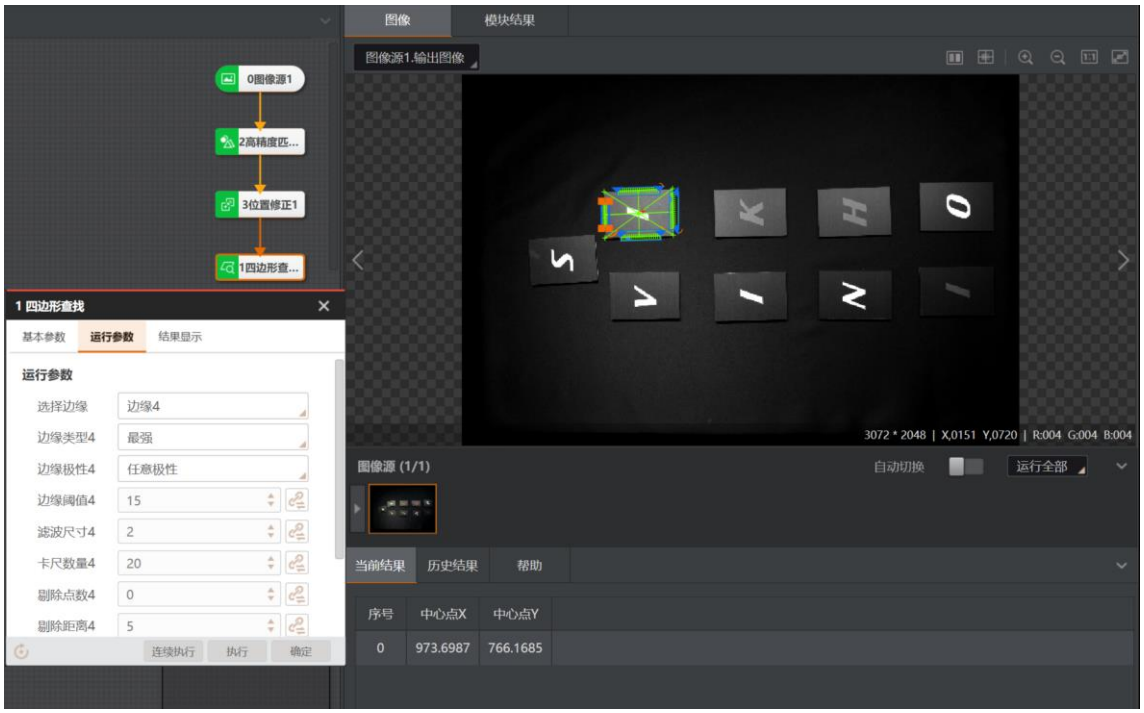


图14-161 四边形检测应用示例

参数配置

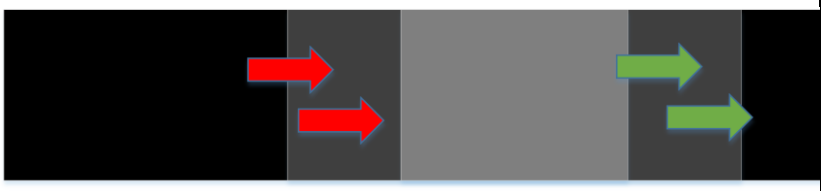
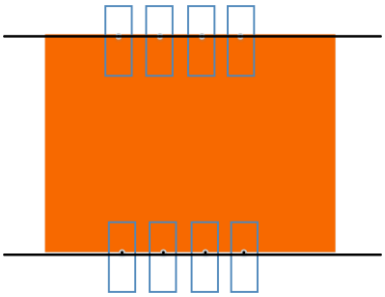
以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

表14-33 运行参数

参数		描述
边缘类型	最强	查找梯度阈值最大的边缘点集合，然后拟合为直线。
	第一条	查找离查找起点最近的边缘点集合，然后拟合为直线。
	最后一条	查找离查找起点最远的边缘点集合，然后拟合为直线。

参数	描述
边缘极性	矩形四条边的边缘极性，包括**从黑到白**、**从白到黑**以及**任意**。下图绿色箭头所示为白到黑，红色箭头所示为黑到白。此处“黑”和“白”仅表示灰度值的强弱程度。 
边缘阈值	边缘阈值即梯度阈值，范围0~255，只有边缘梯度值大于该值的边缘点才被检测到。数值越大，抗噪能力越强，得到的边缘数量越少，甚至导致目标边缘点被筛除。
滤波尺寸	描述目标边缘的清晰程度，最小值为1，值越小，表示边缘越清晰且过滤带小。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使得检测结果更加稳定，但如果边缘与边缘之间挨得太近（距离小于滤波尺寸）时反而会影响边缘位置的精度甚至丢失边缘。具体原理参考*圆查找运行参数*中的同名参数。
卡尺数量	定义卡尺的数量。边缘点由多个卡尺提取出。
剔除点数	详见*圆查找运行参数*中的同名参数。
剔除距离	允许离群点到拟合直线的最大像素距离，值越小，排除点越多，原理以及操作请参考*圆查找运行参数*中的同名参数。
投影宽度	即卡尺的宽度（下图中蓝色矩形的宽度）。在一定范围内增大该值可以获取更加稳定的边缘点。 
初始拟合	详见*圆查找运行参数*中的同名参数。
拟合方式	包括**最小二乘**、**huber**和**tukey**三种。三种拟合方式只是权重的计算方式有些差异。随着离群点数量增多以及离群距离增大，可逐次使用**最小二乘**、**huber**和**tukey**。

模块结果

*四边形查找*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

直线*状态（*代表1-4）

int型，代表是否检测到直线，1代表检测到，0代表未检测到。

边缘直线*（*代表1-4）

直线*起点

直线*起点X

float型，表示边缘直线*起点的X坐标。

直线*起点Y

float型，表示边缘直线*起点的Y坐标。

直线*终点

直线*终点X

float型，表示边缘直线*终点的X坐标。

直线*终点Y

float型，表示边缘直线*终点的Y坐标。

直线*角度（*代表1-4）

float型，代表边缘直线相对于水平线方向的旋转角度，顺时针旋转为正，逆时针旋转为负。

直线*拟合误差（*代表1-4）

float型，代表拟合的直线与实际数据之间差距。

直线*轮廓点（*代表1-4）

边缘*轮廓点X

float型，表示边缘直线*轮廓点的X坐标。

边缘*轮廓点Y

float型，表示边缘直线*轮廓点的Y坐标。

边缘*轮廓点数（*代表1-4）

int型，代表用于检测出边缘直线的轮廓点的点数。

边缘*轮廓点状态（*代表1-4）

int型，代表用于检测出边缘直线的轮廓点的状态：1代表轮廓点符合要求，0代表轮廓点不符合要求。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

检测区域*（*代表1-4）

检测区域*中心点

检测区域*中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域*中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域*宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域*高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域*角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转则角度为正，逆时针旋转则角度为负。

说明

若检测区域处于正准位姿，则为0度。

对角线*（*代表1-2）

对角线*起点

对角线*起点X

float型，代表四边形对角线起点的X轴坐标。

对角线*起点Y

float型，代表四边形对角线起点的Y轴坐标。

对角线*终点

对角线*终点X

float型，代表四边形对角线终点的X轴坐标。

对角线*终点Y

float型，代表四边形对角线终点的Y轴坐标。

对角线*角度（*代表1-2）

float型，代表四边形对角线相对于水平方向的旋转角度，顺时针旋转为正，逆时针旋转为负。

中点线*（*代表1-2）

中点线*起点

中点线*起点X

float型，代表四边形中点线起点的X轴坐标。

中点线*起点Y

float型，代表四边形中点线起点的Y轴坐标。

中点线*终点

中点线*终点X

float型，代表四边形中点线终点的X轴坐标。

中点线*终点Y

float型，代表四边形中点线终点的Y轴坐标。

中点线*角度（*代表1-2）

float型，代表四边形的中点线相对于水平线方向的旋转角度，顺时针旋则为正，逆时针转则为负。

临边夹角*（*代表1-4）

float型，代表找出的四边形相邻两边的夹角度数，顺时针为正角度，逆时针为负角度。

顶点*（*代表1-4）

顶点*X

float型，代表顶点的X轴坐标。

顶点*Y

float型，代表顶点的Y轴坐标。

对角线交点

对角线交点X

float型，代表四边形两条对角线交点的X轴坐标。

对角线交点Y

float型，代表四边形两条对角线交点的Y轴坐标。

中点线交点

中点线交点X

float型，代表四边形的中点线的交点的X轴坐标。

中点线交点Y

float型，代表四边形的中点线的交点的Y轴坐标。

中心点

中心点X

float型，代表四边形中心点的X轴坐标。

中心点Y

float型，代表四边形中心点的Y轴坐标。

对边角平分线交点

对边角平分线交点X

float型，代表四边形对边角平分线交点的X轴坐标。

对边角平分线交点Y

float型，代表四边形对边角平分线交点的Y轴坐标。

对边角平分线*（*代表1-2）

对边角平分线*起点

对边角平分线*起点X

float型，代表四边形对边角平分线起点的X轴坐标。

对边角平分线*起点Y

float型，代表四边形对边角平分线起点的Y轴坐标。

对边角平分线*终点

对边角平分线*终点X

float型，代表四边形对边角平分线终点的X轴坐标。

对边角平分线*终点Y

float型，代表四边形对边角平分线终点的Y轴坐标。

对边角平分线*角度（*代表1-2）

float型，代表四边形的对角平分线相对于水平线方向的旋转角度，顺时针旋转则为正，逆时针旋转则为负。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.3.14 平行线查找

*平行线查找*模块用于检测图像指定区域内的平行线，输出平行线信息，包括平行线起点/终点、平行线中线起点/终点以及平行线间距，常用于部件平行线特征的检测。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

在流程中：

- *图像源*、*模板匹配*、*位置修正*等模块可作为*平行线查找*的前序模块，为*平行线查找*在图像指定区域精

确定位平行线。*模板匹配*和*位置修正*做粗定位，*平行线查找*做精定位。

- *平行线查找*对后序模块无特殊要求。可接收并处理平行线信息的模块均可作为*平行线查找*的后续模块。

*平行线查找*的检测结果中，两条绿色粗线为一组平行线，中间细线为中线。

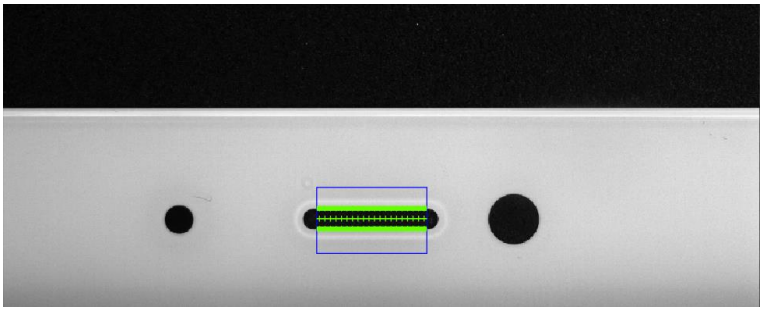


图14-162 检测结果示例

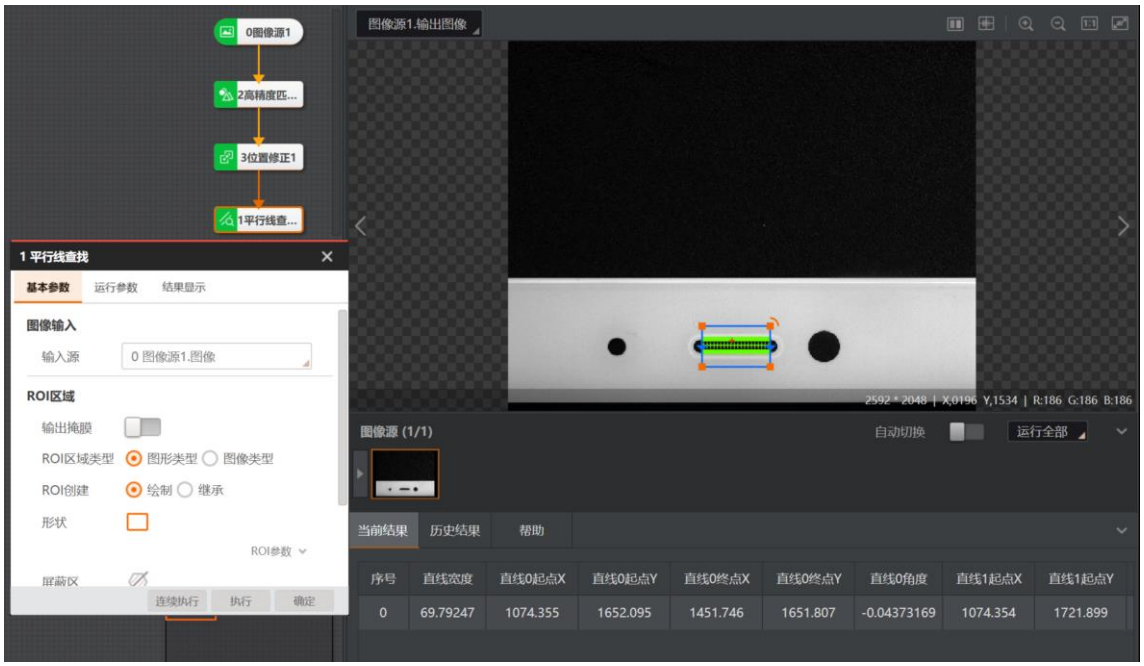


图14-163 平行线查找应用示例

参数配置

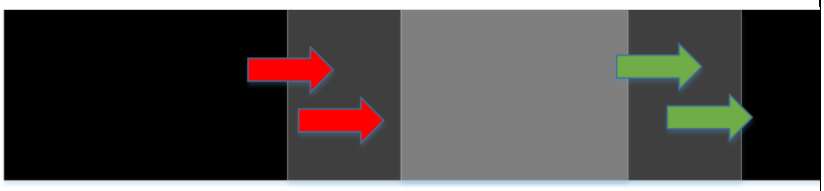
以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

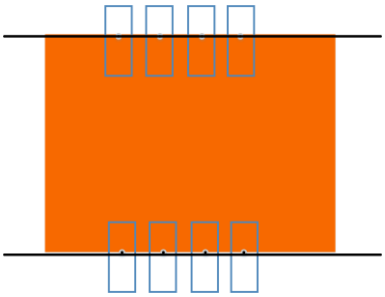
说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

表14-34 运行参数

参数		描述
边缘类型	最宽	检测ROI内间距最大的边缘对。

参数		描述
	最窄	检测ROI内间距最小的边缘对。
	最强	检测ROI内边缘对平均梯度最大的边缘对。
	最弱	检测ROI内梯度最小的边缘对。
	第一对	检测ROI内边缘对中心与搜索起始点最近的边缘对。
	最后一对	检测ROI内边缘对中心与搜索起始点最远的边缘对。
	最接近	检测ROI内和理想宽度最接近的边缘对集合。
	最不接近	检测扫ROI内和理想宽度最不接近的边缘对集合。
边边缘极性		边缘的灰度值变化类型，包括**从黑到白**、**从白到黑**以及**任意**。下图绿色箭头所示为白到黑，红色箭头所示为黑到白。此处“黑”和“白”仅表示灰度值的强弱程度。 
边缘阈值		边缘阈值即梯度阈值，范围0~255，只有边缘梯度值大于该值的边缘点才被检测到。数值越大，抗噪能力越强，得到的边缘数量越少，甚至导致目标边缘点被筛除。如下图所示，在阈值设为10时是可以识别出边缘并找出平行线，而在阈值设为200后，边缘无法被定位到，也就无法找到平行线。 **边缘阈值：10** **边缘阈值：200**
滤波尺寸		描述目标边缘的清晰程度，最小值为1，值越小，表示边缘越清晰且过滤带小。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使得检测结果更加稳定，但如果边缘与边缘之间挨得太近（距离小于滤波尺寸）时反而会影响边缘位置的精度甚至丢失边缘。具体原理参考***直线查找***中的同名参数。
卡尺数量		定义卡尺的数量。边缘点由多个卡尺提取出。
最大角度差		两条目标直线的角度差小于该值时才会被判定为平行线。
剔除点数		详见***直线查找***中的同名参数。
剔除距离		允许离群点到拟合直线的最大像素距离，值越小，排除点越多，

参数	描述
	原理以及操作请参考*圆查找运行参数*中的同名参数。
滤波尺寸	对噪点起到过滤作用，数值越大抗噪能力越强，得到的边缘数量越少，同时也可能导致目标边缘被筛除。
投影宽度	即卡尺的宽度（下图中蓝色矩形的宽度）。在一定范围内增大该值可以获取更加稳定的边缘点。 
初始拟合	详见*直线查找*中的同名参数。
拟合方式	包括**最小二乘**、**huber**和**tukey**三种。三种拟合方式只是权重的计算方式有些差异。随着离群点数量增多以及离群距离增大，可逐次使用**最小二乘**、**huber**和**tukey**。

模块结果

*平行线查找*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

检测状态

int型，代表是否检测到平行线，0代表未检测到，1代表检测到。

直线宽度

float型，代表平行线的宽度。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

边缘直线*（*代表0-1）

直线*起点

直线*起点X

float型，表示边缘直线*起点的X坐标。

直线*起点Y

float型，表示边缘直线*起点的Y坐标。

直线*终点

直线*终点X

float型，表示边缘直线*终点的X坐标。

直线*终点Y

float型，表示边缘直线*终点的Y坐标。

直线*角度（*表示0-1）

float型，表示边缘直线相对于水平线方向的旋转角度。顺时针旋转，则为正；逆时针旋转，则为负。

边缘中线

中线起点

中线起点X

float型，表示平行线中线起点的X坐标。

中线起点Y

float型，表示平行线中线起点的Y坐标。

中线终点

中线终点X

float型，表示平行线中线终点的X坐标。

中线终点Y

float型，表示平行线中线终点的Y坐标。

中线角度

float型，代表中线相对于水平线方向的旋转角度，顺时针旋转则为正，逆时针为负。

直线*轮廓点（*代表0-1）

边缘*轮廓点X

float型，表示边缘直线*轮廓点的X坐标。

边缘*轮廓点Y

float型，表示边缘直线*轮廓点的Y坐标。

边缘点个数

int型，表示输出的边缘点个数。

边缘*轮廓点状态（*代表0-1）

int型，代表用于找出边缘直线的轮廓点状态，1表示符合要求的轮廓点，0表示不符合。

中线轮廓点

中线轮廓点X

float型，代表用于找出中线的各个轮廓点的X轴坐标。

中线轮廓点Y

float型，代表用于找出中线的各个轮廓点的Y轴坐标。

中线轮廓点状态

int型，代表用于找出中线的轮廓点状态，1表示符合要求的轮廓点，0表示不符合。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.3.15 平行线计算

*平行线计算*模块可基于指定直线，计算得出该直线的平行线。
本节内容包含：

- *核心概念*

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

核心概念

通过该模块可按两种方式计算得出平行线——**与直线相距一定距离**和**过直线外一点**。

与直线相距一定距离

最终计算得出指定直线的两条平行线。两条平行线均与指定直线相差指定距离。

图14-164 与直线相距一定距离

过直线外一点

最终计算得出指定直线的一条平行线，该平行线经过指定的点。

图14-165 过直线外一点

使用方法

前后序模块

在流程中，*平行线计算*的

- 前序模块一般为*直线查找*。*直线查找*负责为该模块提供直线数据输入。
- 后序模块无特殊要求，可接收并处理平行线数据即可。

主要配置步骤

在流程中调用*平行线计算*模块后，该模块的主要配置步骤如下：

1. 在*输入源*处下拉选择图像数据源。
2. 在*方式选择*下拉列表选择平行线的计算方式（**与直线相距一定距离**或**过直线外一点**。

3. 设置其他输入数据。
   - 计算方式设置为**与直线相距一定距离**时，需指定**线输入**，并设置待生成的平行线与该直线的**间距**。
   - 计算方式设置为**过直线外一点**时，需指定**点输入**和**线输入**。
4. 切换到模块的*结果显示*页签，对图像显示进行设置。

应用示例

下图中所展示的部件上，较粗的绿线为指定直线，较细的绿线即计算得出的平行线。

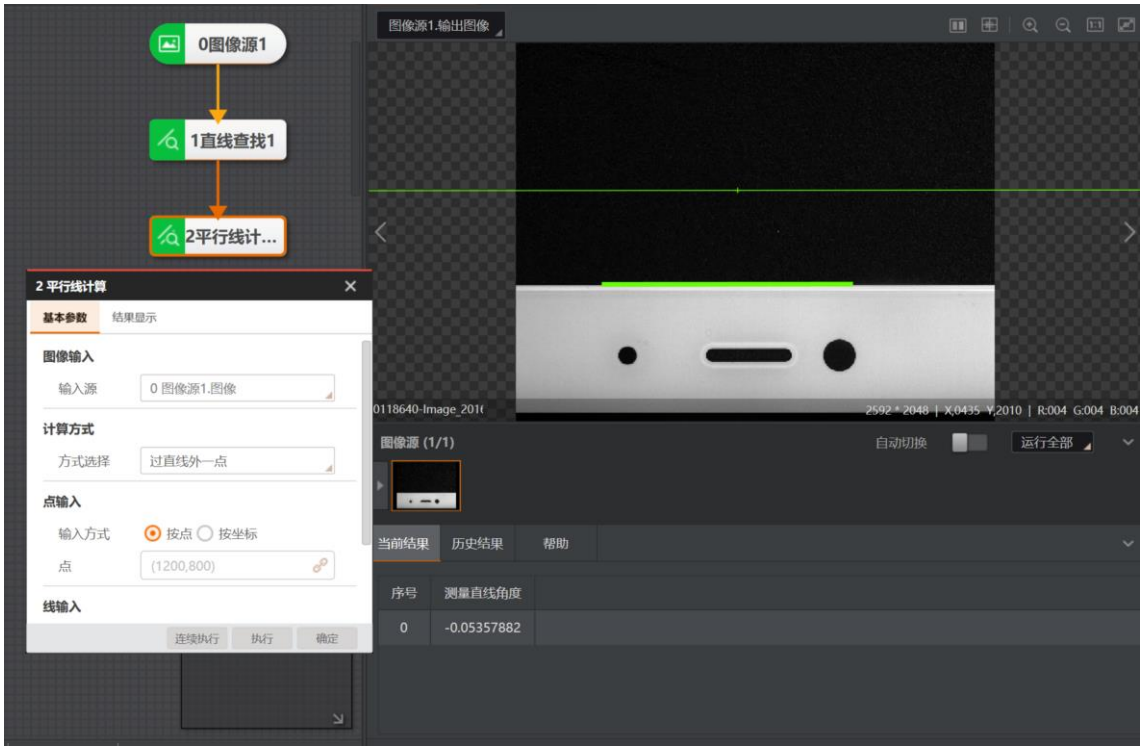


图14-166 平行线计算应用示例

参数配置

结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模块结果

*平行线计算*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

测量点

测量点X

float型，表示选用在直线外一点的方式时，输入点的X坐标。

测量点Y

float型，表示选用在直线外一点的方式时，输入点的Y坐标。

测量直线

测量直线起点

测量直线起点X

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的起点X坐标。

测量直线起点Y

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的起点Y坐标。

测量直线终点

测量直线终点X

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的终点X坐标。

测量直线终点Y

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的终点Y坐标。

测量直线角度

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线相对于水平线方向的旋转角度。顺时针旋转为正，逆时针旋转为负。

平行线

平行线起点

平行线起点X

float型，代表选用在直线外一点的方式时，找出平行线起点的X轴坐标。

平行线起点Y

float型，代表选用在直线外一点的方式时，找出平行线起点的Y轴坐标。

平行线终点

平行线终点X

float型，代表选用在直线外一点的方式时，找出平行线终点的X轴坐标。

平行线终点Y

float型，代表选用在直线外一点的方式时，找出平行线终点的Y轴坐标。

平行线*（*代表1-2）

平行线*起点

平行线*起点X

float型，表示选用在直线外一点的方式时，检测到的平行线起点的X坐标。

平行线*起点Y

float型，表示选用在直线外一点的方式时，检测到的平行线起点的Y轴坐标。

平行线*终点

平行线*终点X

float型，表示选用在直线外一点的方式时，检测到的平行线终点的X坐标。

平行线*终点Y

float型，表示选用在直线外一点的方式时，检测到的平行线终点的Y坐标。

14.3.16 矩形检测

*矩形检测*模块用于检测目标图像中的ROI内是否存在矩形。
本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

在流程中，*图像源*、*模板匹配*、*位置修正*等模块可作为*矩形检测*的前序模块，为*矩形检测*在图像指定区域精确定位矩形。*模板匹配*和*位置修正*做粗定位，*矩形检测*做精定位。
*矩形检测*对后序模块无特殊要求。可接收并处理矩形信息的模块均可作为*矩形检测*的后序模块。

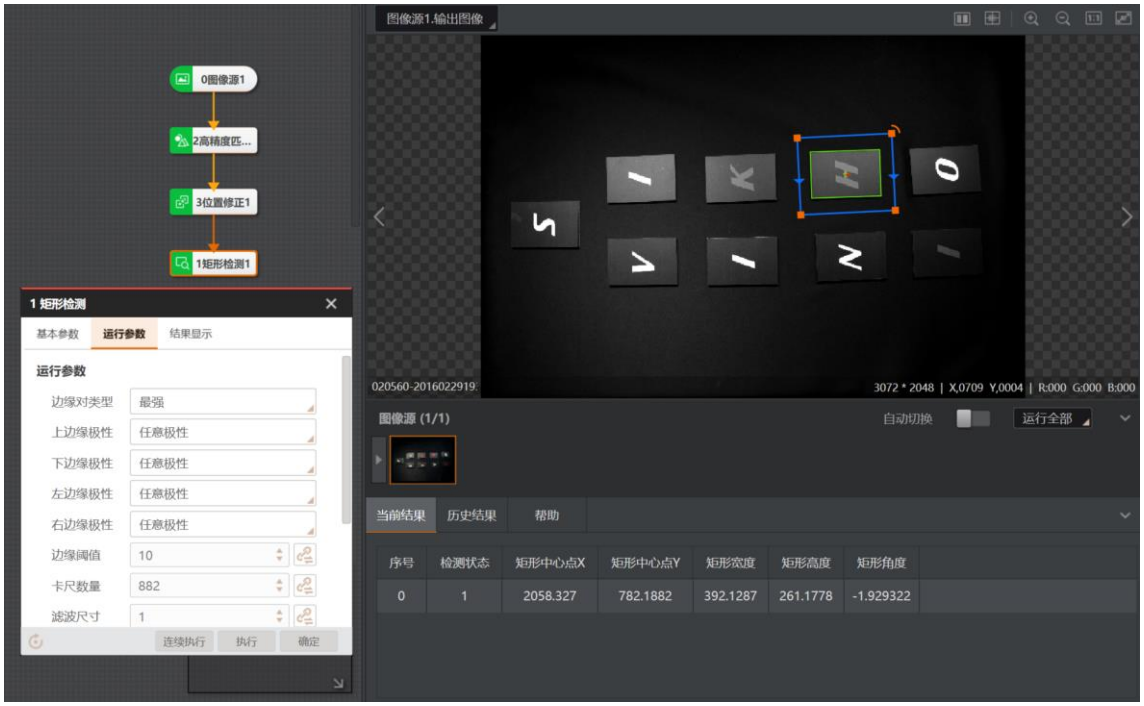


图14-167 矩形检测应用示例

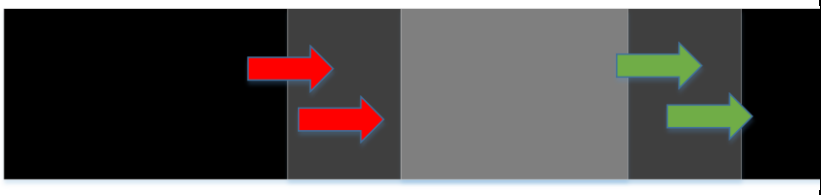
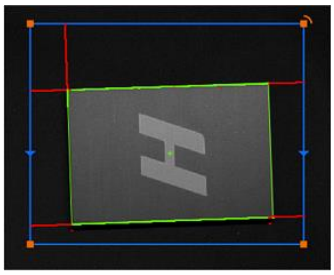
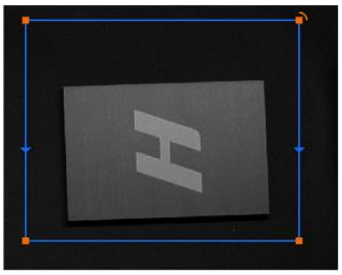
参数配置

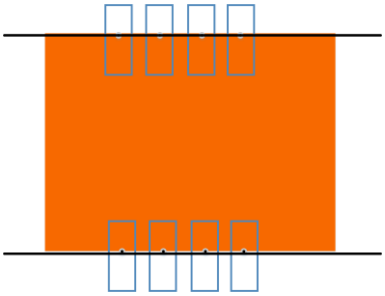
以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

表14-35 运行参数

参数		描述
边缘类型	最宽	检测ROI内间距最大的边缘对。
	最窄	检测ROI内间距最小的边缘对。
	最强	检测ROI内边缘对平均梯度最大的边缘对。
	最弱	检测ROI内梯度最小的边缘对。
	第一对	检测ROI内边缘对中心与搜索起始点最近的边缘对。
	最后一对	检测ROI内边缘对中心与搜索起始点最远的边缘对。
	最接近	检测ROI内和理想宽度最接近的边缘对集合。
	最不接近	检测扫ROI内和理想宽度最不接近的边缘对集合。
上/下/左/右边边缘极性		矩形四条边的边缘极性，包括**从黑到白**、**从白到黑**以及**任意**。下图绿色箭头所示为白到黑，红色箭头所示为黑到白。此处“黑”和“白”仅表示灰度值的强弱程度。 
边缘阈值		边缘阈值即梯度阈值，范围0~255，只有边缘梯度值大于该值的边缘点才被检测到。数值越大，抗噪能力越强，得到的边缘数量越少，甚至导致目标边缘点被筛除。如下图所示，在阈值设为10时是可以识别出边缘并找出平行线，而在阈值设为200后，边缘无法被定位到，也就无法找到平行线。  **边缘阈值：10**  **边缘阈值：200**
滤波尺寸		描述目标边缘的清晰程度，最小值为1，值越小，表示边缘越清晰且过滤带小。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使得检测结果更加稳定，但如果边缘与边缘之间挨得太近（距离小于滤波尺寸）时反而会影响边缘位置的精度甚至丢失边缘。具体原理参考*圆查找运行参数*中的同名参数。
卡尺数量		定义卡尺的数量。边缘点由多个卡尺提取出。
剔除点数		详见*圆查找运行参数*中的同名参数。

参数	描述
剔除距离	允许离群点到拟合直线的最大像素距离，值越小，排除点越多，原理以及操作请参考*圆查找运行参数*中的同名参数。
投影宽度	即卡尺的宽度（下图中蓝色矩形的宽度）。在一定范围内增大该值可以获取更加稳定的边缘点。 
初始拟合	详见*圆查找运行参数*中的同名参数。
拟合方式	包括**最小二乘**、**huber**和**tukey**三种。三种拟合方式只是权重的计算方式有些差异。随着离群点数量增多以及离群距离增大，可逐次使用**最小二乘**、**huber**和**tukey**。

模块结果

*矩形检测*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

检测状态

int型，代表是否检测到矩形，1表示检测到矩形，0表示未检测到矩形。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

矩形框

矩形中心点

矩形中心点X

float型，代表矩形中心点的X轴坐标。

矩形中心点Y

float型，代表矩形中心点的Y轴坐标。

矩形宽度

float型，表示最小外接矩形的宽度。

矩形高度

float型，表示最小外接矩形的高度。

矩形角度

float型，代表找出的矩形基于水平线回正旋转的角度，顺时针为正角度，逆时针为负角度 。

轮廓点

轮廓点X

float型，表示圆轮廓点的X坐标。

轮廓点Y

float型，表示圆轮廓点的Y坐标。

边缘点个数

int型，表示输出的边缘点个数。

轮廓点状态

int型，表示是否能检测到每个轮廓。0表示未检测到，1表示检测到。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.3.17 中线查找

*中线查找*模块可用于查找出两条直线的中线。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块的算法工作流程包括如下两大主要步骤：

1. 找出用于定位中线的两个点，包括：
   - 直线1起点和直线2起点之间的中点。
   - 直线1终点和直线2的终点之间的中点。
2. 基于上述两个中点的位置信息，计算得出直线1和直线2的中线（如下图橙线所示）。

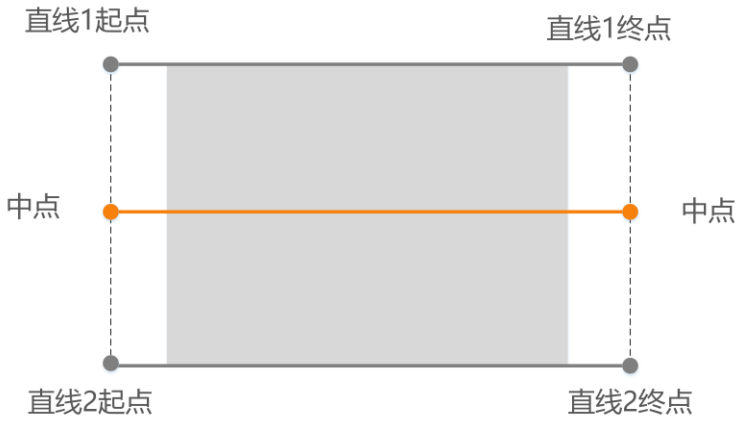


图14-168 算法工作原理

使用方法

前后序模块

在流程中，*中线查找*的

- 前序模块一般为两个*直线查找*。*直线查找*负责为该模块提供直线数据输入。
- 后序模块无特殊要求，可接收并处理直线数据即可。

主要配置步骤

在流程中调用*中线查找*模块后，该模块的主要配置步骤如下：

1. 在*输入源*处下拉选择图像数据源。
2. 分别订阅线1和线2的输入源。线的输入源有3种，分别为**按线**、**按点**和**按坐标**。
   - **按线**：直接从前序模块的模块结果中订阅一条线。
   - **按点**：需从前序模块的模块结果中分别订阅两个点作为线的起点和终点。
   - **按坐标**：需从前序模块的模块结果中分别订阅四个坐标作为起点和终点的X、Y坐标。

   说明

   选择一种方式订阅数据源后，切换为其他两种方式时，模块会自动得到其他方式的对应数据源。
3. 切换到模块的*结果显示*页签，对图像显示进行设置。

应用示例

如下动图中所展示的部件上检测出两条细线即为输入的两条直线，中间稍粗的为*中线查找*输出的中线。

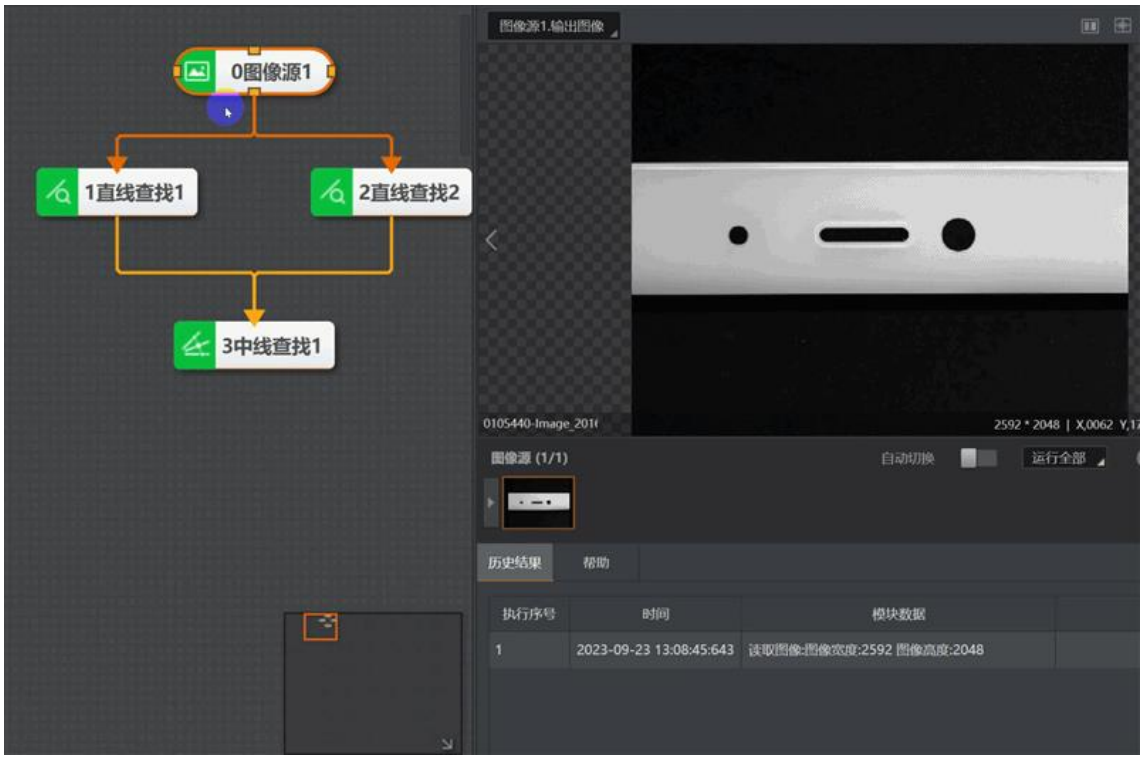


图14-169 中线查找应用示例

参数配置

结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模块结果

*中线查找*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

中线

中线起点

中线起点X

float型，表示平行线中线起点的X坐标。

中线起点Y

float型，表示平行线中线起点的Y坐标。

中线终点

中线终点X

float型，表示平行线中线终点的X坐标。

中线终点Y

float型，表示平行线中线终点的Y坐标。

直线角度

float型，表示输出直线的角度。

测量直线*（*表示1-2）

测量直线*起点

测量直线*起点X

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的起点X坐标。

测量直线*起点Y

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的起点Y坐标。

测量直线*终点

测量直线*终点X

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的终点X坐标。

测量直线*终点Y

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的终点Y坐标。

测量直线*角度（*表示1-2）

float型，表示输入的线相对于水平线方向的旋转角度。顺时针旋转为正，逆时针旋转为负。

14.3.18 垂线查找

*垂线查找*模块可用于指定直线的垂线。
本节包含如下内容:

- *核心概念*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

核心概念

该模块可查找两种垂线类型——过点垂线和中垂线。

过点垂线

起始于某个指定的点，且垂直于指定直线的线段。

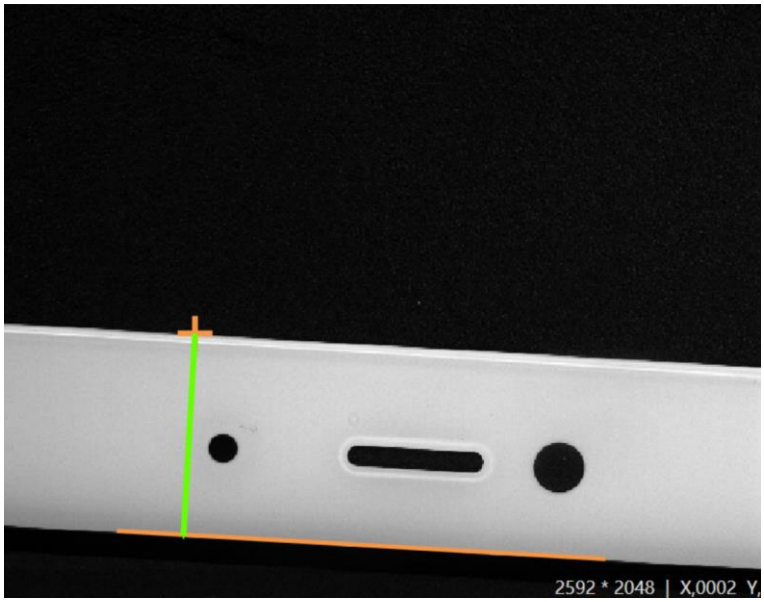


图14-170 过点垂线

中垂线

指定直线的中垂线。

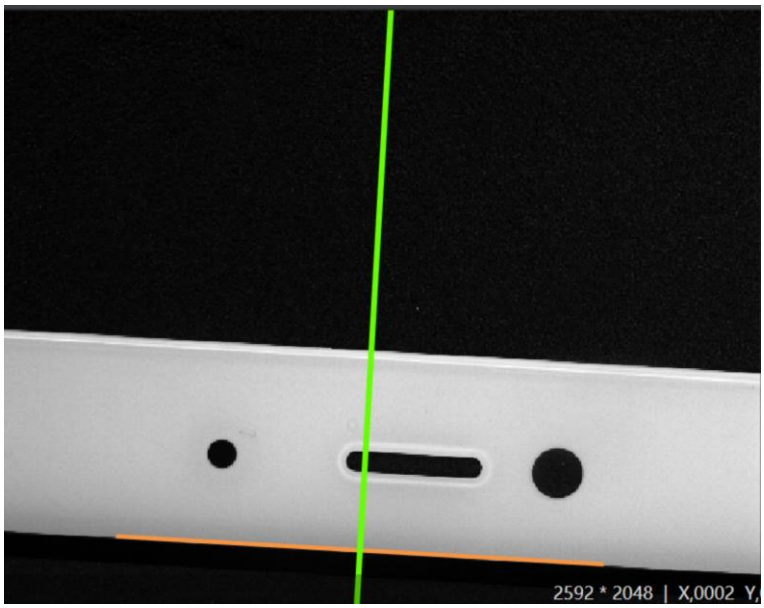


图14-171 中垂线

使用方法

前后序模块

在流程中，*垂线查找*的

- 前序模块一般为*直线查找*。*直线查找*负责为*垂线查找*提供直线数据输入。
- 后序模块无特殊要求，可接收并处理垂线数据即可。

主要配置步骤

在流程中调用*垂线查找*模块后，该模块的主要配置步骤如下：

1. 在*输入源*处下拉选择图像数据源。
2. 选择垂线类型。可选**过点垂线**或**中垂线**。
3. 配置输入数据。
   - 垂线类型设置为**过点垂线**时，需分别指定点和直线的数据源。
   - 垂线类型设置为**中垂线**时，只需指定直线的数据源。
4. 切换到模块的*结果显示*页签，对图像显示进行设置。

应用示例

下图中所展示的部件上，绿色线段即为*垂线查找*输出的过点垂线。

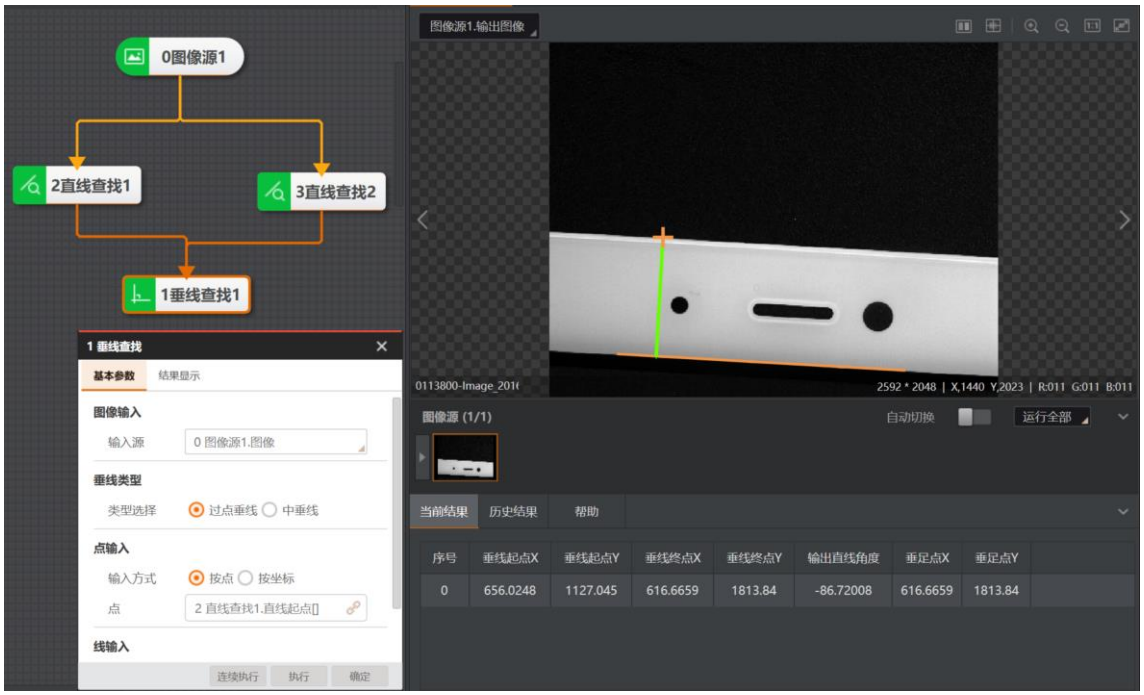


图14-172 垂线查找应用示例

参数配置

结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模块结果

*垂线查找*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

测量点

测量点X

float型，表示选用在直线外一点的方式时，输入点的X坐标。

测量点Y

float型，表示选用在直线外一点的方式时，输入点的Y坐标。

测量直线

测量直线起点

测量直线起点X

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的起点X坐标。

测量直线起点Y

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的起点Y坐标。

测量直线终点

测量直线终点X

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的终点X坐标。

测量直线终点Y

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的终点Y坐标。

输出直线角度

float型，代表输出的查找到的垂线与水平方向的夹角，且逆时针方向为负，顺时针方向为正。

垂足点

垂足点X

float型，代表垂足点的Y轴坐标 。

垂足点Y

float型，代表垂足点的Y轴坐标 。

垂线

垂足起点

垂线起点X

float型，代表垂线起点的X轴坐标。

垂线起点Y

float型，代表垂线起点的Y轴坐标。

垂足终点

垂线终点X

float型，代表垂线终点的X轴坐标。

垂线终点Y

float型，代表垂线终点的Y轴坐标。

14.3.19 角平分线查找

*角平分线查找*模块可查找两条指定直线的夹角的角平分线。
本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

前后序模块

在流程中，*角平分线查找*的

- 前序模块一般为*直线查找*。*直线查找*负责为*角平分线查找*提供直线数据输入。
- 后序模块无特殊要求，可接收并处理直线数据即可。

主要配置

在流程中调用*角平分线查找*模块后，还需配置该模块的输入数据，包括图像输入的线输入。

应用示例

下图所示的应用示例中，两条绿线即为指定的直线，黄线即为计算得出的角平分线。

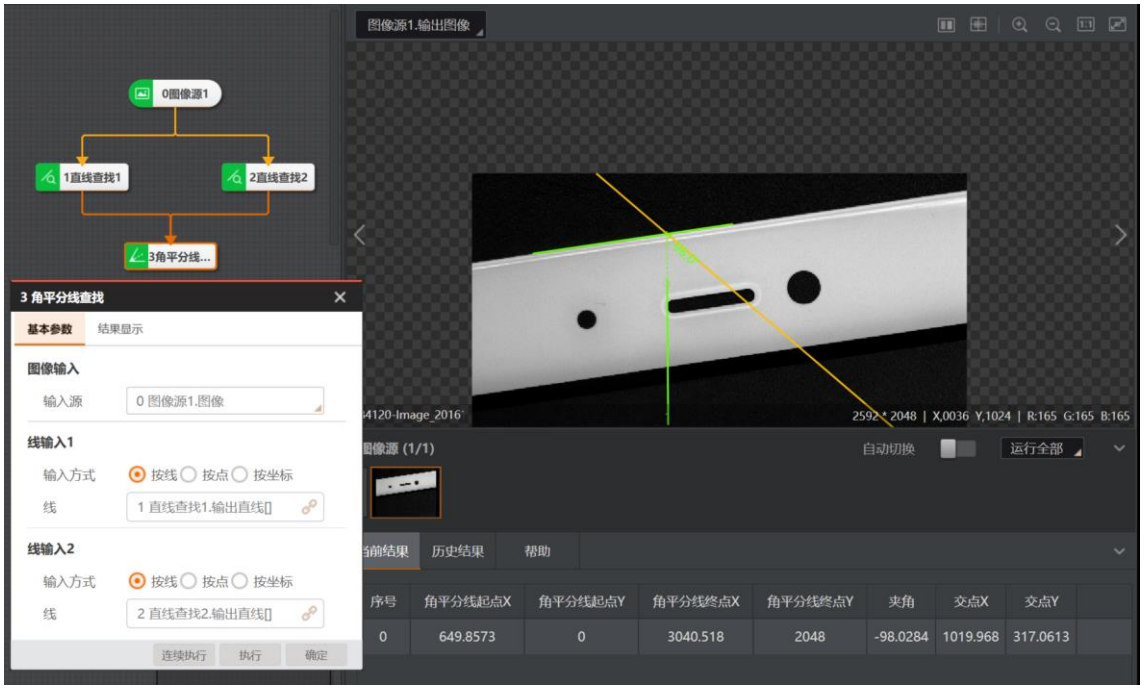


图14-173 角平分线查找应用示例

参数配置

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。

- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模块结果

*角平分线查找*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

测量直线*（*表示1-2）

测量直线*起点

测量直线*起点X

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的起点X坐标。

测量直线*起点Y

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的起点Y坐标。

测量直线*终点

测量直线*终点X

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的终点X坐标。

测量直线*终点Y

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的终点Y坐标。

测量直线*角度（*代表1-2）

float型，代表输入直线输入直线*与水平方向夹角，且逆时针方向为负，顺时针方向为正。

交点

交点X

float型，表示输入直线1与输入直线2交点的X坐标。

交点Y

float型，表示输入直线1与输入直线2交点的Y坐标。

夹角

float型，表示输入直线1与输入直线2相交的锐角大小。

角平分线

角平分线起点

角平分线起点X

float型，代表输出的角平分线的起点的X轴坐标 。

角平分线起点Y

float型，代表输出的角平分线的起点的Y轴坐标 。

角平分线终点

角平分线终点X

float型，代表输出的角平分线的终点的X轴坐标 。

角平分线终点Y

float型，代表输出的角平分线的终点的Y轴坐标 。

角度标识点*（*表示1-5）

角度标识点*X

float型，表示角度标识点的X坐标。

角度标识点*Y

float型，表示角度标识点的Y坐标。

14.3.20 卡尺工具

*卡尺工具*主要用于测量物体的宽度、边缘的特征的位置以及图像中边缘对的位置和间距。通过该模块可在图像ROI内进行快速且精确的检测和定位。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

工作流程概述

该模块的算法工作流程可概括为：将图像区域内数据沿一个方向投影之后得到一维数据，对该数据进行滤波处理，选择局部极值，并对这些极值按照预设的方式计算得分，最终输出符合得分要求的亚像素极值点。

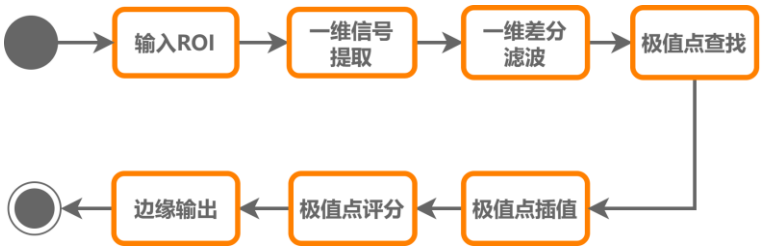


图14-174 算法工作流程

工作流程详解

上图算法工作流程中各步骤的详情如下。

步骤1：输入ROI

从前序模块获取ROI输入。

步骤2：投影（即一维信号提取）

在图像中选取感兴趣区域，即投影区域。该区域的处理相当于沿着某特定方向上的均值滤波处理。一般情况下，有角度的矩形投影区域不与像素网格对齐，卡尺工具通过插值的方法获取采样区域。投影区域的形状目前支持任意角度的矩形。卡尺工具放置的投影区域可能会超出图像的边

界。超出图像边界的区域，则填充其他灰度值。

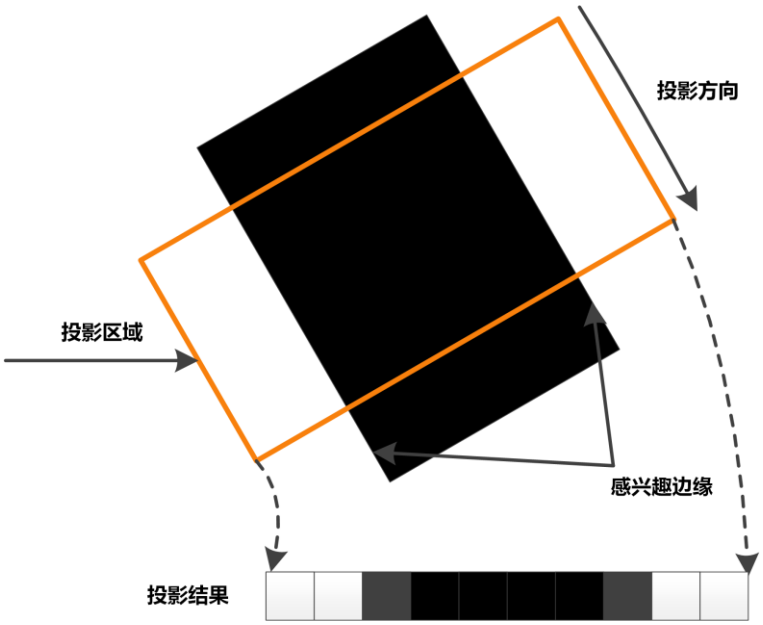


图14-175 一维信号提取

步骤3：一维差分滤波

一维投影获取到的ROI的一维信息，既包含ROI边缘，也包含其他的边缘和噪声。使用差分滤波可以对一维图像起到增强ROI边缘和抑制噪声的作用。

如下两张示意图为不同滤波核大小的滤波结果对比。一般情况下，滤波核越大，抑制噪声的能力越强，但极值点位置的精度可能会越差。

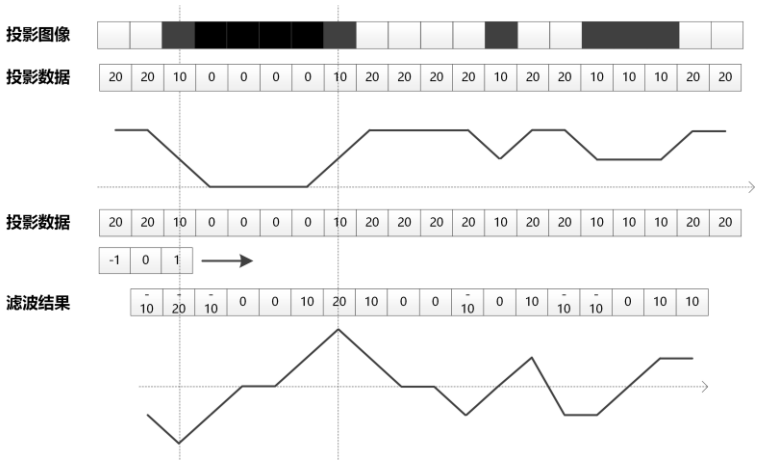


图14-176 一维差分滤波（滤波核尺寸=3）

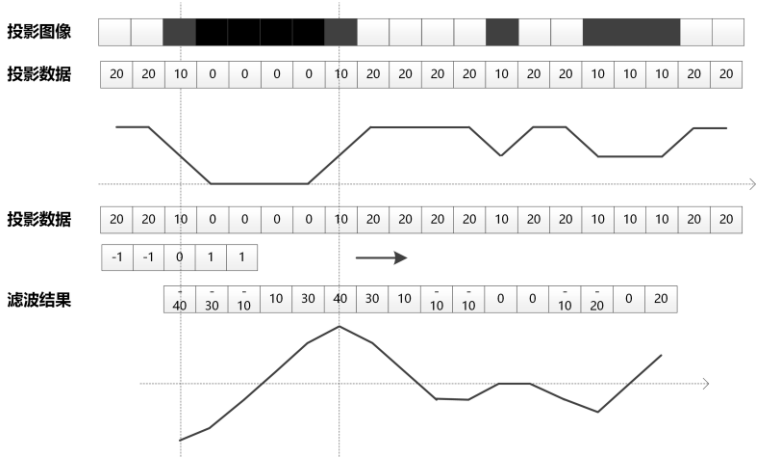


图14-177 一维差分滤波（滤波核尺寸=5）

步骤4：极值点查找

算法根据边缘极性类型的不同，选取合适的极值点查找目标，如下表所示。

边缘极性类型	极值点查找目标
白到黑	极小值（谷值）
黑到白	极大值（峰值）
任意极性	极大值（峰值）、极小值（谷值）

如下图所示，绿色箭头所示的边缘极性为“白到黑”，红色箭头所示为“黑到白”。此处的“黑”和“白”是表示灰度值高低的相对概念。经过滤波后，边缘极性将转换成另一种展现形式，即极小值（谷值）和极大值（峰值），分别如上文的*图14-178*和*图14-178*所示。

图14-178 边缘极性

步骤5：极值点插值

对提取极值点进行插值，得到亚像素精度的边缘位置。

步骤6：极值点评分

评分方法类型按评分准则分为**位置评分**、**间距评分**和**对比度评分**三大类。

位置评分

位置评分是根据候选边缘与卡尺工具指定的投影区域中心的相对位置进行评分。若期望ROI边缘相对投影区域中心为特定距离，可指定一个绝对位置评分系统，并根据像素绝对距离反馈分数。在边缘对查找模式中，若希望观察候选边缘与投影区域中心间距离相对边缘对宽度大小的变化，可以定义一个相对位置评分系统。在该种评分系统中，原始分数将被归一化，1.0评分则代表边缘对距离与边缘对宽度大小一致。

- 绝对位置：可通过下文*参数配置*中提及的**位置**配置。按*边缘或边缘对*的中心点相对投影区

域中心点的绝对位置差（投影区域中心点左右两边都是值都是正数）评分。

- 相对位置：可通过下文*参数配置*中提及的**相对位置**配置。按***边缘或边缘对***的中心点相对投影区域中心点的位置差（投影区域中心点左右两边一边是负数一边是正数）评分。
- 归一化位置：可通过下文*参数配置*中提及的**归一化位置**配置。按***边缘对***的中心点相对投影区域中心点的绝对归一化距离评分，归一化分母为边线对宽度。
- 归一化相对位置：可通过下文*参数配置*中提及的**归一化相对位置**配置。按边缘对
- 的中心点相对投影区域中心点的归一化位置差（可正可负）评分，归一化分母为边缘对宽度。

间距评分

在边缘对查找模式中，边缘对间距评分可以反映边缘对的真实距离（实际测量宽度）与边缘对宽度（外部输入宽度）之间的差异程度。

间距差：可通过下文*参数配置*中提及的**间距差**配置。按“(边缘对距离-边缘对宽度)/边缘对宽度”，单边计分方式，理想情况下该值接近0。

- 相对间距差：可通过下文*参数配置*中提及的**相对间距差**配置。按(边缘对距离-边缘对宽度)/边缘对宽度，双边计分方式，理想情况下该值接近0，与间距差不同在于可以计分曲线的不同，而且考虑正负值。
- 间距：可通过下文*参数配置*中提及的**间距**配置。按边对距离/边缘对宽度，理想情况下接近1。

对比度评分

可对候选边缘进行对比度评分。此处的边缘对比度反映边缘处像素值变化的剧烈程度。最大得分为1.0，相当于边缘对比度255（边缘对比度的最大值），如果是边缘对查找模式，则使用两个边缘的平均对比度作为评分因子。

- 对比度：可通过下文*参数配置*中提及的**对比度**配置。可以简单理解为明暗区域边界中明区域与暗区域像素的绝对值差，按边缘对比度或边缘对对比度均值计分。
- 灰度：可通过下文*参数配置*中提及的**灰度**配置。可以简单理解为区域边缘的像素值，但该像素值可能落在亮区域也可能落在暗区域，按边缘灰度或边缘对灰度均值计分。

除了“相对间距差”是**双边计分函数**以外，其他计分方式均为**单边计分函数**。该种函数具有两种形式，如下图所示。

图14-179 单边计分函数（递增函数）

图14-180 单边计分函数（递减函数）

递增函数指曲线前半段平，后半段上升。递减函数指曲线前半段下降，后半段平，可通过设置水平坐标x0、x1、xc来修改函数曲线的走势分布。

双边计分函数可以认为是左右两个单边函数的合并，所以共有四种组合方式，即：

- “递增”函数+“递减”函数
- “递增”函数+“递增”函数
- “递减”函数+“递减”函数
- “递减”函数+“递增”函数

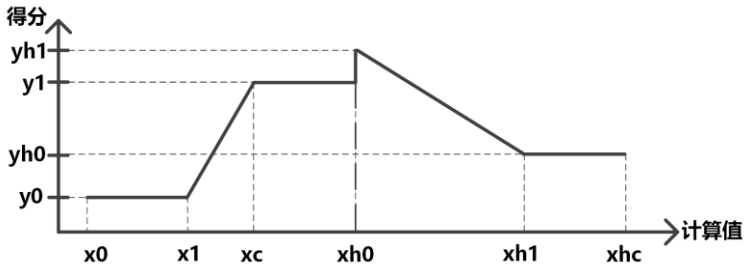


图14-181 递增函数+递减函数

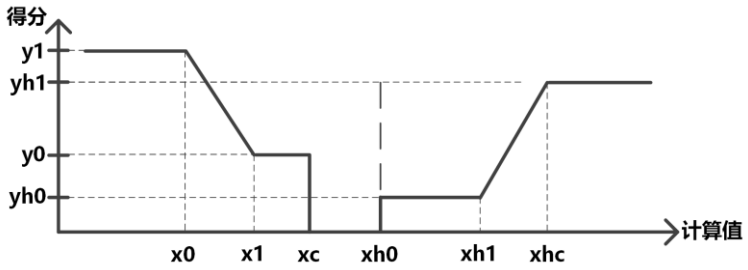


图14-182 递减函数+递增函数

说明

所有的计分方式既可以单独使用，也可以联合使用。当使用多种计分方式时，需要对各个计分方式进行合并，从而得出总计分结果，总计分的计算公式如下所示：

$$OverallScore = \sqrt[N]{Score_1 \times Score_2 \times \cdots \times Score_N}$$

步骤7：边缘输出

输出符合要求的边缘轮廓。

使用方法

在流程中，*卡尺工具*主要与*图像源*、*模板匹配*、*位置修正*组合调用，以便在图像指定区域内精确定位边缘点或边缘点对。通过*模板匹配*和*位置修正*做粗定位，*卡尺工具*做精定位，可实现对指定边缘点或边缘点对的高精度检测。

说明

下图中ROI（蓝色矩形框）上的箭头表示边缘查找方向。

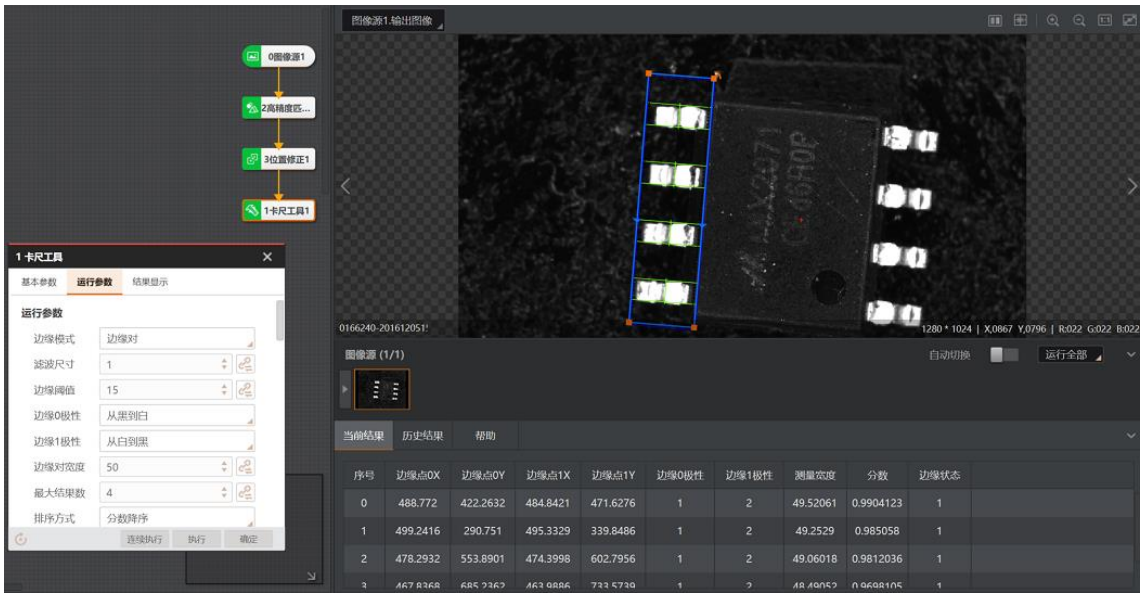


图14-183 示例

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

表14-36 运行参数

参数	描述
边缘模式	设置检测模式，可选**单边缘**或**边缘对**。 **单边缘**：检测指定区域内的边缘位置，可用于定位、计数和判断有无等。 **边缘对**：检测指定区域内的边缘间距 。典型应用为在工件尺寸测量场景中获取特定边缘对间的距离。
滤波尺寸	用于增强边缘和抑制噪声，最小值为1。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使检测结果更加稳定。但如果边缘与边缘之间挨得太近，会影响边缘位置的精度甚至丢失边缘。
边缘阈值	即梯度阈值，取值范围0~255。设置后，只有边缘梯度阈值大于该值的边缘点才能被检测到。数值越大，抗噪声能力越强，得到的边缘数量越少，甚至导致目标边缘点被筛除。
边缘0/1极性	极性表示边缘的灰度值变换趋势，可选**从黑到白**、**从白到黑**或**任意极性**。 **边缘模式**设置为**边缘对**时，才有**边缘1极性**参数。
边缘对宽度	**边缘模式**设置为**边缘对**时，才有该参数。 期望输出的边缘对的像素间距尺寸。单独调节该参数无法直接筛选出期望的边缘对，仅当位置归一化计分、相对位置归一化计分、间距计分、间距差计分、相对间距差计分中一个

参数	描述
	或多个计分方式开启时调节该参数有意义，且作为计分因子的缩放因子使用。
最大结果数	期望输出的边缘对最大数量，若实际查找到的对数大于该参数，则按照分数由高到低输出该参数数量的边缘对，否则输出实际边缘对数。
排序方式	设置最终输出的边缘点在*当前结果*页签的显示排序，分为**分数升序**、**分数降序**、**方向正向**、**方向逆向**四种类型。
对比度/边缘对对比度	**边缘模式**设置为**单边缘**时，该参数为**对比度**；**边缘模式**设置为**边缘对**时，该参数为**边缘对对比度**。 启用后，按“边缘对比度”或“边缘对对比度”均值计分。计分方式均为上文*模块原理*中提及的单边计分函数。函数形式为递增或递减可通过**曲线类型**设置；**起点**、**X中点**、**终点**和**Y计分**分别对应上文*图14-184*/*图14-184*中的x0、x1、xc和y0 ~ y1。
灰度	启用后，按边缘灰度或边缘对灰度均值计分。 计分方式均为上文*模块原理*中提及的单边计分函数。函数形式为递增或递减可通过**曲线类型**设置；**起点**、**X中点**、**终点**和**Y计分**分别对应上文*图14-184*/*图14-184*中的x0、x1、xc和y0 ~ y1。
位置	启用后，按边缘或边缘对的中心点相对投影区域中心点的绝对位置之差评分。 计分方式均为上文*模块原理*中提及的单边计分函数。函数形式为递增或递减可通过**曲线类型**设置；**起点**、**X中点**、**终点**和**Y计分**分别对应上文*图14-184*/*图14-184*中的x0、x1、xc和y0 ~ y1。
相对位置	启用后，按边缘或边缘对的中心点相对投影区域中心点的位置差（可正可负）评分。 计分方式均为上文*模块原理*中提及的单边计分函数。函数形式为递增或递减可通过**曲线类型**设置；**起点**、**X中点**、**终点**和**Y计分**分别对应上文*图14-184*/*图14-184*中的x0、x1、xc和y0 ~ y1。
归一位置	**边缘模式**设置为**边缘对**时，才有该参数。启用后，按边缘对的中心点相对投影区域中心点的绝对归一化距离评分。 计分方式均为上文*模块原理*中提及的单边计分函数。函数形式为递增或递减可通过**曲线类型**设置；**起点**、**X中点**、**终点**和**Y计分**分别对应上文*图14-184*/*图14-184*中的x0、x1、xc和y0 ~ y1。
归一相对位置	**边缘模式**设置为**边缘对**时，才有该参数。启用后，按边缘对的中心点相对投影区域中心点的归一化位置差（可正可负）评分。 计分方式均为上文*模块原理*中提及的单边计分函数。函数形式为递增或递减可通过**曲线类型**设置；**起点**、**X中点**、**终点**和**Y计分**分别对应上文*图14-184*/*图14-184*中的x0、x1、xc和y0 ~ y1。
间距	**边缘模式**设置为**边缘对**时，才有该参数。启用后，按按边对距离/边缘对宽度，单边计分方式评分。 计分方式均为上文*模块原理*中提及的单边计分函数。函数形式为递增或递减可通过**曲线类型**设置；**起点**、**X中点**、**终点**和**Y计分**分别对应上文*图14-184*/*图14-184*中的x0、x1、xc和y0 ~ y1。

参数	描述
间距差	**边缘模式**设置为**边缘对**时，才有该参数。启用后，按|(边缘对距离-边缘对宽度)/边缘对宽度|，单边计分方式评分。 计分方式均为上文*模块原理*中提及的单边计分函数。函数形式为递增或递减可通过**曲线类型**设置；**起点**、**X中点**、**终点**和**Y计分**分别对应上文*图14-184*/*图14-184*中的x0、x1、xc和y0 ~ y1。
相对间距差	**边缘模式**设置为**边缘对**时，才有该参数。启用后，按(边缘对距离-边缘对宽度)/边缘对宽度，双边计分方式评分。 计分方式均为上文*模块原理*中提及的双边计分函数。**左/右曲线**的**起点**、**X中点**、**终点**和**Y计分**分别对应上文*图14-184*/*图14-184*中的x0/xh0、x1/xh1、xc/xhc和y0 ~ yh0/y1~yh1。
模糊边缘	开启后，可增强候选边缘点集的提取能力，获取更多候选点集数，从而可在“干扰点较多的图像”或“边缘模糊的图像”场景中更大可能地提取到目标边缘点，但耗时增加明显。

模块结果

*卡尺工具*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

边缘状态

int型，表示图像上某个点是否位于边缘。1表示位于边缘，0表示不在边缘。

边缘个数

int型，表示查找到的边缘个数。

分数

float型，表示匹配到图像的得分，1表示与模板图像完全相同。

边缘*极性（*代表0-1）

int型，代表边缘的灰度变化，1表示从黑到白，2表示从白到黑，3表 示任意极性。

边缘*位置（*代表0-1）

float型，代表边缘点所在的位置。

边缘点*（*代表0-1）

边缘点*X

float型，表示检测到的第（*+1）个边缘点的X 坐标。

边缘点*Y

float型，表示检测到的第（*+1）个边缘点的Y 坐标。

测量宽度

float型，代表定位到的两个边缘点，在与投影法线方向的宽度 。

直线*起点（*代表0-1）

直线*起点X

float型，表示边缘直线*起点的X坐标。

直线*起点Y

float型，表示边缘直线*起点的Y坐标。

直线*终点（*代表0-1）

直线*终点X

float型，表示边缘直线*终点的X坐标。

直线*终点Y

float型，表示边缘直线*终点的Y坐标。

直线*角度（*表示0-1）

float型，表示边缘直线相对于水平线方向的旋转角度。顺时针旋转，则为正；逆时针旋转，则为负。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.3.21 边缘查找

*边缘查找*模块可检测指定区域内的边缘点位置，并输出边缘信息，如边缘直线起点和终点坐标。该模块适用于边缘点位置定位、边缘直线间距测量等业务场景。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

边缘为两个灰度值不同的像素区域之间的边界，而边缘像素点则为边缘经过的像素点。

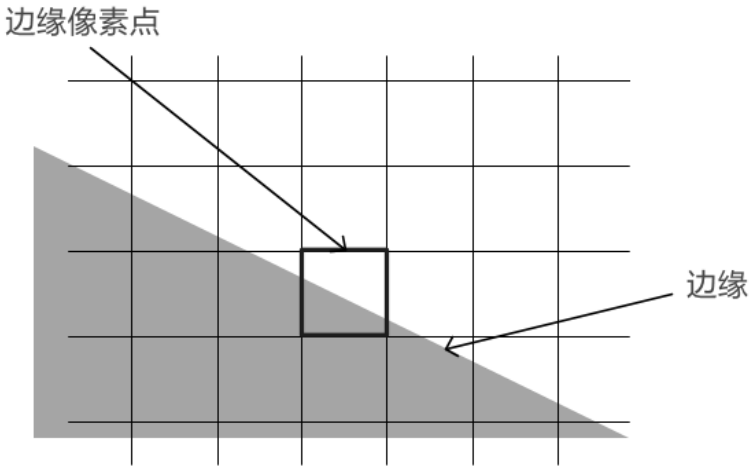


图14-184 边缘像素点

*边缘查找*的算法工作原理基于*卡尺工具*的单边缘模式，但参数没有*卡尺工具*详尽，且固定了评分方法。因此*边缘查找*在一定程度上减弱了*卡尺工具*的灵活性。
*卡尺工具*算法工作原理详情请参见*卡尺工具*

使用方法

在流程中：

- *图像源*、*模板匹配*、*位置修正*等模块可作为*边缘查找*的前序模块，为*边缘查找*在图像指定区域精确定位边缘点。*模板匹配*和*位置修正*做粗定位，*边缘查找*做精定位，实现对指定边缘点的高精度检测。
- *几何创建*、*线线测量*和*点线测量*等模块可作为*边缘查找*的后序模块，获取*边缘查找*输出的边缘信息，实现目标测量。

下图展示了检测部件上两线间距的应用示例。

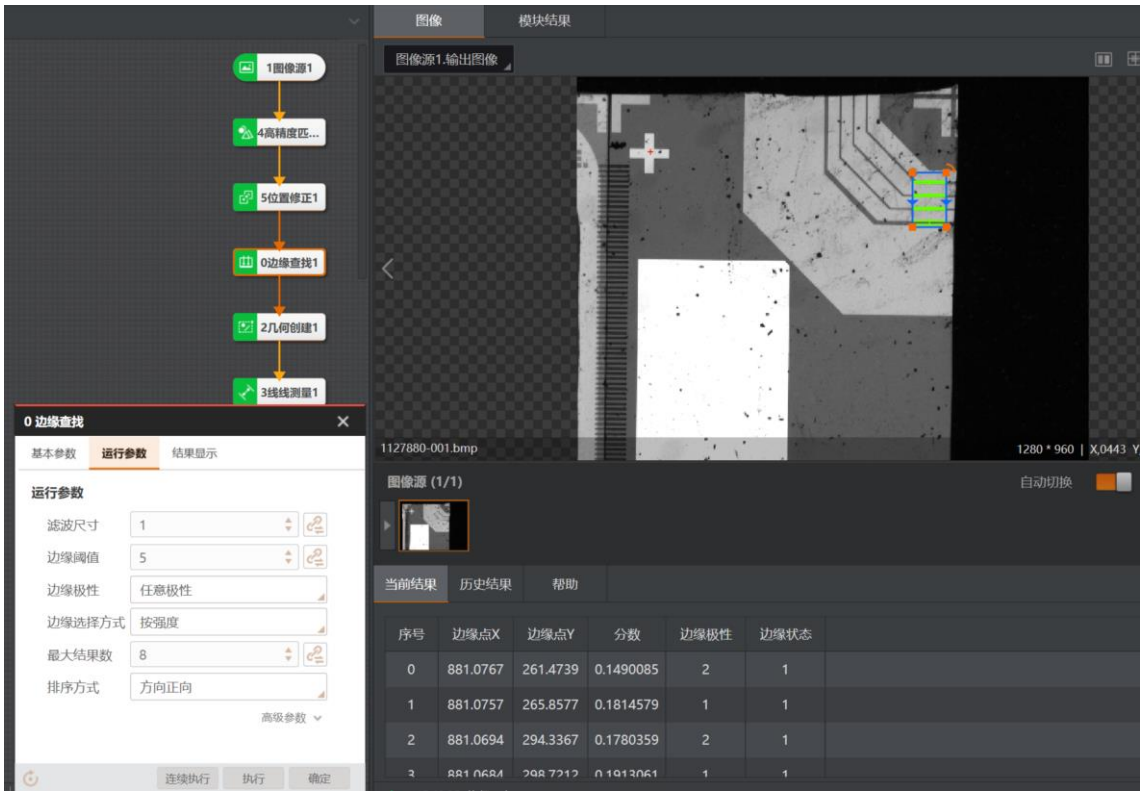


图14-185 边缘查找模块输出边缘信息

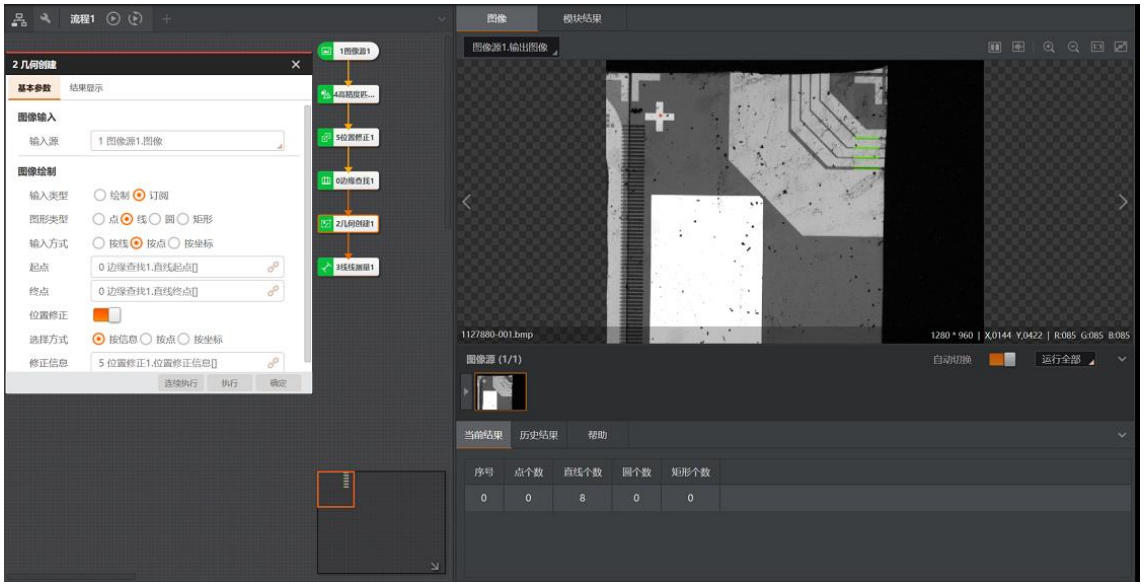


图14-186 几何创建模块生成直线

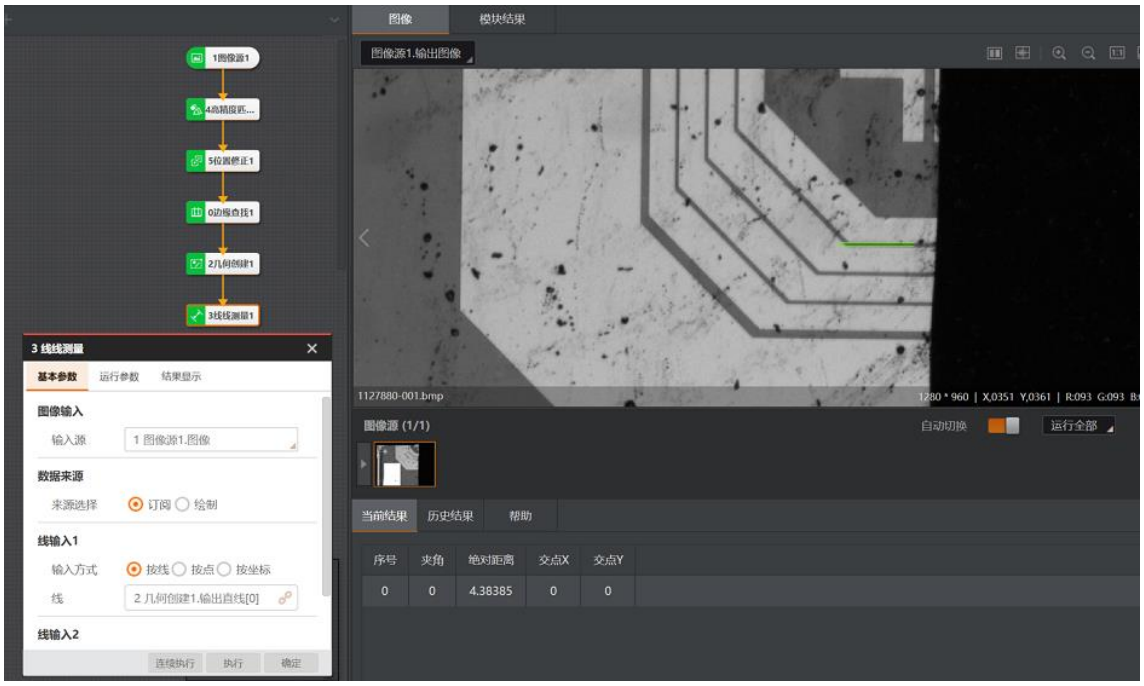


图14-187 线线测量模块输出两线间距

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

下表仅介绍该模块的部分运行参数详情，其他运行参数与*卡尺工具*单边缘模式下的运行参数一致，详情请参见*表14-37*。

表14-37 运行参数

参数	描述
排序方式	查找到的边缘在结果显示区的排列顺序，包括**分数降/升序**，即按照边缘的分数降/升序排列；**方向正/逆向**，即按方向（查找方向）正/逆向排列。 **查找方向**：包括**从上到下**和**从左到右**。 ● **从上到下**表示相对于搜索ROI按从上到下顺序查找边缘点。若搜索ROI旋转180°则改为从下到上顺序查找边缘点。 ● **从左到右**表示相对于搜索ROI按从左到右顺序查找边缘点，若搜索ROI旋转180°则改为从右到左顺序查找边缘点。
最大结果数	期望输出边缘最大数量，若实际查找到的个数大于该参数，则按照上述排序方式输出该参数数量的边缘。否则输出实际查找到的所有边缘。该参数仅当边缘类型为所有边缘时生效。

参数		描述
边缘类型	最强边缘	只检测ROI内梯度阈值最大的边缘，具体可参见*圆查找*模块。
	第一条边缘	只检测ROI内与搜索起始点最近的边缘。
	最后一条边缘	只检测ROI内与搜索终止点最近的边缘。
	所有边缘	检测ROI内所有边缘。

模块结果

*边缘查找*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

边缘状态

int型，表示图像上某个点是否位于边缘。1表示位于边缘，0表示不在边缘。

边缘个数

int型，表示查找到的边缘个数。

分数

float型，表示匹配到图像的得分，1表示与模板图像完全相同。

边缘极性

int型，表示目标对象边缘的亮度变化方向或极性。

边缘位置

float型，表示边缘点所在位置。

边缘点

边缘点X

float型，表示检测到边缘点的X坐标。

边缘点Y

float型，表示检测到边缘点的Y坐标。

直线起点

直线起点X

float型，表示输出直线起点的X坐标。

直线起点Y

float型，表示输出直线起点的Y坐标。

直线终点

直线终点X

float型，表示输出直线终点的X坐标。

直线终点Y

float型，表示输出直线终点的Y坐标。

直线角度

float型，表示输出直线的角度。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.3.22 顶点检测

*顶点检测*可检测图像指定区域内的顶点，并输出顶点坐标等信息。该模块常用于检测目标物体的顶点。
本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

*顶点检测*在流程中的前后序模块如下表所示。

表14-38 前后序模块

前后序模块	描述
前序模块	*图像源*、*模板匹配*、*位置修正*等模块可作为*顶点检测*的前序模块，为*顶点检测*在图像指定区域精确定位边缘点。*模板匹配*和*位置修正*做粗定位，*顶点检测*做精定位，实现对指定顶点的高精度检测。
后序模块	*顶点检测*对后序模块无特殊要求。可接收并处理顶点信息的模块均可作为*顶点检测*的后续模块。

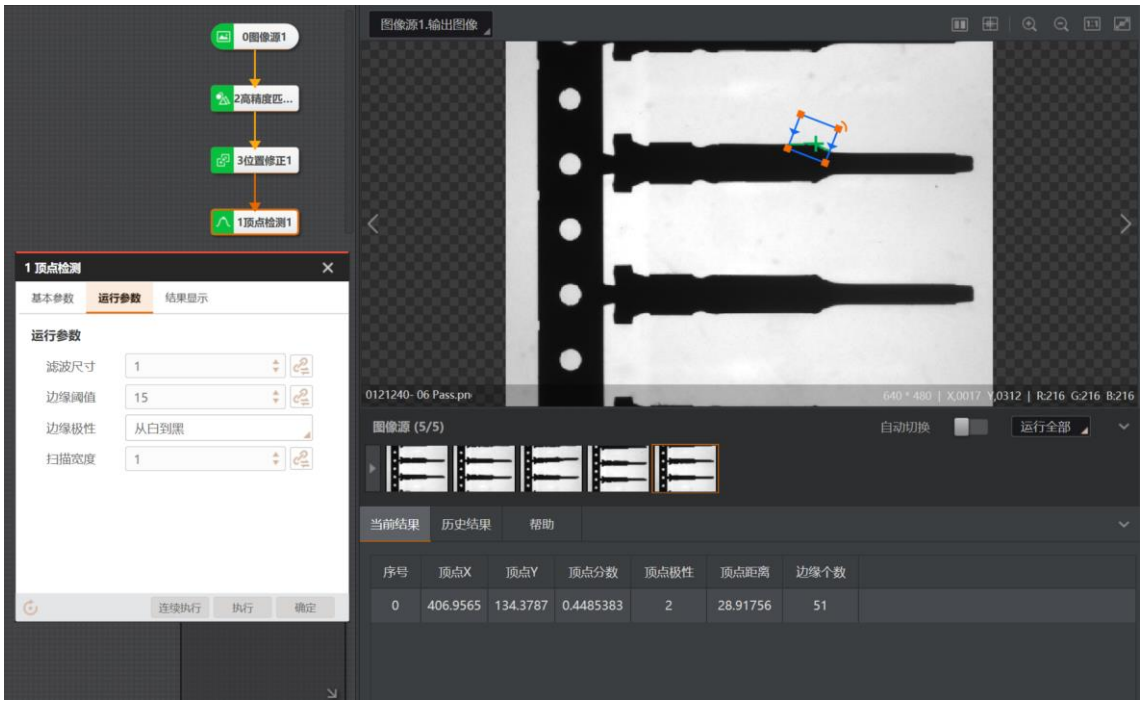


图14-188 顶点检测应用示例

参数配置

以下仅介绍该模块特有的运行参数（**扫描宽度**）详情，其他运行参数请参见请参见*表14-39*。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

扫描宽度

在ROI中用于查找边缘点的卡尺的宽度，最小值为1。在一定范围内增大该值，边缘点数目减少。

模块结果

*顶点检测*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

顶点分数

float型，代表顶点检测中边缘点、顶点及其分数均来自内部卡尺计算， 分数可参考卡尺工具中提及的极值点评分。

顶点极性

int型，代表顶点边缘的灰度变化，1代表从黑到白，2代表从白到黑， 3代表任意极性 。

顶点距离

float型，代表顶点到ROI区域某一边的距离，跟运行参数中的查找方向相对应。

顶点

顶点X

float型，代表顶点的X轴坐标。

顶点Y

float型，代表顶点的Y轴坐标。

边缘状态

int型，表示图像上某个点是否位于边缘。1表示位于边缘，0表示不在边缘。

边缘个数

int型，表示查找到的边缘个数。

分数

float型，表示匹配到图像的得分，1表示与模板图像完全相同。

边缘极性

int型，表示目标对象边缘的亮度变化方向或极性。

边缘位置

float型，表示边缘点所在位置。

边缘点

边缘点X

float型，表示检测到边缘点的X坐标。

边缘点Y

float型，表示检测到边缘点的Y坐标。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.3.23 路径提取

通过*路径提取*模块，可在绘制的路径上等间隔取点或查找边缘点。该模块主要用于点胶行业的胶路检测等场景。
本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模板配置*
- *模块结果*

使用方法

前后序模块

流程中*路径提取*的前后序模块详情如下表所示。

前后序模块	描述
前序模块	一般为*图像源*、*模板匹配*、*位置修正*等模块。前序模块用于路径的粗定位，*路径提取*进行精确的路径点位提取。

前后序模块	描述
	说明 前序模块包含*位置修正*时，创建位置修正基准点时必须在一张图像上进行。需先运行一次流程，双击*位置修正*模块手动点击创建基准点。
后序模块	后序模块无特殊要求，可接收并处理路径点数据即可。

主要配置步骤

在流程中调用该模块后，该模块的主要配置步骤如下：

1. 配置该模块的基本参数，详情参见*基本参数*。
2. 配置该模块的*运行参数*。
3. *配置模板*。

应用示例

下图所示的应用示例中，绿点为与模板匹配的路径点，红点处为缺失的路径点。

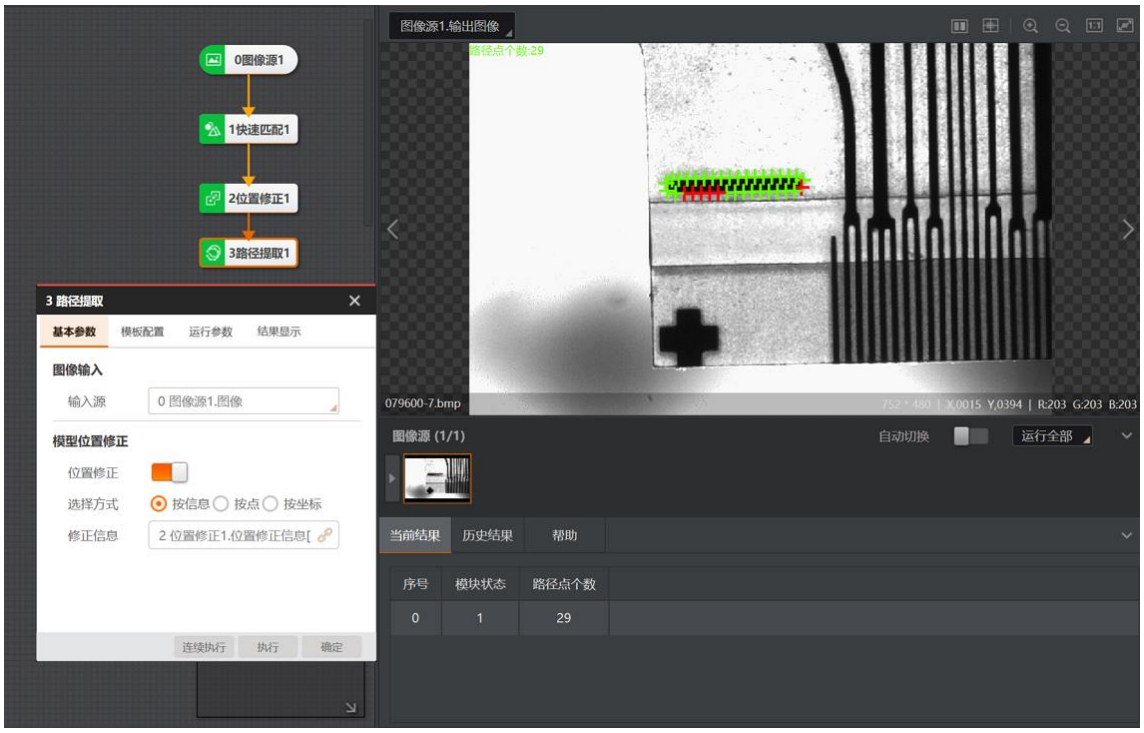


图14-189 路径提取应用示例

模板配置

请参照以下步骤配置路径模板。

操作步骤

1. 选择*模板配置*页签，并单击*新建模型*。

   如果*图像源*模块已正常运行，则该窗口默认显示当前*图像源*模块采集的图像。如需基于其他图像进行模板配置，可单击*选择其他图像*。

2. 绘制路径。

绘制轨迹路径	单击，并在图像上绘制轨迹路径。单击绘制轨迹的节点，拖动光标绘制线段，双击结束绘制。
绘制扇圆路径	单击，并在图像上拖动光标绘制扇圆形路径。

3. **可选操作**:进行如下可选操作。

删除路径	右键单击路径，并在弹出的右键菜单上单击*删除*。
插入点	右键单击路径上某个位置，并在弹出的右键菜单上单击*插入点*。
删除点	右键单击路径上某个点，并在弹出的右键菜单上单击*删除点*。
闭合轨迹	右键单击路径，并在弹出的右键菜单上单击*闭合轨迹*，将未闭合的路径轨迹闭合。
调整路径位置	单击选中路径，并拖拽调整其位置。
清空基准	点击*清空基准*可重新设置用于位置修正的基准点。
移动图像	单击后，将光标移动至图像上并拖拽图像进行移动。
缩放图像	单击/缩放图像；或将光标置于图像区域，并滚动鼠标滚轴缩放图像。
清空路径	单击清空掩膜。
撤销上一步操作	单击撤销上一步操作。
恢复至撤销前	单击取消撤销，恢复至撤销前的状态。
图像自适应	单击将图像大小设置为自适应模式。
全屏显示	单击将图像全屏显示。

4. 单击生成模板。

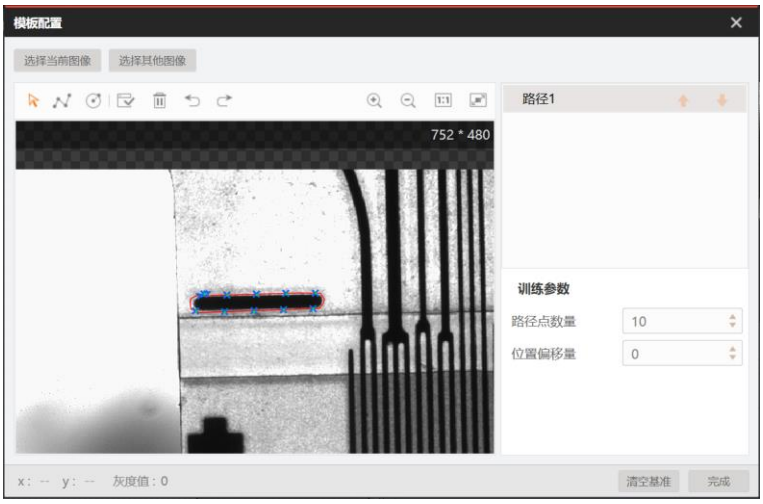


图14-190 模板效果示例

5. **可选操作**:在路径列表选择路径，配置训练参数，并重新生成模板，直至模板效果满足需求。

   具体可配置的训练参数取决于*运行参数*中**提取方式**的配置。

   - **提取方式**配置为**查找边缘点**时，可配置如下训练参数：

     边缘类型

     详情参见*圆查找*模块的同名参数。

     边缘极性

     详情参见*圆查找*模块的同名参数。

     边缘阈值

     详情参见*圆查找*模块的同名参数。

     卡尺宽度/高度

     详情参见*圆查找*模块的同名参数。

     滤波尺寸

     详情参见*圆查找*模块的同名参数。

     路径点数量

     调整模板中提取路径上的路径点数量，取值范围2~300。

     位置偏移量

     调整路径点的偏移量，取值范围-1000~1000。

   - **提取方式**配置为**等间隔取点**时，可配置如下训练参数：

     路径点数量

     调整模板中提取路径上的路径点数量，取值范围2~300。

     位置偏移量

     调整路径点的偏移量，取值范围-1000~1000。

6. 单击*模板配置*窗口右下角的*确定*，完成模板配置，并返回*模板配置*页签。
7. **可选操作**:在*模板配置*页签进行如下可选操作。

   编辑模板　　单击*编辑模板*继续编辑模板。

清空模板	单击清空模板。
载入模板	单击从本地路径载入模板。
导出模板	单击将模板导出至本地路径。

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

提取方式

设置边缘点的提取方式，包括**等间隔取点**和**查找边缘点**。

等间隔取点

在运行结果中等间距取得模板中对应个数的胶点，检测参数默认不可更改。选择该提取方式时，可启用/关闭**输出圆弧信息**。

输出圆弧信息

开启后，若有圆弧轨迹，该模块会在结果中输出圆弧的圆心和角度。

查找边缘点

运行结果展示为模板附近的边缘点，可自行更改检测参数。

模块结果

*路径提取*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

路径点个数

int型，代表检测区域内提取到的路径点个数 。

路径*（*代表1-10）

路径*X

float型，

路径*Y

float型，

路径*点状态（*代表1-10）

int型，代表第*条路径各个路径点的状态，1代表匹配成功，0代表匹配失败。

总路径

路径点X

float型，代表全部路径的路径点的X轴坐标集。

路径点Y

float型，代表全部路径的路径点的Y轴坐标集。

路径点状态

int型，代表路径各个路径点的状态，1代表匹配成功，0代表匹配失败。

路径点类型

int型，1代表直线路径点，0代表圆弧路径点。

14.3.24 目标跟踪

*目标跟踪*模块可用于对目标物体进行跟踪和计数。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

通过该模块，可实现对产线上目标物体的跟踪和计数。示例场景如下图所示。

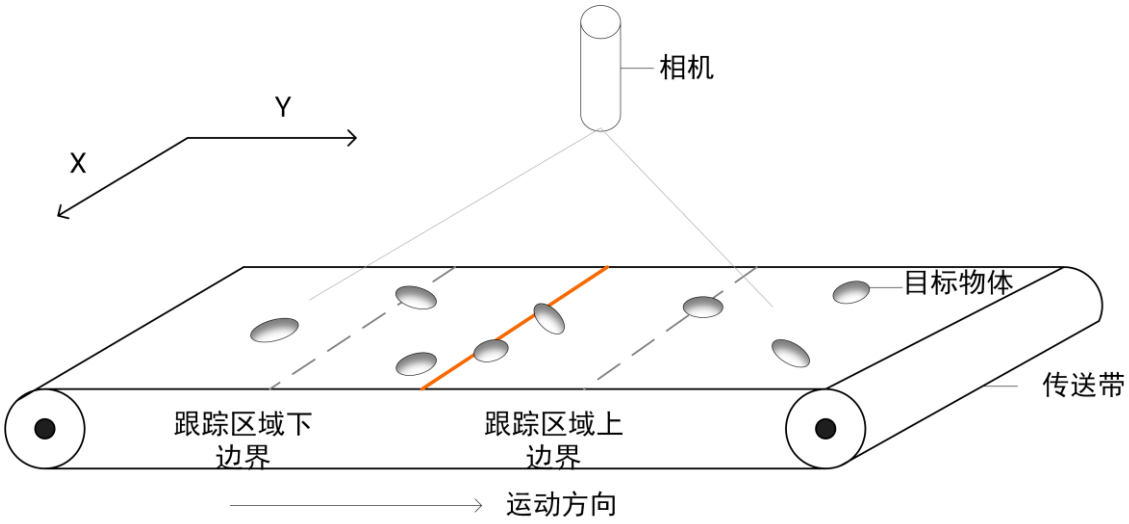


图14-193 场景示意图

目标跟踪和计数，基于算法对以下五个元素的处理和计算实现。

- ROI：在相机采集图像中预设的感兴趣区域（Region of Interest，ROI）。
- 计数线：一般为ROI在跟踪方向（即目标移动方向）上的中线，即上图和下图中的橙色线。
- 有效计数目标：进入ROI且越过计数线的目标物体。出现在图像中，但是不符合上述条件的物体，不

产生计数值累加。

- 跟踪框：算法在图像上生成的可跟踪目标物体的矩形框。
- X/Y方向速度：跟踪框对于目标物体的跟踪速度。根据目标物体在图像上的移动方向（从左至右或从上至下），跟踪速度分为横向跟踪速度和纵向跟踪速度两种，可分别通过下文*参数配置*中提及的**X方向速度**和**Y方向速度**配置。

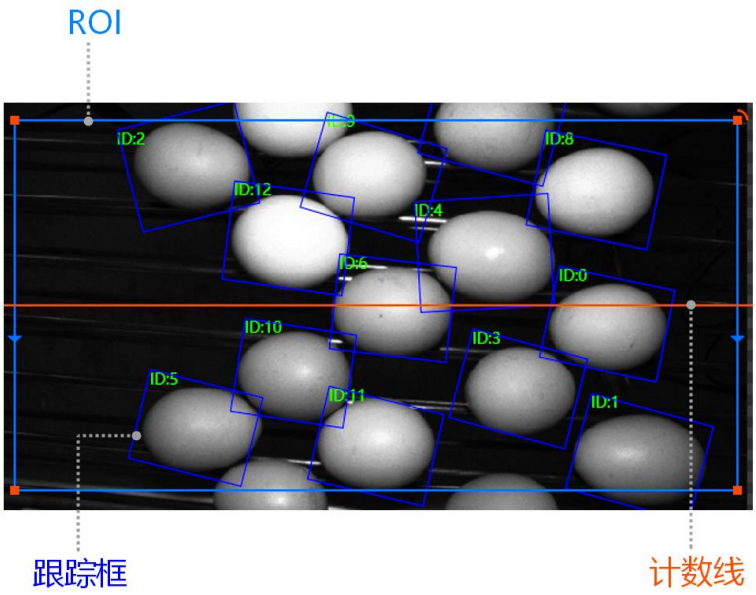


图14-194 目标跟踪效果图

使用方法

前后序模块

在流程中，*目标跟踪*的：

- 前序模块一般为*DL目标检测*和定位类型的模块（如*模板匹配*和*BLOB分析*）。这些模块可为*目标跟踪*提供待跟踪/计数的目标。
- 后序模块无特殊要求。

主要配置步骤

在流程中调用*目标跟踪*模块后，该模块的主要配置步骤如下：

1. 在*基本参数*页签配置图像输入、Box输入和检测区域。
2. 单击*执行*或*连续执行*查看运行结果。
3. 根据实际需求配置*运行参数*。例如，跟踪状态不理想时，可调节**X/Y方向速度**。
4. （可选）单击*清空计数*清除当前计数，重新从0开始计数。

参数配置

以下仅介绍该模块的基本参数和运行参数的详情。通过配置基本参数，可定义数据输入。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

基本参数详情如下。

图像输入

图像源为采集到的流水线上移动的目标的连续帧图像。图像必须按照采集的时间序列排序。

BOX输入

为前序模块的输出目标信息矩形，可订阅**目标信息矩形**或**检测区域**。

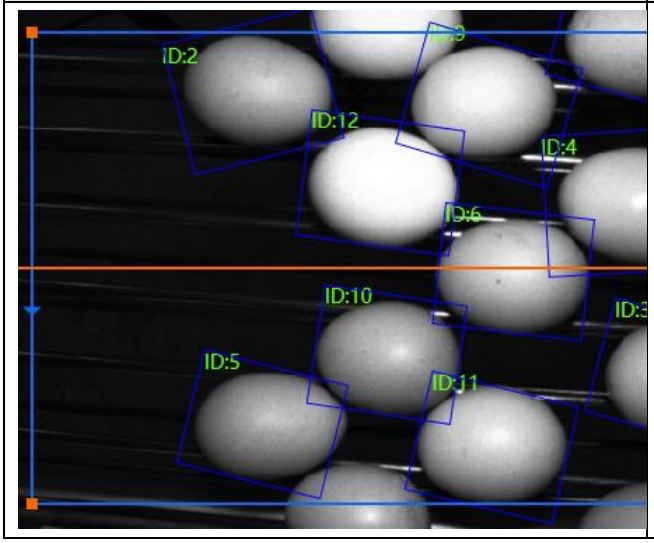
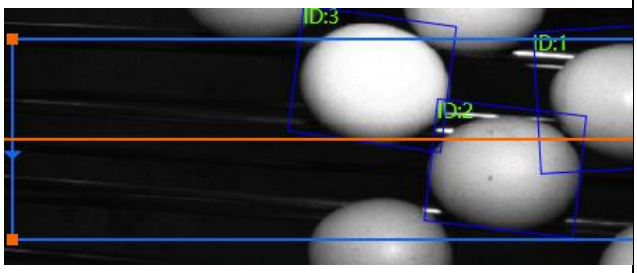
检测区域

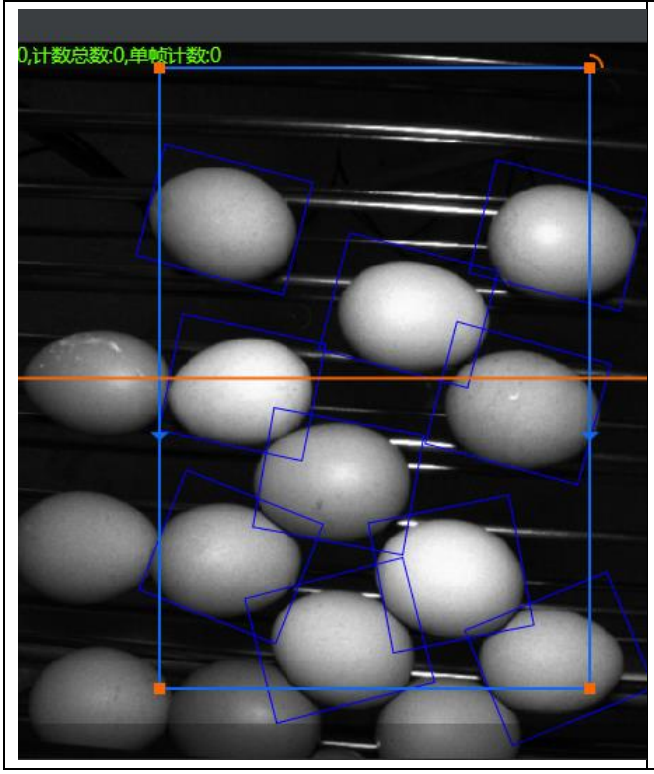
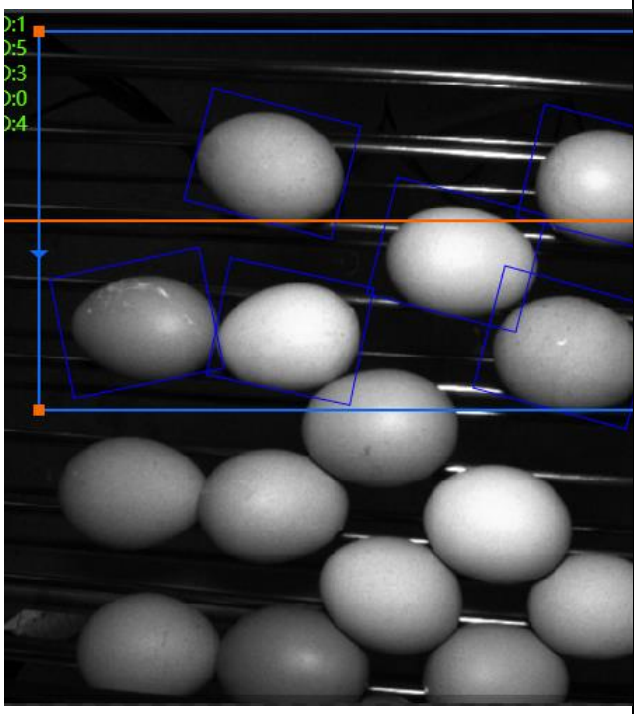
为跟踪和计数的区域。根据目标进入和离开该区域的状态对其进行计数

为了避免计数遗漏，检测区域应尽量位于图像中央，且：

- 区域宽度应尽量与图像宽度相同。
- 区域高度按目标尺寸进行设置，包含3~5个目标高度为最佳。

恰当和欠妥的检测区域选取，请参见如下四张示意图。

恰当的检测区域选取	检测区域高度过小
	

检测区域宽度过小	检测区域位置偏上
	

运行参数详情如下。

检测区速度

X方向速度

跟踪框对在图像上横向移动（从左至右）的物体的跟踪速度，默认值为1.0。如果跟踪效果不理想，可按需调整取值：

- 跟踪框的移动速度比目标物体移动速度慢时，微调增大取值，例如逐次尝试取值1.1、1.2、1.3……，直至两者移动速度基本一致。
- 跟踪框的移动速度比目标物体移动速度快时，微调减少取值，例如逐次尝试取值0.9、0.8、0.7……，直至两者移动速度基本一致。

Y方向速度

跟踪框对于在图像上纵向移动（从上至下）的物体的跟踪速度，默认值为1.0。如果跟踪效果不理想，可按需调整取值。调整方式同上。

运行参数

允许缺帧数

若目标检测模块出现未检测到目标的情况，此时目标跟踪模块的**输入Box**接收不到数据，定义为丢帧。可通过**允许缺帧数**设置最多丢帧数。

未超过时，不影响目标的计数；超过时，则认为前后是同一个目标，不进行计数。

轨迹重叠率

可根据实际情况对轨迹重叠率参数进行设置，该参数的默认值为30，范围为1~100。当两个目标

框之间的重叠率超过设置的轨迹重叠率，则会认为是同一个目标。

模块结果

*目标跟踪*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

目标数

int型，代表当前帧检测区域内跟踪到的目标总数。

计数总数

int型，代表过去所有帧跨过检测线的所有目标数累计和。

单帧计数

int型，代表当前帧目标在检测线上的个数 。

多边形轮廓点

轮廓点X

float型，代表检测到的目标的轮廓顶点的X轴坐标。

轮廓点Y

float型，代表检测到的目标的轮廓顶点的Y轴坐标。

目标Id位置

X坐标

float型，代表检测到的目标的id编号的X轴坐标。

Y坐标

float型，代表检测到的目标的id编号的Y轴坐标。

边缘点个数

int型，表示输出的边缘点个数。

目标Id

int型，代表检测到的目标id编号。

检测区域

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽

float型，代表ROI的宽度。

检测区域高

float型，代表ROI的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

X方向速度

float型，代表运行参数中设置的X方向速度。

Y方向速度

float型，代表运行参数中设置的Y方向速度。

检测线

检测线起点

检测线起点X

float型，代表检测线起点的X轴坐标。

检测线起点Y

float型，代表检测线起点的Y轴坐标。

检测线终点

检测线终点X

float型，代表检测线终点的X轴坐标。

检测线终点Y

float型，代表检测线终点的Y轴坐标。

直线角度

float型，表示输出直线的角度。

14.4 3D定位

“3D定位”类别下的模块主要用于在3D图像上进行目标定位或目标特征检测。

14.4.1 匹配-深度图

匹配-深度图工具使用深度图建模区域的X、Y方向信息及深度信息作为基准，与相匹配的深度图同个区域进行对比，从而可以得出两张图片三维空间的旋转和偏移信息，可搭配位置修正-深度图模块，用于后续3D模块的位置修正。

说明

尺度匹配-深度图
模块为匹配-深度图
的升级版本，具备更高的匹配精度和使用便捷度。 如需进行深度图匹配，推荐使用尺度匹配-深度图，请参见*尺度匹配-深度图*。

模块原理

匹配-深度图模块包括建模和匹配两步。建模的目的是保留模型点云中的关键信息，生成用于匹配的模型；匹配通过在模型点云中搜索最近点，迭代计算场景点云相对于模型点云的位姿变换矩阵与得分。
相比于2D*模板匹配*（5自由度），*匹配-深度图*自由度（6自由度）更完备，可以得到更高的匹配精度。
*匹配-深度图*的主要作用是待测物的位姿发生变化时，保持测量特征与ROI的同步。可以对ROI做位置修正，使其跟随特征变动；也可以使用基准矫正对深度图进行修正，使场景深度图修正成类似于模型的位姿，这样ROI保持不变即可稳定框选到待测特征。

使用方法

匹配-深度图模块需与其他模块搭配使用，本文为您介绍匹配-深度图模块的前后序模块。
匹配-深度图模块示例方案流程如下图所示。

图14-195 示例方案流程

从3D图像源获取场景深度图，使用高精度匹配模块（2D模板匹配）获取模型与场景深度图之间的2维位姿变换，并将建模矩形用该位姿变换后输入匹配-深度图模块。

说明

2D模板匹配所使用的亮度图，需要与深度图匹配所使用的深度图同源，且两者的建模区域最好保持近似一致。

通过匹配-深度图模块完成定位后，通过如下两种模块应用定位结果。

- 位置修正-深度图：ROI去匹配深度图特征（对ROI运用3D位姿变换，得到转换后的ROI）。切换深度

图后ROI仍会跟随特征。

说明

位置修正-深度图模块会固定输出模型深度图，后续接其他模块时，后续模块会自动订阅此模型深度图，需要手动更改订阅的数据源。

- 基准矫正-深度图：深度图特征去匹配ROI，对深度图运用3D位姿变换，得到转换后的深度图。

说明

深度图经过基准矫正-深度图模块处理后，ROI不需要做位置修正。位置修正-深度图模块与基准矫正-深度图模块同时使用会导致测量区域错位。

参数配置

双击匹配-深度图模块可进行参数配置，包括基本参数、特征模板、运行参数和结果显示等几个参数设置模块。

基本参数

基本参数处可进行图像输入和位置修正相关设置，具体参数如下。

图像输入

选择本工具处理图像的输入源，此处输入图像必须为3D深度图。

位置修正

3D匹配依托于2D位置修正，此处需要选择位置修正的方式。

- 按信息：可直接订阅位置修正信息。
- 按点：可拆开订阅位置修正信息中的基准点/运行点以及对应的角度和尺度信息。
- 按坐标：可拆开订阅位置修正信息中的坐标及对应的角度和尺度信息。

特征模板

特征模板配置详情请参见*特征模板匹配*。

运行参数

运行参数可以配置特征匹配的一些参数，从而设定搜索空间，只有在给定搜索空间内的目标才会被搜索到，具体参数如下。

最大迭代数

算子执行“迭代最近点”方法进行点云匹配时，该方法的迭代次数上限。当该参数取值已经大于实际的收敛迭代次数时，继续增大该参数对结果将不产生任何效果。通常设为15或以下。
默认值15，有效取值范围2~300。

金字塔层数

点云匹配的加速等级，层数越高，加速越快，匹配错误的风险越高。通常设为4或以下。当匹配不够准确时，可以尝试设为1。
默认值4，有效取值范围1~7。

点对距离阈值

算子执行“迭代最近点”方法进行点云匹配时，匹配点对（即目标上点与对应的模型上的点）之间的距离上限。若匹配点对之间的距离大于该参数取值，算子认为该点对属于“噪点”匹配点对，并将其去除。
默认值500，有效取值范围10~100000。

点对法向夹角

算子执行“迭代最近点”方法进行点云匹配时，匹配点对（即目标上点与对应的模型上的点）之间的法向量夹角上限。若匹配点对之间的法向量夹角大于该参数取值时，算子认为该匹配点对属于噪点匹配对，并将其去除。
默认值45，有效取值范围1~180。

最小匹配分数

用于筛选匹配点的得分阈值。匹配得分低于得分阈值的匹配点将被算子筛除。匹配得分表示模型上的特征点经过位姿变换后，与目标图像中的特征点相匹配的比例。满分1.0，表示两个点完全匹配。
默认值0.50，有效取值范围0.01~1.0。

特征模板匹配

特征模板可以对图像特征进行提取，初次使用匹配-深度图模块时需要创建并编辑模板。

双击匹配-深度图模块，在*特征模板*页签新建模型，如下图所示。

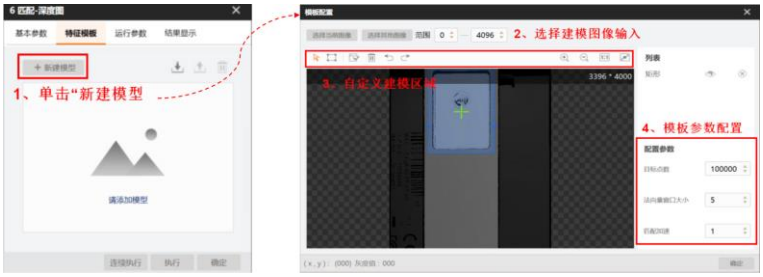


图14-196 新建模型

操作步骤

1. 在*特征模板*页签，单击*新建模型*打开模型配置界面。

   如果当前的模块输入图像获取正常，则该窗口默认显示当前获取到的图像。如需基于其他图像建模，可单击*选择其他图像*。

2. 在图像上特征明显的区域绘制掩膜。

   算子将在掩膜区域内提取图像特征。

   > 说明
   > 掩膜绘制操作详情，请参见*模块中模型配置的掩膜区域*。

3. **可选操作**:进行如下可选操作。

删除掩膜	右击掩膜，并在弹出的右键菜单上单击*删除*。 也可在右侧掩膜列表单击⊗进行删除。

隐藏/显示掩膜 在右侧掩膜列表单击 / 隐藏或显示掩膜。

复制掩膜 右击掩膜，并在弹出的右键菜单上单击*复制*。

调整掩膜位置 单击选中掩膜，并拖拽调整其位置。

移动图像 单击 后，将光标移动至图像上并拖拽图像进行移动。

缩放图像 单击 / 缩放图像；或将光标置于图像区域，并滚动鼠标滚轴缩放图像。

清空掩膜 单击 清空掩膜。

撤销上一步操作 单击 撤销上一步操作。

恢复至撤销前 单击 取消撤销，恢复至撤销前的状态。

图像自适应 单击 将图像大小设置为自适应模式。

全屏显示 单击 将图像全屏显示。

4. 单击 生成模型。
5. **可选操作**:若生成的模型效果欠佳，调整窗口右下方的配置参数，并重新生成模板，直至模型效果满足需求。

   目标点数

   建模时使用的采样点数，采样点数越多，匹配准确性越好，但建模和匹配速度越慢。当匹配不够准确时，可以尝试增加目标点数的数值。

   法向量窗口大小

   计算法向量时用到周围邻域的窗口宽度，窗口越大，邻域信息使用越充分，受杂点干扰越小，但建模速度越慢。建议选择5即可。

   匹配加速

   1：开启加速，匹配速度变快，匹配稳定性略微降低；0：关闭加速。
6. 单击*确定*，完成模型配置并返回*特征模板*页签。
7. **可选操作**:在*特征模板*页签进行如下可选操作。

   继续编辑模板 单击 继续编辑模型。

   删除模板 单击 删除模板。

   导出模板 单击 将当前模板导出至本地路径。

   载入模板 单击 从本地路径载入模板。

模块结果

本文为您介绍匹配-深度图模块的模块结果。
*匹配-深度图*模块的模块结果如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

匹配分数

float型，代表匹配到图像的得分，1表示与模板图像完全相同。

匹配框

表示将匹配对象框选起来的最小矩形框。

匹配框中心

匹配框中心X

float型，表示匹配框中心点的X坐标。

匹配框中心Y

float型，表示匹配框中心点的Y坐标。

匹配框宽度

float型，表示匹配框的宽度。

匹配框高度

float型，表示匹配框的高度。

角度

float型，表示匹配框较长边旋转至水平线方向的角度，顺时针为正，逆时针为负。

3D变换矩阵

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**矩阵*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

矩阵*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

14.4.2 尺度匹配-深度图

*尺度匹配-深度图*模块为*匹配-深度图*的升级版本，具备更高的匹配精度和使用便捷度。 如需进行深度图匹配，推荐采用*尺度匹配-深度图*。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *特征模板配置*
- *模块结果*

模块原理

*尺度匹配-深度图*与*匹配-深度图*一样，都可计算出3D变换矩阵，将深度图上的待匹配点的位姿变换为模型点的位姿。但*尺度匹配-深度图*在匹配性能上更有优势。

*尺度匹配-深度图*在*匹配-深度图*的6匹配自由度（3平移自由度+3旋转自由度）的基础上，增加了缩放自由度（s），具备更高的匹配精度。

*尺度匹配-深度图*还提供“2D模板匹配”和“PPF（Point Pair Features）匹配”这两种粗匹配方式。采用PPF

匹配方式时，相较于*匹配-深度图*更具操作便捷性，且对于3D特征明显目标的匹配精度更高。

基于2D模板匹配

粗匹配方式选择“2D模板匹配”时，该模块的算法原理与*匹配-深度图*的一致，都需要先基于“*高精度匹配*+*位置修正*”获取粗匹配初值，才可进行建模和精匹配。

基于PPF匹配

粗匹配方式选择“PPF匹配”时，算法增加了自动粗匹配能力。因此采用该方式时无需依赖“*高精度匹配*+*位置修正*”获取粗匹配初值，可直接进行建模和精匹配。

使用方法

前后序模块

*尺度匹配-深度图*模块采用不同的粗匹配方式时，前序模块有所差异。

- 若工件3D特征不明显（例如工件的边缘区域），则建议选择2D模板匹配作为粗匹配方式。此时该模块之前需连接“*高精度匹配*+*位置修正*”获取粗匹配初值。
- 若工件符合如下特征：“工件在深度图的有效成像表面由三个及以上朝向不同的平面组成，且各平面相对于工件表面积的占比不低于20%”，则建议选择PPF作为粗匹配方式。

  粗匹配方式采用PPF时，该模块之前直接连接*14.2.1* 3D图像源即可。

说明

您可通过*基本参数*页签中的*粗匹配方式*参数设置粗匹配方式。
该模块后序模块为*位置修正-深度图*或*基准矫正-深度图*。

- 后序模块为*位置修正-深度图*时，*位置修正-深度图*基于*尺度匹配-深度图*输出的3D变换矩阵，对ROI进行3D位姿变换，使ROI的位姿跟随匹配结果变换。
- 后序模块为*基准矫正-深度图*时，*基准矫正-深度图*模块基于*尺度匹配-深度图*输出的3D变换矩阵，对深度图进行3D位姿变换。

  注意

  *基准矫正-深度图*后序请勿接*位置修正-深度图*，否则将导致测量区域错位。

使用示例

下图为将*尺度匹配-深度图*与*平面检测-深度图*和*条件检测*搭配使用，进行部件平整度检测的示例。

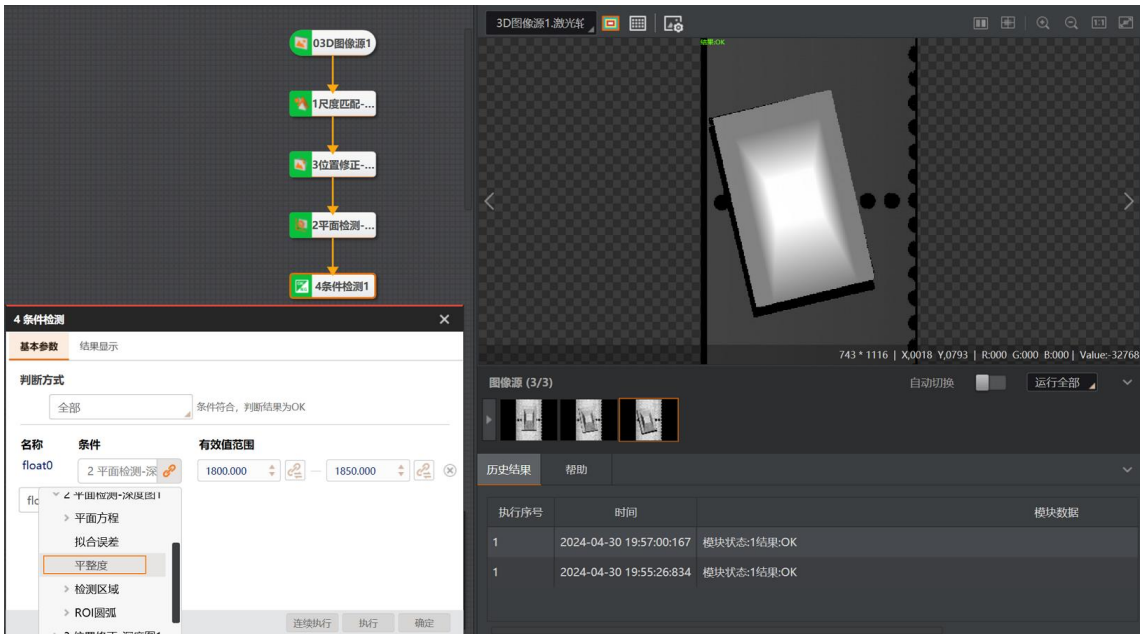


图14-199 平整度检测示例

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数和基本参数中的**粗匹配方式**。

- 其他基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 特征模板配置详情，请参见*特征模板配置*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

基本参数

粗匹配方式

设置该模块获取粗匹配初值的方式。推荐设置为**PPF匹配**。

模板匹配

即上文*模块原理*中提及的“2D模板匹配”方式，适用于匹配立体特征不明显的目标，例如工件的边缘区域。

若采用该方式，该模块需通过“*高精度匹配+位置修正*”获取粗匹配初值。若无该初值，深度图中的待匹配目标存在偏移时，可能匹配失败。

PPF匹配

即上文*模块原理*中提及的“PPF匹配”方式，适用于匹配立体特征明显的目标，例如工件上存在明显凸起的区域。

采用该方式时无需依赖2D匹配模块获取粗匹配初值。

运行参数

选择不同的**粗匹配方式**，后续可配置的运行参数有所差异。

点对法向夹角

算子执行“迭代最近点”方法进行点云匹配时，匹配点对（即目标上点与对应的模型上的点）之间的法

向量夹角上限。若匹配点对之间的法向量夹角大于该参数取值时，算子认为该匹配点对属于噪点匹配对，并将其去除。
默认值45，有效取值范围1~180。

点对距离阈值

算子执行“迭代最近点”方法进行点云匹配时，匹配点对（即目标上点与对应的模型上的点）之间的距离上限。若匹配点对之间的距离大于该参数取值，算子认为该点对属于“噪点”匹配点对，并将其去除。
默认值2000，有效取值范围10~100000。

最大迭代数

算子执行“迭代最近点”方法进行点云匹配时，该方法的迭代次数上限。当该参数取值已经大于实际的收敛迭代次数时，继续增大该参数对结果将不产生任何效果。通常设为15或以下。
默认值15，有效取值范围2~300。

得分阈值

用于筛选位姿变换矩阵的阈值。匹配得分低于得分阈值的位姿变换矩阵将被算子筛除。匹配得分表示经3D变换后的工件与模型的重合程度。满分1.0，表示两者完全重合。
默认值0.50，有效取值范围0.01~1.0。

最大匹配个数

允许查找到的最大目标数量。
默认值1，即最多找到1个目标。有效取值范围1~100。

参考点个数

从深度图中随机采样的样本点个数。点数越多，匹配成功率越高，耗时也会越大。
默认值100，有效取值范围10~5000。

说明

该参数仅在**粗匹配方式**设置为**PPF匹配**时可配置。

尺度值范围

待匹配目标相对于已创建模板的缩放尺度范围。匹配存在尺度缩放的目标时，需设置该参数。
该参数默认值为1.00~1.00（即仅搜索无尺度缩放的目标），有效值范围为0.1~100。

PPF加速使能

开启后可加速**PPF匹配**的匹配速度。

说明

该参数仅在**粗匹配方式**设置为**PPF匹配**时可配置。

特征模板配置

*尺度匹配-深度图*模块运行过程中的特征提取基于特征模型（模板）进行。运行该模块前需先配置特征模型。

操作步骤

1. 在*特征模板*页签，单击*新建模型*打开模型配置界面。

如果当前的模块输入图像获取正常，则该窗口默认显示当前获取到的图像。如需基于其他图像建模，可单击*选择其他图像*。

2. **可选操作**:开启或关闭窗口上方的*自适应*，设置用于建模的图像区域。

   说明

   *自适应*默认开启，开启时软件自适应设置用于建模的图像区域。若关闭，需手动设置。一般开启即可

3. 在图像上特征明显的区域绘制掩膜。

   算子将在掩膜区域内提取图像特征。

   说明

   掩膜绘制操作详情，请参见*模块中模型配置的掩膜区域*。

4. **可选操作**:进行如下可选操作。

删除掩膜	右击掩膜，并在弹出的右键菜单上单击*删除*。 也可在右侧掩膜列表单击⊗进行删除。
隐藏/显示掩膜	在右侧掩膜列表单击 / 隐藏或显示掩膜。
复制掩膜	右击掩膜，并在弹出的右键菜单上单击*复制*。
调整掩膜位置	单击选中掩膜，并拖拽调整其位置。
移动图像	单击 后，将光标移动至图像上并拖拽图像进行移动。
缩放图像	单击 / 缩放图像；或将光标置于图像区域，并滚动鼠标滚轴缩放图像。
清空掩膜	单击 清空掩膜。
撤销上一步操作	单击 撤销上一步操作。
恢复至撤销前	单击 取消撤销，恢复至撤销前的状态。
图像自适应	单击 将图像大小设置为自适应模式。
全屏显示	单击 将图像全屏显示。

5. 单击 生成模型。

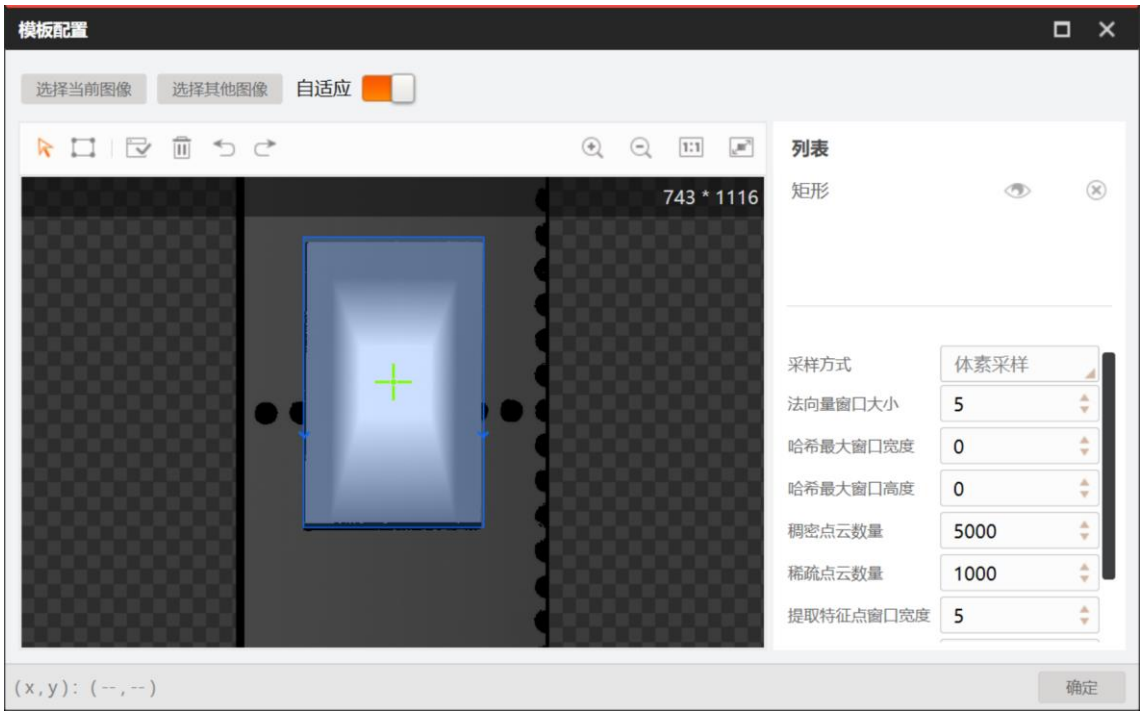


图14-200 模型生成

6. **可选操作**:若生成的模型效果欠佳，调整窗口右下方的配置参数，并重新生成模板，直至模型效果满足需求。

采样方式

设置"用于建模"的特征点的采集方式。包括**体素采样**、**均匀采样**和**特征采样**。默认**体素采样**。

体素采样

即点云体素下采样。一般业务场景采用该方式即可。

均匀采样

直接在深度图上均匀采集特征点。该方式采样效率较高，适用于对采样效率要求较高的业务场景。但如果待采样的区域存在与z轴夹角较大的平面，该方式所采集的特征点将会很不均匀，影响模型精度。

特征采样

该方式会在建模图像上拐角曲率变化大的特征区域重点采样。该方式适用于为特征较少的工件采集用于建模的特征点。

法向量窗口大小

建模处理时会计算每个采样点的法向量方向，用于匹配时的匹配误差计算（点对距离在模型点法向量方向的分量）。法向量计算窗口，即为计算法向量时用到周围邻域的窗口宽度。
默认值5，通常采用5即可。窗口过大将会严重影响建模耗时。

哈希最大窗口宽度/高度

表示PPF匹配中用于提取特征点的窗口的宽度/高度。宽度或高度为0时，该窗口均覆盖全幅图像。默认值为0。若生成的模型过大导致匹配耗时较长，可调大该参数取值并重新生成较小的模型。
该参数仅在运行参数中的**粗匹配方式**设置为**PPF匹配**时生效。

稠密点云数量

稠密点云采样最大点数，默认值5000。采集的稠密点云用于位姿验证或精匹配。

稀疏点云数量

稀疏点云采样最大点数，默认值1000。采集的稀疏点云用于PPF位姿估计。

提取特征点窗口宽度

采样方式为特征采样时，计算各点特征值的窗口的大小。默认值5。
该参数仅在**采样方式**设置为**特征采样**时生效。

7. 单击*确定*，完成模型配置并返回*特征模板*页签。
8. **可选操作**:在*特征模板*页签进行如下可选操作。

继续编辑模板	单击 继续编辑模型。
删除模板	单击删除模板。
导出模板	单击将当前模板导出至本地路径。
载入模板	单击从本地路径载入模板。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

匹配状态

int型，1表示匹配成功，0表示匹配失败。

匹配个数

int型，表示图像中与模板相同或相似对象的个数。

匹配分数

float型，代表匹配到图像的得分，1表示与模板图像完全相同。

匹配尺度

float型，代表匹配对象相对于已创建模板的等比例缩放倍数。

匹配误差

float型，代表

匹配框

表示将匹配对象框选起来的最小矩形框。

匹配框中心

匹配框中心X

float型，表示匹配框中心点的X坐标。

匹配框中心Y

float型，表示匹配框中心点的Y坐标。

匹配框宽度

float型，表示匹配框的宽度。

匹配框高度

float型，表示匹配框的高度。

角度

float型，表示匹配框较长边旋转至水平线方向的角度，顺时针为正，逆时针为负。

3D变换矩阵

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**矩阵*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

矩阵*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

采样掩膜图

image型，表示采样掩膜图。

输出图像数据

binary型，表示输出的掩膜图像数据。

输出图像宽度

int型，表示掩膜图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示掩膜图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示掩膜图像的像素格式。

14.4.3 平面检测-深度图

平面检测-深度图模块主要用于针对单个或多个ROI区域内的平面平整度的检测。
本节包含如下内容：

- *参数配置*
- *模块结果*

如下图所示，**平面检测-深度图**模块检测ROI区域内工件的平整度。

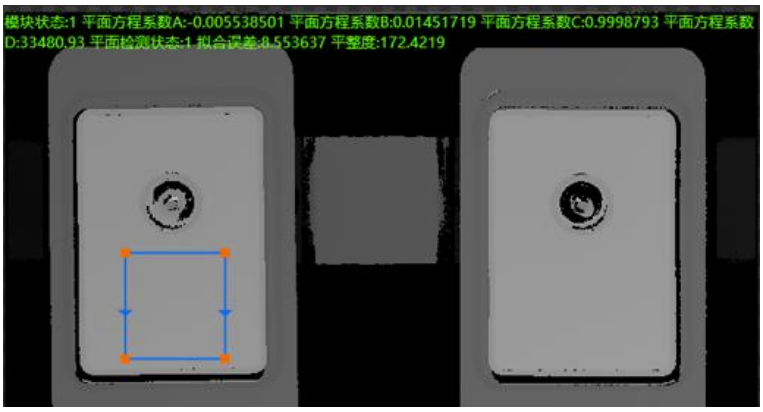


图14-203 模块示例

参数配置

基本参数

基本参数处可设置图像输入来源；另外还需进行ROI区域设置。

ROI创建

有绘制和继承两种创建方式，设置后对应工具只会对ROI区域内的图像进行处理。

绘制

自定义绘制区域，对应四个形状，从左到右依次是全选、框选圆形感兴趣区域、框选矩形感兴趣区域和框选多边形感兴趣区域。

继承

可继承前面模块的某个特征区域，可以按矩形区域、矩形参数或者圆形区域、圆形参数继承。

位置修正

开启后可起到位置修正的作用，可选择进行2D或3D类型的位置修正，具体用法请见*位置修正*和*位置修正-深度图*模块。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

平面方程

PLANE3D型，输出的平面方程。

平面方程系数A

float型，表示平面方程中系数A的值。

平面方程系数B

float型，表示平面方程中系数B的值。

平面方程系数C

float型，表示平面方程中系数C的值。

平面方程系数D

float型，表示平面方程中系数D的值。

拟合误差

float型，表示实际值与拟合值的误差。

平整度

float型，代表拟合平面的平坦程度，为拟合平面所用的点到拟合平面的距离的极差。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.4.4 位置修正-深度图

位置修正-深度图模块可输出3D矩阵变换信息。
本节包含如下内容：

- *使用方法*
- *模块结果*

在流程中调用**位置修正-深度图** ，可修正目标运动偏移并辅助精准定位，修正效果如下图所示。

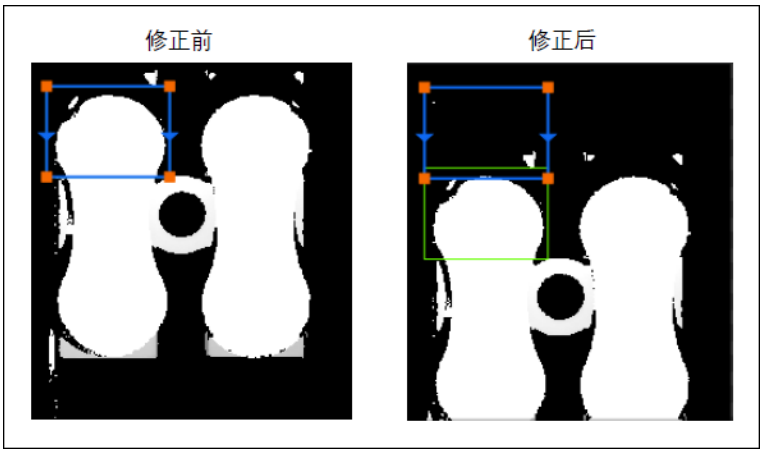


图14-204 效果示例

使用方法

在流程中使用**位置修正-深度图**模块时，需输入**匹配-深度图**模块输出的3D变换矩阵和3D深度图数据。运行流程之后，点击*创建基准*即可。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

3D变换矩阵信息

string型，为矩阵信息格式化为字符串类型后输出。

3D位置修正信息

FIXTURE3D型，3D位置修正信息。

3D变换矩阵

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**矩阵*（*表示0~15**）即该矩阵的16个值。

矩阵*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

14.4.5 着地面检测-深度图

着地面检测-深度图模块用于支撑面检测，可查找插针平放的支撑面并输出点面距离。

模块原理

支撑面检测的过程为寻找构成支撑面的三角形（三点不共线构成一个平面）的过程，算法内部通过遍历穷举所有三角形，选择最合适的平面作为支撑面。
支撑面需满足以下条件：

- 所有点均在三点成面的同一侧，误差容忍度如下图所示，点面距离小于该参数阈值则认为点在平面同侧。

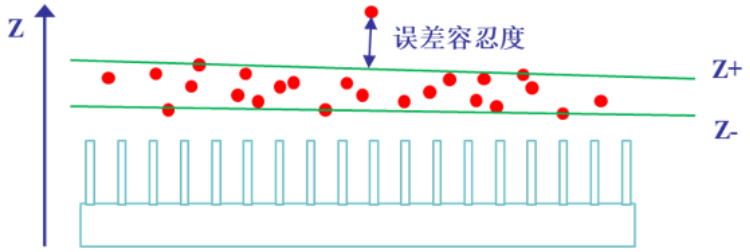


图14-205 误差容忍度

- 所有针脚的重心投影在三角形内部，可以保证支撑面不倾覆。该重心可以是内部通过计算深度图所有点的质心点得出，也可以是外部输入。
- 在满足前述两个条件的三角形中选择重心到三角形三边最短距离最大（最稳定）的三角形作为最终输出结果。

使用场景

该模块适用于插针放置于PCB板上进行焊接作业的场景，可通过检测确保所有插针到PCB板（即支撑面）的距离足够小，以免焊接出现缺陷。

使用方法

支撑面检测模块的前置模块一般为统计测量，可得到ROI内质心点或分位点集合作为支撑面检测模块的输入。支撑面检测模块的常用方案流程如下图所示。

图14-206 支撑面检测使用流程

支撑面检测结果如下图所示。

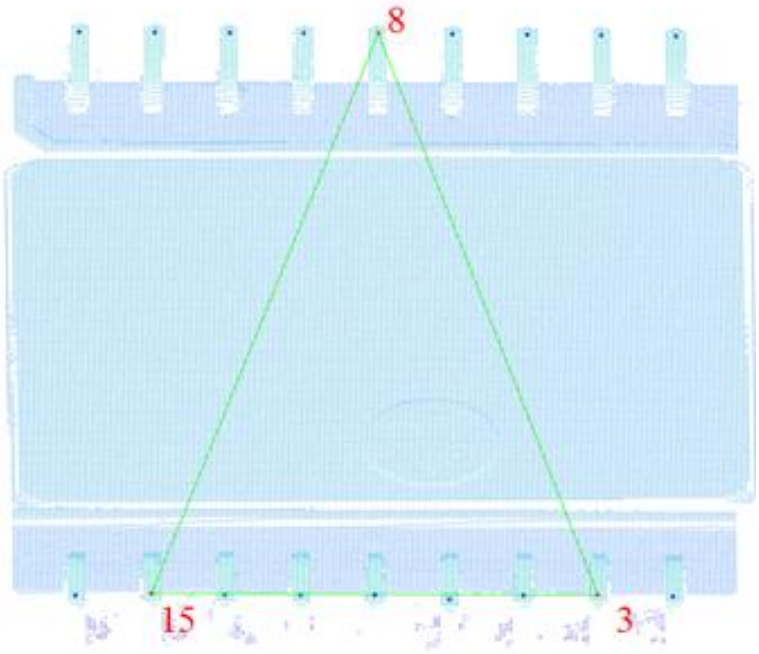


图14-207 支撑面检测结果

参数配置

- 基本参数如下。

图像输入

图像源

选择用于进行着地面检测的深度图。

ROI区域

ROI创建

针对平面上的针脚点创建ROI，数量与输入点数量一致。包括绘制和继承两种创建方式，设置后对应工具只会对ROI区域内的图像进行处理。

- 绘制：自定义绘制区域，对应五个形状，从左到右依次是全选、框选圆形感兴趣区域、框选扇形感兴趣区域、框选矩形感兴趣区域和框选多边形感兴趣区域。
- 继承：可继承前面模块的某个特征区域，可以按矩形区域、矩形参数或者圆形区域、圆形参数继承。

位置修正

开启后可起到位置修正的作用，可选择进行2D或3D类型的位置修正，具体用法介绍请见*位置修正-深度图*。

质心点输入

可**按点**或**按坐标**输入前序统计测量模块输出的ROI内质心点或分位点集合。

重心输入

选择**内部计算**时，可通过计算深度图所有点的质心点得到重心；选择**外部输入**时，可**按点**或**按坐标**输入前序统计测量模块计算出的重心。

- 运行参数如下。

检测方向

可选Z轴正方向(Z+)或Z轴负方向(Z-)，表示点集应该在支撑面以上还是支撑面以下。

误差容忍度

认为点在平面同侧的平面距离阈值，单位0.1 um，默认值5，最小值0，最大值100。

最大距离

单个点到平面距离的最大值，用于限制不符合要求的平面，单位0.1 um，默认值800，最小值5，最大值2000。

迭代使能

开启迭代内部会使用ROI更新采样点进行支撑面检测。

模块结果

模块结果参数介绍如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出平面方程

PLANE3D型，输出的平面方程。

输出平面方程a

float型，表示平面方程系数A的值。

输出平面方程b

float型，表示平面方程系数B的值。

输出平面方程c

float型，表示平面方程系数C的值。

输出平面方程d

float型，表示平面方程系数D的值。

支撑点输入

支撑点坐标x

float型，代表与地面接触点的x坐标。

支撑点坐标y

float型，代表与地面接触点的y坐标。

支撑点坐标z

float型，代表与地面接触点的z坐标。

点面距

float型，代表点到拟合平面的距离。

平面检测状态

int型，0表示未检测到平面，1表示检测到平面。

拟合误差

float型，表示描述拟合圆的准确性，越小越好。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.4.6 直线查找-深度图

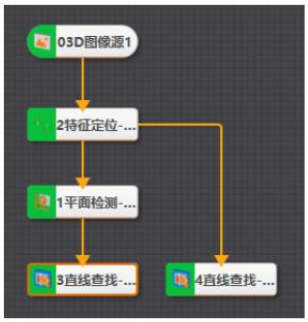
直线查找-深度图模块可根据2D散点或2D直线在深度图上拟合3D直线。

模块原理

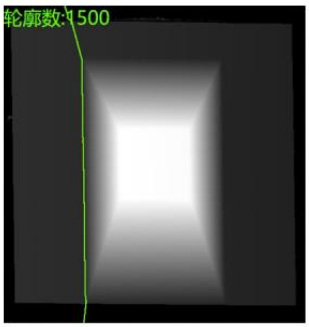
该模块输入分为2D散点/2D直线两种几何类型，可通过深度图/平面方程两种z坐标获取方式转换到三维坐标系下，进行RANSAC直线拟合得到3D直线。

使用方法

- 当输入几何类型为2D点，z坐标获取方式为平面获取时，2D散点可以来源于特征定位模块等方式，示例方案、特征定位输出散点、输出结果及3D直线效果如下。

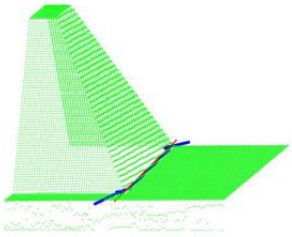


（a）输入 2D 散点方案



（b）特征定位输出 2D 散点

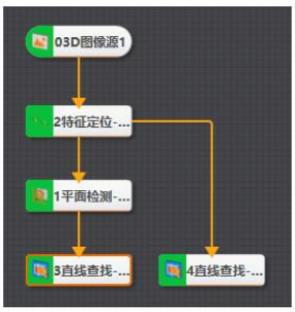
（c）输出结果



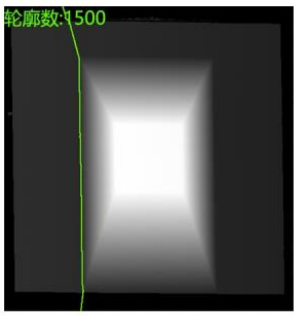
（d）3D 直线效果

图14-208 输入2D点-平面获取拟合直线

- 当输入几何类型为2D点，z坐标获取方式为深度图获取时，2D散点可以来源于特征定位模块等方式，示例方案、特征定位输出散点、输出结果及3D直线效果如下。

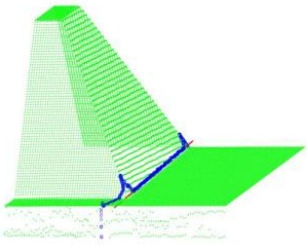


（a）输入 2D 散点方案



（b）特征定位输出 2D 散点

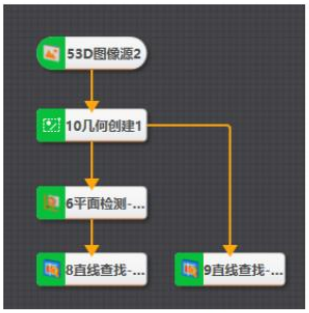
（c）输出结果



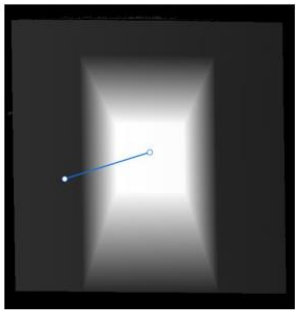
（d）3D 直线效果

图14-209 输入2D点-深度图获取拟合直线

- 当输入几何类型为2D直线，z坐标获取方式为平面获取时，2D直线可以来源于几何构建、直线查找、平行线查找等2D模块，示例方案、构建2D直线、输出结果及3D直线效果如下。

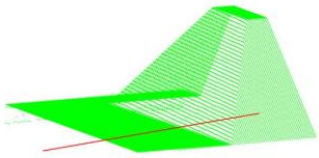


（a）输入 2D 直线方案



（b）构建 2D 直线

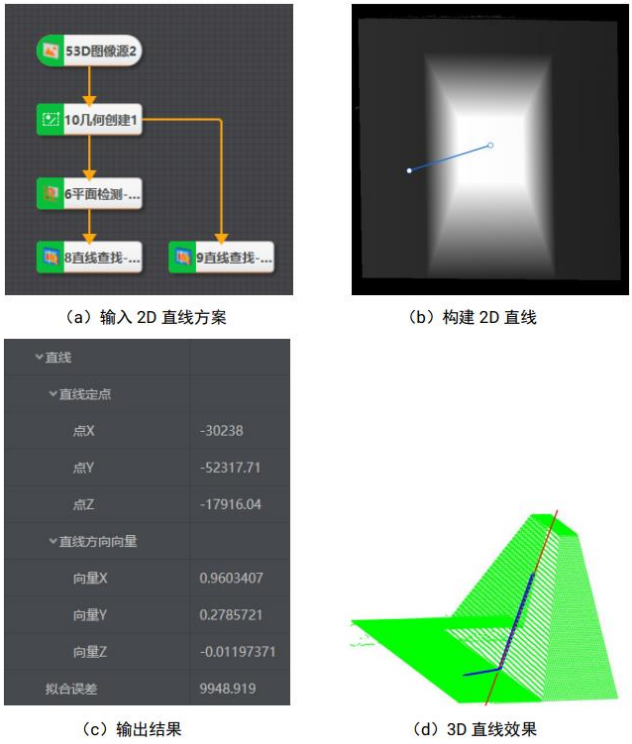
（c）输出结果



（d）3D 直线效果

图14-210 输入2D直线-平面获取拟合直线

- 当输入几何类型为2D直线，z坐标获取方式为深度图获取时，2D直线可以来源于几何构建、直线查找、平行线查找等2D模块，示例方案、构建2D直线、输出结果及3D直线效果如下。



（a）输入 2D 直线方案　（b）构建 2D 直线

（c）输出结果　（d）3D 直线效果

图14-211 输入2D直线-深度图获取拟合直线

参数配置

- 基本参数如下。

图像输入

选择前序模块中的图像源。

Z获取配置

将2D元素转换到三维坐标系时，获取z坐标值的方式。

深度图获取

在深度图上获取相应位置的Z坐标值。

平面获取

在平面上映射得到相应位置的Z坐标值，可按面或者按参数输入平面。

几何数据配置

选择几何方程基元类型，可选2D点或者2D线。

- 运行参数如下。

最大迭代数

RANSAC直线拟合的最大迭代次数，默认值100，最小值10，最大值10000。

最大容忍距离

RANSAC直线拟合的最大容忍距离，点线距小于阈值的为内点，单位um，默认值10，最小值1，最大值10000。

模块结果

模块结果参数介绍如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

线

直线起点

直线起点X

float型，代表直线起点的X坐标。

直线起点Y

float型，代表直线起点的Y坐标。

直线起点Z

float型，代表直线起点的Z坐标。

直线终点

直线终点X

float型，代表直线终点的X坐标。

直线终点Y

float型，代表直线终点的Y坐标。

直线终点Z

float型，代表直线终点的Z坐标。

拟合误差

float型，表示描述拟合圆的准确性，越小越好。

14.4.7 匹配-轮廓图

匹配-轮廓图模块可对模型轮廓进行建模，在场景轮廓中寻找并定位与模型相似的区域。
本节包含如下内容：

- *参数配置*
- *特征模板*
- *模块结果*

在流程中，双击**匹配-轮廓图**模块可进行参数配置，包括基本参数、特征模板、运行参数和结果显示等几个参数设置模块。

参数配置

基本参数

基本参数主要包括图像输入和ROI区域设置，具体操作方法可参考*平面检测-深度图*。
ROI区域中可自定义最多32个顶点的多边形屏蔽区，屏蔽区的图像不会被处理。

运行参数

运行参数可以配置特征匹配的一些参数，从而设定搜索空间，只有在给定搜索空间内的目标才会被搜索到。

得分阈值

大于得分阈值的匹配结果才会输出。

最大匹配个数

场景轮廓中可能会有多出相似于模型的区域，会输出得分最高的x（最大匹配个数）个匹配结果。

起始角度

匹配搜索时的起始旋转角度。

终止角度

匹配搜索时的终止旋转角度。

重叠率阈值

多个匹配结果之间，如果重叠区域比例超过该阈值，则视为同一结果合并。

延拓阈值

场景轮廓向外延拓的比例，适用于当场景轮廓边缘只有一部分模型特征。

特征模板

特征模板可以对图像特征进行提取，初次使用时需要创建并编辑模板。选中需要编辑的模板区域，配置好参数后单击***确定***即可，如下图所示。

图14-212 特征模板配置

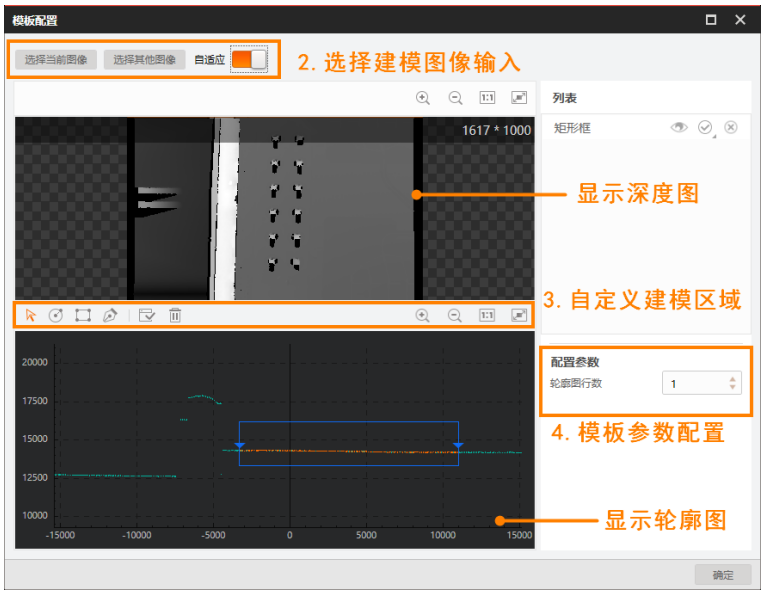


图14-213 模板配置

说明

- 上图中：区域2的自适应如果开启， 那么将渲染图像的全范围深度值；如果关闭，需自行设置渲染的深度值范围。

- 区域3的快捷键从左到右依次为移动图像、创建圆形掩膜、创建矩形掩膜、创建多边形掩膜、生成模型、清空、撤销、返回、放大图像、缩小图像、自适应显示、全屏显示。

创建掩膜区域后，选中图像后右键单击可进行ROI锁定和ROI解锁、图片另存为；在掩膜区域右键单击可进行删除和复制操作。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

匹配状态

int型，1表示匹配成功，0表示匹配失败。

轮廓数量

int型，代表输入的轮廓个数。

轮廓Id

int型，代表匹配的轮廓帧号。

匹配个数

int型，表示图像中与模板相同或相似对象的个数。

匹配分数

float型，代表匹配到图像的得分，1表示与模板图像完全相同。

匹配误差

float型，代表匹配到的图像与模型的误差。误差越大，说明图像和模型差异越大。

匹配框

表示将匹配对象框选起来的最小矩形框。

匹配框中心

匹配框中心X

float型，表示匹配框中心点的X坐标。

匹配框中心Y

float型，表示匹配框中心点的Y坐标。

匹配框宽度

float型，表示匹配框的宽度。

匹配框高度

float型，表示匹配框的高度。

角度

float型，表示匹配框较长边旋转至水平线方向的角度，顺时针为正，逆时针为负。

匹配点

匹配点X

float型，代表每个匹配点的X坐标。

匹配点Y

float型，代表每个匹配点的Y坐标。

尺度

float型，表示世界坐标系中单位长度对应图像坐标系中的像素数。

尺度X

float型，代表世界坐标系中单位长度对应图像坐标系X方向中的像素数。

尺度Y

float型，代表世界坐标系中单位长度对应图像坐标系Y方向中的像素数。

参考点

参考点X

float型，参考点的X坐标。

参考点Y

float型，参考点的Y坐标。

匹配轮廓点

匹配轮廓点X

float型，代表每个匹配轮廓点的X坐标。

匹配轮廓点Y

float型，代表每个匹配轮廓点的Y坐标。

旋转平移矩阵

旋转平移矩阵*（*代表0~8）

double型，分别代表3×3平移矩阵中的每一个数值。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时

针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.4.8 特征定位-轮廓图

特征定位-轮廓图模块主要用于指定某一特征（峰值点、抛物线顶点等），并定位深度图中每行的特征点。
本节包含如下内容：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

前后续模块

在流程中，该模块的：

前序模块

可为*3D图像源*等提供深度图输入的模块。

后序模块

无特殊后序模块要求。可通过*特征计算-轮廓图*等进一步处理输出的特征信息。

流程示例

下图展示了通过**3D图像源**、**截取-深度图**等模块，实现计算部件的特征长度和特征均值等数据。

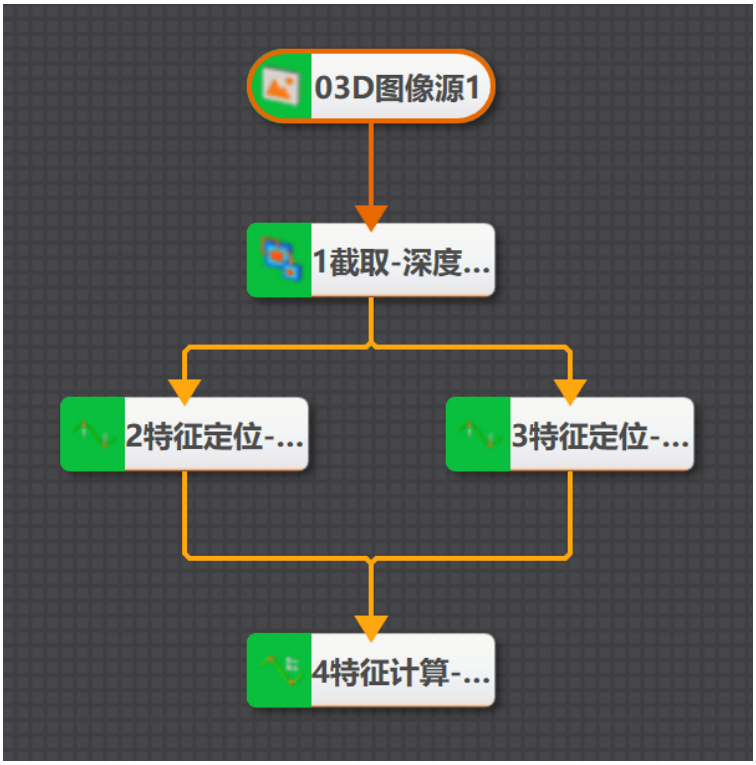


图14-214 流程示例

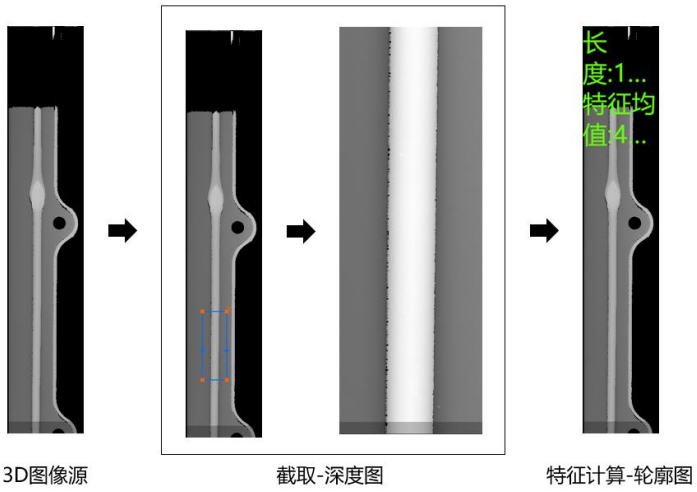


图14-215 应用示例效果

主要配置步骤

可按照以下步骤使用该模块：

1. 在流程中调用该模块，并在**基本参数**中配置图像源。
2. 配置运行参数，详情请参照**参数匹配**。
   绘制该模块的ROI时，显示图像为轮廓图，如下图所示。

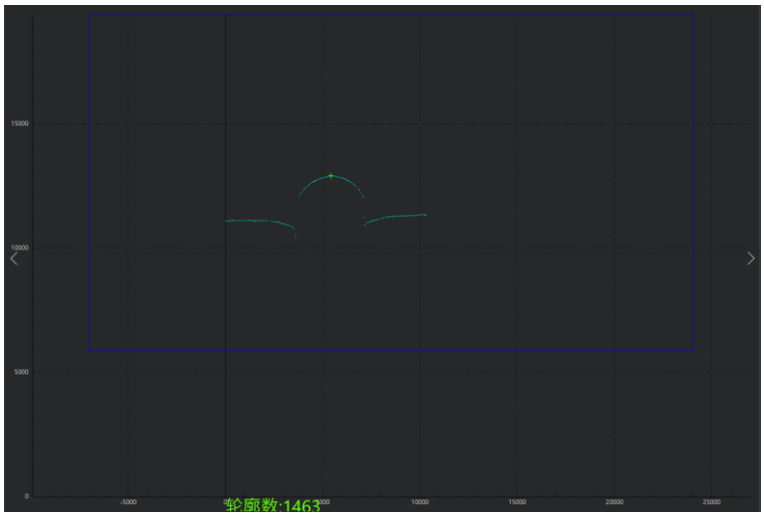


图14-216 绘制ROI

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示详情，请参见*结果显示*。

特征类型

- 中点：深度图中每一行的中点。
- 均值点：深度图中该行深度平均值所对应的点。
- 最大值点：深度图中每一行深度值最大处的点。
- 最小值点：深度图中每一行深度值最小处的点。
- 梯度最大值点：深度图中梯度最大值处的点。
- 梯度最小值点：深度图中梯度最小值处的点。
- 峰值点：梯度由正值转为负值处的点。
  使用时，需配置**半窗点数**。
- 谷值点：梯度由负值转为正值处，即深度值开始上升处的点。
  使用时，需配置**位姿类型**。
- 梯度峰值点：梯度最大值处（即深度值上升最快处）的点。
  使用时，需配置**半窗点数**。
- 梯度谷值点：梯度最小值处（即深度值上升最慢处）的点。
  使用时，需配置**半窗点数**。
- 弯曲点：深度图中弯曲处对应的点。
  使用时，需配置**半窗点数**、**弯曲角度阈值**、**检测类型**和**弯曲角度范围**。
- 抛物线顶点：抛物线的对称轴所在位置，在抛物线上的对应点。
  使用时，需配置**半窗点数**和**最大拟合误差**。
- 圆顶点：拟合圆的顶点。
  使用时，需配置**最大拟合误差**和**圆直径**。
- 工字形中心点：“工”字型胶圈截面形状的中心点。
  使用时，需配置**最大拟合误差**、**圆直径**、**直线拟合误差**、**直线部分宽度**和**Z方向阈值**。
- 点云端点：点云的端点。
  使用时，需配置**平均点距系数**和**端点类型**。
- 线线交点：两条拟合线的交点。

最大拟合误差

只有拟合误差小于该参数值，才会认为这是一条有效（抛物线、圆等）轮廓，单位um。超过该参数值的点不参与后续拟合。

弯曲角度阈值

设置弯曲点两侧局部直线的最小夹角。当夹角大于该值时，视作一个弯曲点。

位姿类型

设置模块输出的特征点位置，可选**最佳**、**左侧**和**右侧**，分别对应最优特征点、最左侧特征点和最右侧特征点。

圆直径

工件圆的实际直径，单位um。

直线拟合误差

工字形轮廓中间直线部分的拟合误差，单位um。

直线部分宽度

工字形轮廓的中间直线部分宽度，单位um。

Z方向阈值

设置直线和圆弧部分分界点的梯度阈值。若某点梯度大于该阈值，则认为是两部分的分界点。

平均点距系数

设置查找端点时，依据的检测点与相邻点的间距。该间距为系数乘以截面点云平均点间距。

端点类型

端点类型分**左端点**和**右端点**，分别截面点云中点的左侧和右侧端点。每次只提取单侧端点。

半窗点数

设置用于进行梯度方向求解，局部拟合，局部角度求解的半窗长度。对于圆和抛物线相关点，应设置为物体像素宽度的一半。

得分阈值

直线真实夹角与理论夹角之间的差值角度最大值。仅小于该阈值时，模块认为其为有效特征点。

线线夹角

配置两条线的理论夹角。

滤波窗口

设置滤波窗口的大小。

Roi绘制行

设置进行线线特征计算的开始行。

补全半窗口

设置用于补全半窗口的窗口尺寸大小。

连续点数量

有效轮廓所需的最小连续点数。

空点填充点数

设置填充所需的有效点数最小值。当列方向空隙区域两端的有效点数大于该参数值时，进行空点填充，否则不填充；

拟合方式

可选是否开启拟合。1代表开启；0代表关闭拟合。

拟合次数

当**拟合方式**为**1**时生效。
设置多项式拟合的次数。

拟合窗口宽度

列方向，参与拟合的窗口大小。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

轮廓数

int型，代表匹配的轮廓数量。

特征点

特征点X

float型，代表图像提取到的特征点X坐标值。

特征点Y

float型，代表图像提取到的特征点Y坐标值。

特征点Z值

float型，代表图像提取到的特征点深度值。

特征标识

int型，代表轮廓是否包含输入特征。1代表包含输入特征，0代表不包含。

拟合误差

float型，表示实际值与拟合值的误差。

圆半径

float型，分别显示查找到阵列圆中单个圆的半径。

抛物线方程

PARACOE型，特征的抛物线方程。

抛物线方程系数A

float型，代表抛物线方程中系数A的值。

抛物线方程系数B

float型，代表抛物线方程中系数B的值。

抛物线方程系数C

float型，代表抛物线方程中系数C的值。

抛物线宽度

float型，代表抛物线与y轴的两个交点之间的距离。

圆宽度

float型，代表圆半径的长度。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆

检测圆半径

float型，代表检测圆的半径。

检测圆中心点

检测圆中心X

float型，代表检测圆中心点的X坐标。

检测圆中心Y

float型，代表检测圆中心点的Y坐标。

14.4.9 圆查找-轮廓图

圆查找-轮廓图模块用于在轮廓点云中检测圆，可通过输入深度图和ROI，输出每帧轮廓图的圆拟合结果，包括最小二乘、加权最小二乘和RANSAC圆拟合。

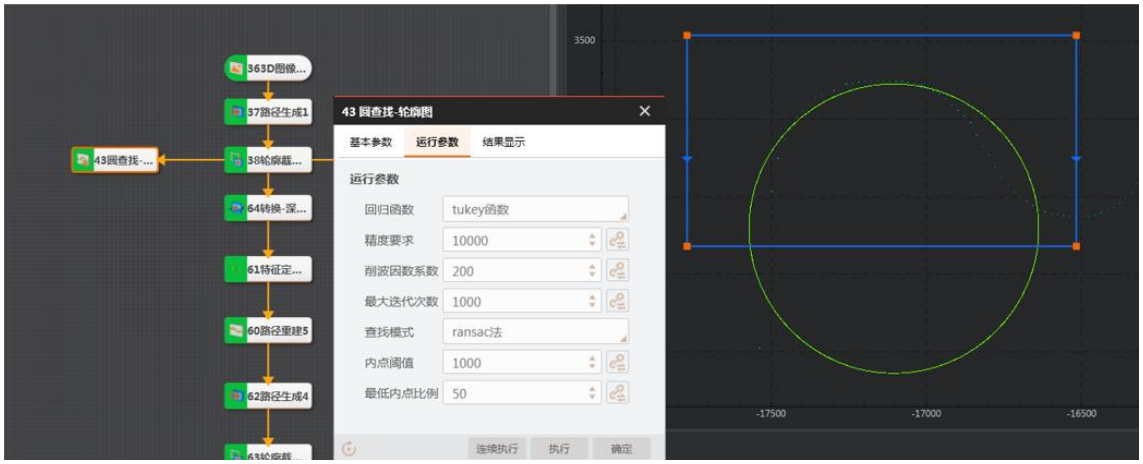


图14-217 圆查找-轮廓图

基本参数详情请参见*模块通用配置*。
运行参数处可设置以下参数。

表14-39 运行参数

参数	说明
回归函数	有最小二乘函数、huber和tukey函数三种。三种方式只是权重的计算方式有差异，一般建议选择最小二乘函数。
精度要求	相邻两次拟合系数之差的平方和小于该参数值

参数	说明
	时，会提前结束迭代，单位为1e-6。 配置越小，迭代次数越多。
削波因数系数	回归拟合削波因数系数，可以大于100，单位0.01（%）。
最大迭代次数	算法迭代次数
查找模式	可选择最小二乘函数或ransac法。
内点阈值	当**查找模式**选择**ransac法**时需要设置。 单位为%，乘以半径作为内点误差阈值，表示到圆弧距离小于该阈值的算作内点。
最低内点比例	当**查找模式**选择**ransac法**时需要设置。 单位为%，内点数量在ROI总点数中的占比，内部用于计算迭代次数，配置越小，则迭代次数越大。
圆拟合点数	参与拟合的点数，当计算出的参与拟合点云数量大于该值，则以该值为准并对点云进行下采样；当计算出的参与拟合点云数量小于该值，则以实际数量为准。

模块结果参数介绍如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

拟合圆形个数

int型，代表拟合出的圆形的数量。

输入图像行高

int型，代表输入图像的图像高度。

拟合状态

int型，表示输出拟合圆的状态。1表示存在拟合圆，0表示不存在拟合圆。

拟合误差

float型，表示描述拟合圆的准确性，越小越好。

圆拟合点数

int型，代表查找到圆的点数。

圆弧起点

圆弧起点X

float型，代表圆弧的起点X坐标。

圆弧起点Y

float型，代表圆弧的起点Y坐标。

圆弧终点

圆弧终点X

float型，代表圆弧的终点X坐标。

圆弧终点Y

float型，代表圆弧的终点Y坐标。

圆弧夹角

输出圆

半径

float型，代表输出的圆的半径。

圆心点

圆心X

float型，代表输出圆的圆心的X坐标。

圆心Y

float型，代表输出圆的圆心的Y坐标。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆

检测圆半径

float型，代表检测圆的半径。

检测圆中心点

检测圆中心X

float型，代表检测圆中心点的X坐标。

检测圆中心Y

float型，代表检测圆中心点的Y坐标。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.4.10 直线查找-轮廓图

直线查找-轮廓图模块用于在轮廓点云中检测直线，可通过输入深度图和ROI，输出每帧轮廓图的直线拟合结果，包括最小二乘和加权最小二乘直线拟合。

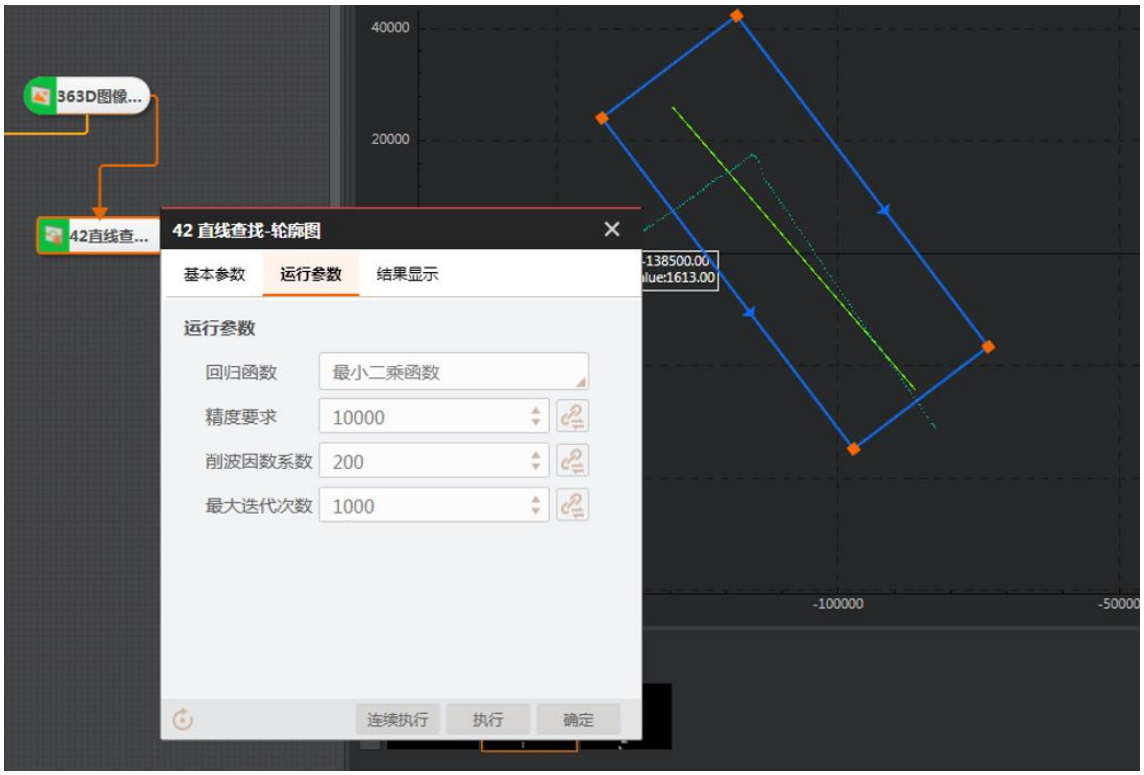


图14-218 直线查找-轮廓图

基本参数详情请参见*模块通用配置*。
模块结果参数介绍如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

拟合线行数

int型，代表拟合出的直线的数量。

输入图像行高

int型，代表输入图像的图像高度。

直线角度

float型，代表直线偏移角度。

拟合状态

int型，表示输出拟合圆的状态。1表示存在拟合圆，0表示不存在拟合圆。

拟合误差

float型，表示描述拟合圆的准确性，越小越好。

直线拟合点数

int型，代表直线拟合点数数组。

输出直线

直线起点

直线起点X

float型，表示输出直线起点的X坐标。

直线起点Y

float型，表示输出直线起点的Y坐标。

直线终点

直线终点X

float型，表示输出直线终点的X坐标。

直线终点Y

float型，表示输出直线终点的Y坐标。

直线角度

float型，表示输出直线的角度。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆

检测圆半径

float型，代表检测圆的半径。

检测圆中心点

检测圆中心X

float型，代表检测圆中心点的X坐标。

检测圆中心Y

float型，代表检测圆中心点的Y坐标。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.4.11 单团点云几何查找

单团点云几何查找模块可根据输入点云获取几何方程参数和内点信息。

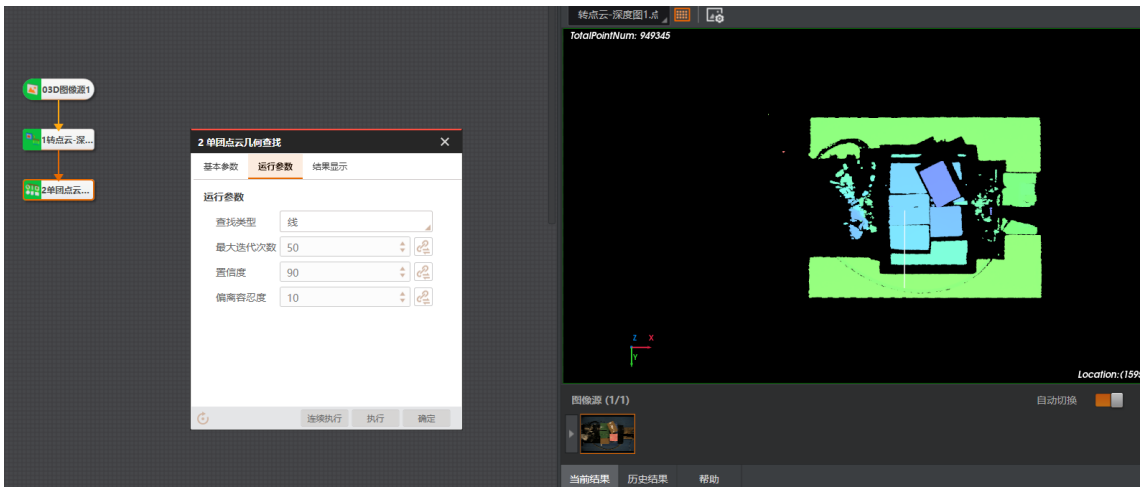


图14-219 单团点云几何查找

使用方法

该模块需作为输出点云模块的后序模块。
该模块运行获取几何方程参数和内点信息后，后序可接入基准矫正和测量等模块。

参数配置

- 基本参数处需选择点云输入来源。
- 运行参数处包含以下参数。

查找类型

几何形状查找方程类型，支持线、面、圆、圆柱、球。

最大迭代次数

算法内部进行几何查找的最大循环次数。

置信度

拟合置信度系数，认为有多少点（比例）是属于该几何方程，单位0.01（%）。

偏离容忍度

允许偏离方程的最大距离的点。

Knn数量

最近邻查找数，当**查找类型**选择**圆柱**时需要设置。

模块结果

模块结果参数介绍如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

内点索引

int型，代表参与拟合点的索引（数量是内点数量）。

内点数量

int型，代表实际参与拟合的点数。

拟合误差

float型，表示描述拟合圆的准确性，越小越好。

线

直线起点

直线起点X

float型，代表直线起点的X坐标。

直线起点Y

float型，代表直线起点的Y坐标。

直线起点Z

float型，代表直线起点的Z坐标。

直线终点

直线终点X

float型，代表直线终点的X坐标。

直线终点Y

float型，代表直线终点的Y坐标。

直线终点Z

float型，代表直线终点的Z坐标。

面

平面方程系数a

float型，代表平面方程系数a的值。

平面方程系数b

float型，代表平面方程系数b的值。

平面方程系数c

float型，代表平面方程系数c的值。

平面方程系数d

float型，代表平面方程系数d的值。

圆

圆心

圆心坐标X

float型，代表圆心X坐标。

圆心坐标Y

float型，代表圆心Y坐标。

圆心坐标Z

float型，代表圆心Z坐标。

平面法向量

平面法向量X

float型，代表平面法向量的X值。

平面法向量Y

float型，代表平面法向量的Y值。

平面法向量Z

float型，代表平面法向量的Z值。

圆半径

float型，代表圆的半径。

圆柱

中轴上一点

中轴上点X

float型，代表圆柱中心轴上一点的X坐标。

中轴上点Y

float型，代表圆柱中心轴上一点的Y坐标。

中轴上点Z

float型，代表圆柱中心轴上一点的Z坐标。

中轴方向

中轴方向X

float型，代表圆柱中心轴的X方向。

中轴方向Y

float型，代表圆柱中心轴的Y方向。

中轴方向Z

float型，代表圆柱中心轴的Z方向。

半径

float型，代表圆柱的半径。

球

球心坐标

球心坐标X

float型，代表球心的X坐标。

球心坐标Y

float型，代表球心的Y坐标。

球心坐标Z

float型，代表球心的Z坐标。

半径

float型，代表球的半径。

几何方程基元类型

int型，1代表线，2代表面，3代表圆，4代表圆柱，5代表球。

坐标系类型

int型，1代表RGB相机坐标系，2代表深度图坐标系。

14.5 2D测量

“2D测量”类别下的模块可用于在2D图像上测量间距。该类别包含线圆测量、圆圆测量、点圆测量等模块。

14.5.1 线圆测量

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

线圆查找模块通过过“圆心点”对“直线”作垂线的方式进行线圆距离的测量，返回的是被测物图像中直线和圆的垂直距离和相交点坐标。该模块多用于工业生产中工件上圆孔与某边之间距离的测量，再根据测量结果确认工件工艺是否合格。

线圆测量模块一般与圆查找、直线查找模块配合使用。圆查找、直线查找作为前序模块，通过圆查找、直线查找定位到图像中需要测量的圆和直线，并输出对应坐标数据给线圆测量模块。线圆测量模块通过订阅接收参数，过“被查找圆的圆心”向“被测量直线”作垂线段，垂线段的长度即为线圆距离。

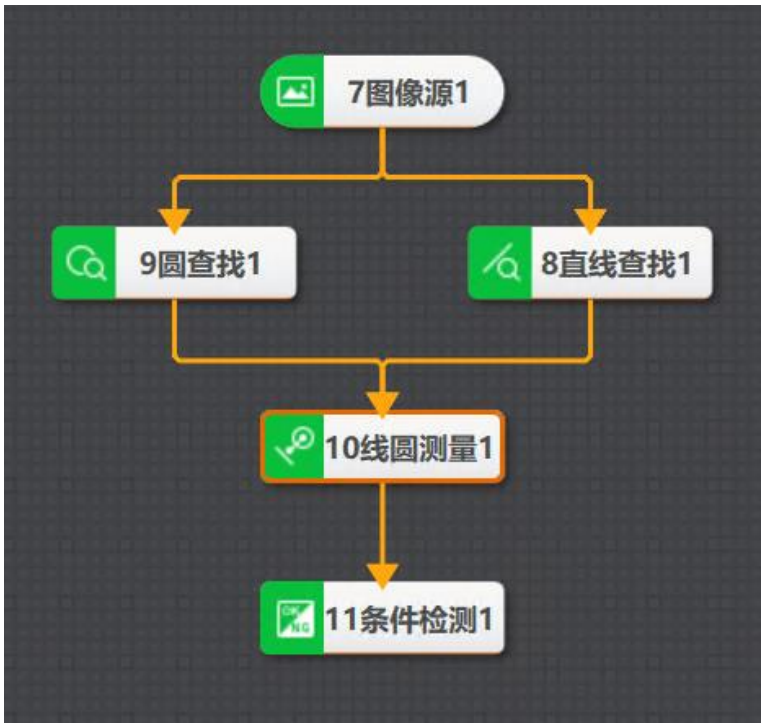


图14-220 线圆测量示例

该示例通过定位图像中工件的圆孔与上边，将圆孔圆心坐标与直线坐标数据给到线圆测量模块，完成工件线圆距离测量，并通过条件检测模块判断距离是否符合要求的应用。

图14-221 线圆测量执行结果

参数配置

输入源

需要订阅前序模块的图像数据，可以是图像源模块输出的图像数据，也可以是图像处理模块处理后的图像数据。

来源选择

- 选择*订阅*，需要前序模块有对应的直线数据和圆数据。此时需设置以下参数：

  输入方式（线输入）

  - 按线：输入源选择直线数据；
  - 按点：自定义或订阅直线的起点、终点；
  - 按坐标：自定义或订阅直线的起点与终点X/Y坐标。

输入方式（圆输入）

- 按圆：输入源选择圆数据；
- 按参数：自定义或订阅圆心的坐标以及半径长度。

图14-222 订阅方式

- 选择*绘制*，需要绘制ROI，并配合运行参数使用。

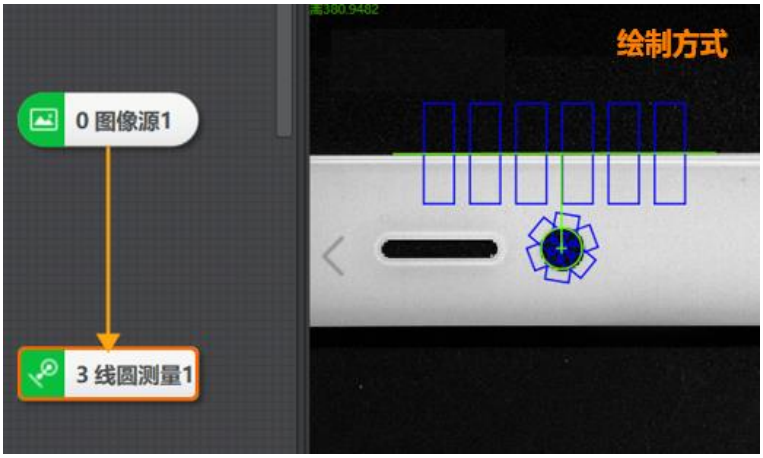


图14-223 绘制方式

说明

绘制方式输入时，卡尺框和待查找图形必须相交。

运行参数如下：

输出角度范围

设置后可执行输出符合该角度范围内的结果，可选-90°-90°或-180°-180°。

说明

角度是指垂点到圆心的向量与x轴正半轴的夹角，如下图所示。下图中，绿色是定位出来的线，黑色是定位出的圆，橙色为垂点到圆心的向量，灰色虚线为x轴正半轴，∠α就是计算的角度。∠α的正负取决于垂点到圆心的向量方向。若向量指向y轴正方向，则为正值；若向量指向y轴负方向，则为负值。

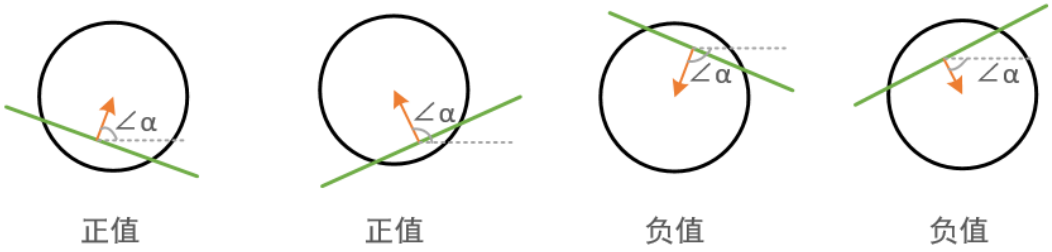


图14-224 线圆角度示意图

选择类型

可选直线1或圆2。

边缘类型

- 最强：只检测扫描范围内梯度最大的边缘点集合并拟合成直线或圆。
- 第一条：满足条件的第一条直线或圆。
- 最后一条：满足条件的最后一条直线或圆。
- 接近中线：查找最接近区域中线且满足条件的直线。

边缘极性

- 从黑到白：从灰度值低的区域过渡到灰度值高的区域的边缘。
- 从白到黑：从灰度值高的区域过渡到灰度值低的区域的边缘 。
- 任意极性：上面两种边缘均被检测。

说明

仅**选择类型**为直线1时，有该选项。

边缘阈值

只有当图像中的边缘灰度差大于所设置的边缘阈值才能被检测出。数值越大，抗噪能力越强，得到的边缘数量越少。

滤波尺寸

描述目标边缘的清晰程度，最小值为1，值越小，表示边缘越清晰且过渡带小。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使得检测结果更加稳定，如果边缘之间距离小于滤波尺寸，会影响边缘位置的精度。

剔除点数

误差过大而被排除不参与拟合的最小点数量。一般情况下，离群点越多，该值应设置越大，可以获得更佳的查找效果。

剔除距离

允许离群点到直线的最大像素距离，超过该距离的点会被排除，值越小，排除点越多。

初始拟合

- 全局：使用查找得到的全局特征点进行直线拟合。
- 局部：按照局部的特征点拟合直线，若局部特征可以更好的体现直线所在位置则采取局部，否则采取全局。

拟合方式

包括最小二乘、huber和tukey三种。三种拟合方式只是权重的计算方式有些差异。随着离群点数量增多以及离群距离增大，可逐次使用最小二乘、huber、tukey。

模块结果

*线圆测量*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

测量直线

测量直线起点

测量直线起点X

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的起点X坐标。

测量直线起点Y

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的起点Y坐标。

测量直线终点

测量直线终点X

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的终点X坐标。

测量直线终点Y

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的终点Y坐标。

测量直线角度

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线相对于水平线方向的旋转角度。顺时针旋转为正，逆时针旋转为负。

测量圆环

圆心点

圆心点X

float型，表示输入或查找到圆的圆心点的X坐标。

圆心点Y

float型，表示输入或查找到圆的圆心点的Y坐标。

圆内径

float型，表示输入或查找到的测量圆内径。默认为0 。

圆半径

float型，表示输入或查找到的圆半径。

圆起始角度

float型，表示输入或查找到的测量圆起始角度。默认为0 。

圆角度范围

float型，表示输入或查找到的测量圆角度范围。默认为360。

交点*（*表示1-2）

交点*X

float型，表示两个目标形状交点的X坐标。

交点*Y

float型，表示两个目标形状交点的Y坐标。

垂足点

垂足点X

float型，表示垂足点的X坐标。

垂足点Y

float型，表示垂足点的Y坐标。

角度

float型，表示最小外接矩形的较长边旋转至水平线方向的角度。顺时针为正，逆时针为负。

距离

float型，表示测量圆的圆心垂直于测量直线的距离。

卡尺检测区*（*代表1-2）

卡尺检测区中心点*

卡尺检测区中心X*

float型，表示用于查找直线或圆的卡尺框矩形中心的X坐标。

卡尺检测区中心Y*

float型，表示用于查找直线或圆的卡尺框 矩形中心的Y坐标。

卡尺检测区宽度*

float型，表示用于查找直线或圆的卡尺框宽度。

卡尺检测区高度*

float型，表示用于查找直线或圆的卡尺框高度 。

卡尺检测区角度*

float型，表示用于查找直线或圆的卡尺框旋转角度 。

14.5.2 圆圆测量

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

圆圆测量模块通过测量两圆圆心连线长度实现两圆距离的测量，多用于工业生产中工件上圆孔与圆孔间的距离的测量，根据测量结果确认工件工艺是否合格等场景。
圆圆测量模块一般与圆查找模块配合使用。圆查找作为前序模块，通过圆查找定位到图像中需要测量的圆并输出对应坐标数据给圆圆测量模块，圆圆测量模块通过订阅接收参数，过被查找圆的两个圆心作连线线段，连线线段长度即为两个圆之间的距离。

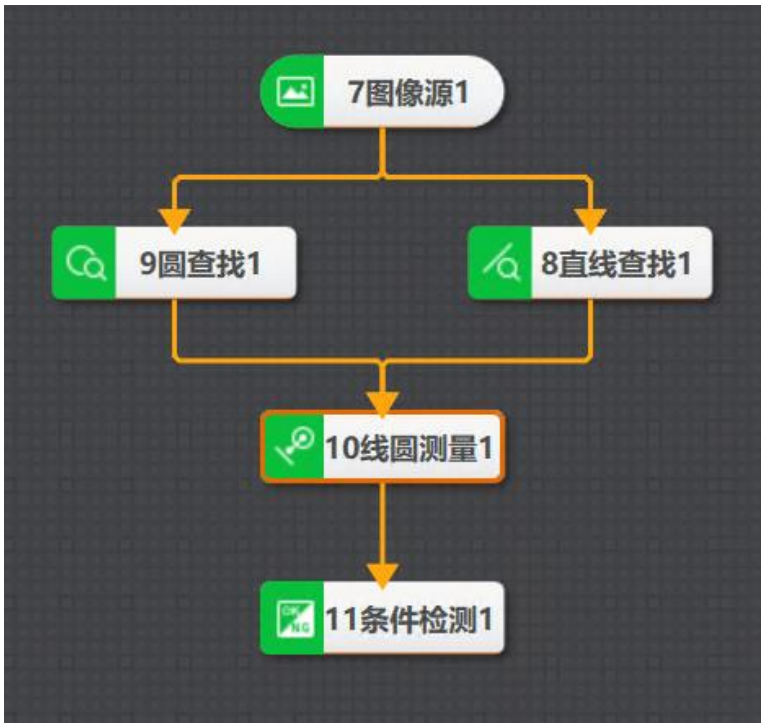


图14-225 圆圆测量示例

该示例通过定位图像中工件的左右两侧的圆孔，将两圆孔圆心坐标坐标数据给到圆圆测量模块，完成工件圆圆距离测量，并通过条件检测模块判断距离是否符合要求的应用。

图14-226 圆圆测量执行结果

参数配置

基本参数如下：

输入源

需要订阅前序模块的图像数据，可以是图像源模块输出的图像数据，也可以是图像处理模块处理后的图像数据。

来源选择

- 选择*订阅*，需要前序模块有对应的圆数据。此时需设置以下参数：

  输入方式（圆输入1/2）

  - 按圆：输入源选择圆数据；
  - 按参数：自定义或订阅圆心的坐标以及半径长度。

图14-227 圆圆测量订阅方式

- 选择*绘制*，需要绘制ROI，并配合运行参数使用。

图14-228 圆圆测量绘制方式

运行参数如下：

输出角度范围

设置后可执行输出符合该角度范围内的结果，可选-90°-90°或-180°-180°。

说明

角度是指两个圆心的连线与水平线的夹角。下图∠α就是计算的角度。默认取输入圆2上左侧的角。∠α的正负取决于圆心连线和水平线的关系。若连线位于水平线下方，则为负值，若在上方，则为正值。左图为负值，右图为正值。

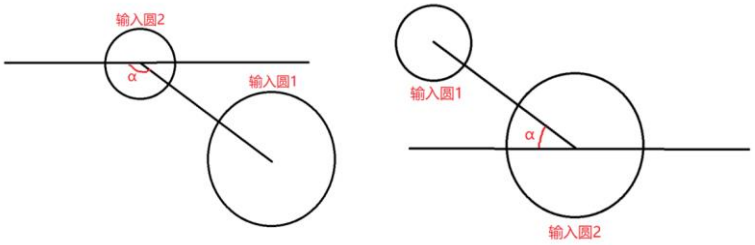


图14-229 圆圆角度示意图

选择圆

可选圆1或圆2。

边缘类型

- 最强：只检测扫描范围内梯度最大的边缘点集合并拟合成圆。
- 第一条：只检测扫描范围内与圆心距离最小的边缘点集合并拟合成圆 。
- 最后一条：只检测扫描范围内与圆心距离最大的边缘点集合并拟合成圆。

边缘极性

- 从黑到白：从灰度值低的区域过渡到灰度值高的区域的边缘。
- 从白到黑：从灰度值高的区域过渡到灰度值低的区域的边缘 。
- 任意极性：上面两种边缘均被检测。

滤波尺寸

描述目标边缘的清晰程度，最小值为1，值越小，表示边缘越清晰且过渡带小。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使得检测结果更加稳定，如果边缘之间距离小于滤波尺寸，会影响边缘位置的精度。

剔除点数

误差过大而被排除不参与拟合的最小点数量。一般情况下，离群点越多，该值应设置越大，可以获得更佳的查找效果。

初定位

开启初定位，圆初定位可以大致判定ROI区域内更接近圆的区域中心作为初始圆中心，便于后续精细圆查找。关闭初定位，则默认ROI中心为初始圆中心。一般情况下，圆查找前序模块为位置修正，建议关闭初定位。

剔除距离

允许离群点到圆心的最大像素距离，超过该距离的点会被排除，值越小，排除点越多。

初始拟合

- 全局：使用查找得到的全局特征点进行圆拟合。
- 局部：按照局部的特征点拟合圆，若局部特征可以更好的体现直线所在位置则采取局部，否则采取全局。

拟合方式

包括最小二乘、huber和tukey三种。三种拟合方式只是权重的计算方式有些差异。随着离群点数量增多以及离群距离增大，可逐次使用最小二乘、huber、tukey。

模块结果

*圆圆测量*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

测量圆环*（*代表1-2）

测量圆心*

圆*圆心X

float型，代表输入或查找到的圆的圆心点的X轴坐标。

圆*圆心Y

float型，代表输入或查找到的圆的圆心点的Y轴坐标。

圆*内径

float型，代表输入或查找到的测量圆内径（默认为0）。

圆*半径

float型，代表输入或查找到的圆半径。

圆*起始角度

float型，代表输入或查找到的测量圆起始角度（默认为0） 。

圆*角度范围

float型，代表输入或查找到的测量圆角度范围（默认为360） 。

交点*（*表示1-2）

交点*X

float型，表示两个目标形状交点的X坐标。

交点*Y

float型，表示两个目标形状交点的Y坐标。

角度

float型，表示最小外接矩形的较长边旋转至水平线方向的角度。顺时针为正，逆时针为负。

距离

float型，表示测量圆的圆心垂直于测量直线的距离。

位置关系

string型，Inside代表内含，Inscribe代表内切，Intersect代表相交，Circumscribe代表外切，Outside代表外离。

卡尺检测区*（*代表1-2）

卡尺检测区中心点*

卡尺检测区中心X*

float型，表示用于查找直线或圆的卡尺框矩形中心的X坐标。

卡尺检测区中心Y*

float型，表示用于查找直线或圆的卡尺框 矩形中心的Y坐标。

卡尺检测区宽度*

float型，表示用于查找直线或圆的卡尺框宽度。

卡尺检测区高度*

float型，表示用于查找直线或圆的卡尺框高度 。

卡尺检测区角度*

float型，表示用于查找直线或圆的卡尺框旋转角度 。

14.5.3 点圆测量

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

点圆测量模块通过测量点到圆心的连线长度实现点到圆距离的测量，点与圆心的距离为中心距离，点和圆心生成的连线与圆相交的两点为最近距离与最远距离。该模块多用于工业生产中工件上点与圆间距的测量，例如测量齿轮每个齿到轮芯圆的距离、柱状钢材内外径测量等等，根据测量结果确认工件工艺是否合格等场景。

点圆测量模块一般与圆查找、顶点检测、匹配等模块配合使用，圆查找、顶点检测、匹配等模块作为前序模块，通过定位到图像中需要测量的圆和点并输出对应坐标数据给点圆测量模块，点圆测量模块通过订阅接收参数，过“被查找圆的圆心”与“点”作连线，连线线段长度即为中心距离。

图14-230 点圆测量示例

该示例通过定位图像中齿轮工件的一个齿的顶点以及轮芯的圆环，将坐标数据输入至点圆测量模块，完成齿轮单齿顶点到圆环长度测量的应用。

图14-231 点圆测量执行结果

参数配置

基本参数如下：

输入源

需要订阅前序模块的图像数据，可以是图像源模块输出的图像数据，也可以是图像处理模块处理后的图像数据。

输入方式（点输入）

- 按点：输入源选择点数据；
- 按坐标：自定义或订阅点的X/Y坐标。

输入方式（圆输入）

- 按圆：输入源选择圆数据；
- 按参数：自定义或订阅圆心的坐标以及半径长度。

运行参数如下：

输出角度范围

设置后可执行输出符合该角度范围内的结果，可选-90°-90°或-180°-180°。

说明

角度是指点和圆心的连线与水平线的夹角。下图∠α就是计算的角度。∠α的正负取决于点和圆心的连线和水平线的关系。若连线位于水平线下方，则为负值，若在上方，则为正值。左图为负值，右图为正值。

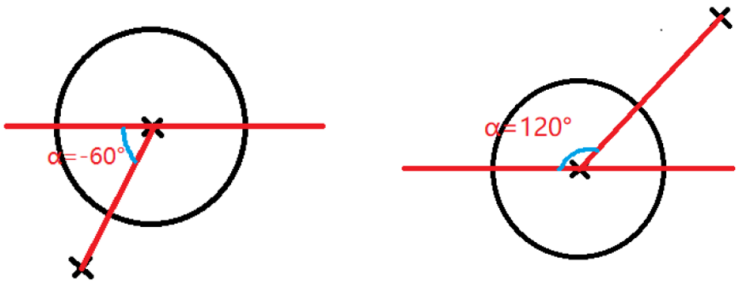


图14-232 点圆角度示意图

模块结果

*点圆测量*模块的模块结果具体如下：

测量点

测量点X

float型，表示选用在直线外一点的方式时，输入点的X坐标。

测量点Y

float型，表示选用在直线外一点的方式时，输入点的Y坐标。

测量圆环

圆心点

圆心点X

float型，表示输入或查找到圆的圆心点的X坐标。

圆心点Y

float型，表示输入或查找到圆的圆心点的Y坐标。

圆内径

float型，表示输入或查找到的测量圆内径。默认为0 。

圆半径

float型，表示输入或查找到的圆半径。

圆起始角度

float型，表示输入或查找到的测量圆起始角度。默认为0 。

圆角度范围

float型，表示输入或查找到的测量圆角度范围。默认为360。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

角度

float型，表示最小外接矩形的较长边旋转至水平线方向的角度。顺时针为正，逆时针为负。

中心距离

float型，代表输入测量点到输入测量圆圆心的距离。

最近距离

float型，表示输入测量点到输入测量圆上最近的距离。

最远距离

float型，表示输入测量点到输入测量圆上最远的距离。

14.5.4 点线测量

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

点线测量模块通过测量点到线的垂线段长度实现点到线距离的测量。该模块多用于工业生产中工件上点与直线间距的测量，例如工件角点到单边的距离测量、工件孔点到某边的距离测量等等，根据测量结果确认工件规格型号以及确认工艺是否合格。

点线测量模块一般与直线查找、顶点检测、匹配、边缘交点等模块配合使用，直线查找、顶点检测、匹配、边缘交点等模块作为前序模块，通过定位到图像中需要测量的点和线并输出对应坐标数据至点线测量模块，点线测量模块通过订阅接收参数，过“被查找点”向“被测量直线”作垂线段，垂线线段长度即为距离长度。

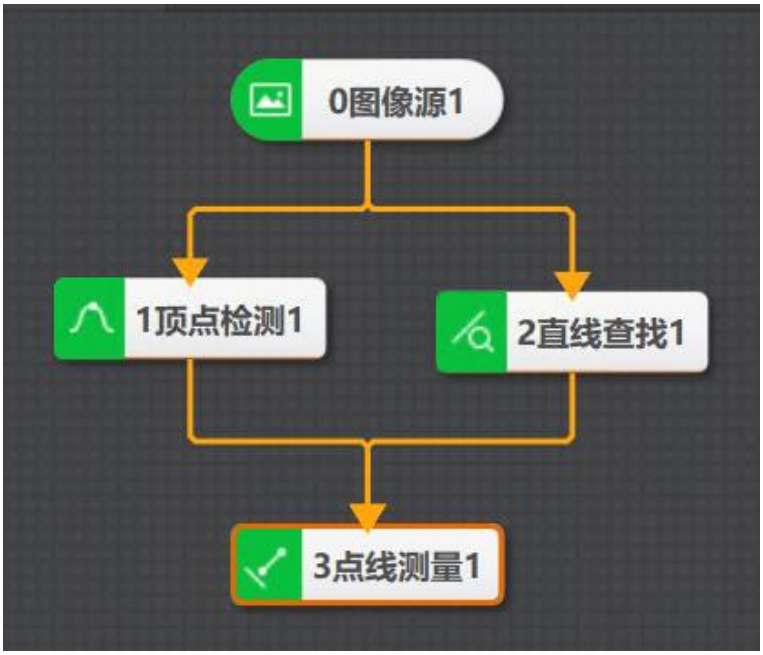


图14-233 点线测量示例

该示例通过定位图像中工件的一个齿的顶点以及对边，将坐标数据输入至点线测量模块，完成工件单齿最长边的长度测量的应用。

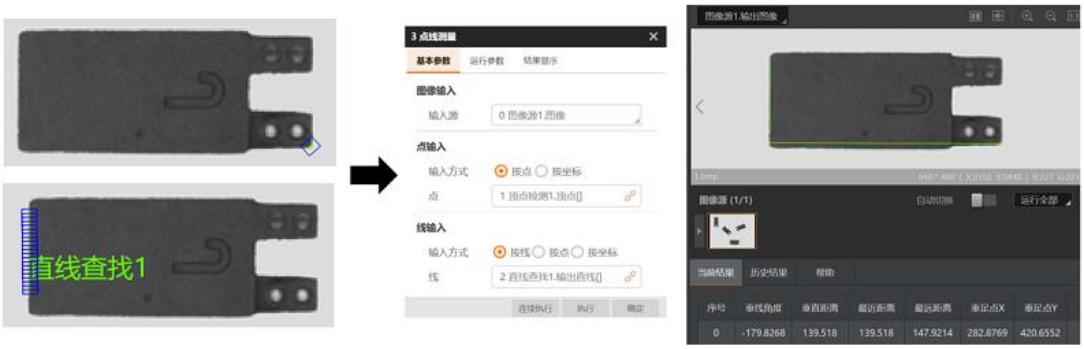


图14-234 点线测量执行结果

参数配置

基本参数如下：

输入源

需要订阅前序模块的图像数据，可以是图像源模块输出的图像数据，也可以是图像处理模块处理后的图像数据。

输入方式（点输入）

- 按点：输入源选择点数据；
- 按坐标：自定义或订阅点的X/Y坐标。

输入方式（线输入）

- 按线：输入源选择线数据；
- 按点：自定义或订阅线的起点和终点X/Y坐标；
- 按坐标：自定义或订阅线的起点和终点X/Y坐标。

输出角度范围

设置后可执行输出符合该角度范围内的结果，可选-90°-90°或-180°-180°。

说明

角度是指点和垂足的连线与水平线的夹角。下图∠α就是计算的角度。∠α的正负取决于连线和水平线的关系。若连线位于水平线下方，则为负值，若在上方，则为正值。左图为负值，右图为正值。

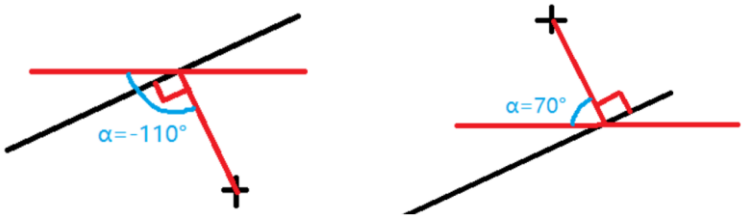


图14-235 点线角度示意图

模块结果

*点线测量*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

测量点

测量点X

float型，表示选用在直线外一点的方式时，输入点的X坐标。

测量点Y

float型，表示选用在直线外一点的方式时，输入点的Y坐标。

测量直线

测量直线起点

测量直线起点X

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的起点X坐标。

测量直线起点Y

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的起点Y坐标。

测量直线终点

测量直线终点X

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的终点X坐标。

测量直线终点Y

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的终点Y坐标。

测量直线角度

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线相对于水平线方向的旋转角度。顺时针旋转为正，逆时针旋转为负。

垂足点

垂足点X

float型，表示垂足点的X坐标。

垂足点Y

float型，表示垂足点的Y坐标。

垂线角度

float型，代表输入测量点垂直于输入测量直线的角。

垂直距离

float型，代表输入测量点到垂足点的距离。

最近距离

float型，表示输入测量点到输入测量圆上最近的距离。

最远距离

float型，表示输入测量点到输入测量圆上最远的距离。

14.5.5 线线测量

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

线线测量模块通过测量直线每个找到的边缘点向对面的线做垂线，计算距离然后求其平均值，平均值即为线线距离。该模块多用于工业生产中工件上两边间距以及夹角的测量，例如测量工件两边距离平均值、判断工件两边夹角是否在合格范围内，根据测量结果确认工件规格型号以及确认工艺是否合格。线线测量模块一般与直线查找、直线查找组合、多直线查找等可以输出线段数据信息的模块配合使用，直线查找、直线查找组合、多直线查找等模块作为前序模块，通过定位到图像中需要测量的线并输出对应坐标数据给线线测量模块，线线测量模块通过订阅接收参数，经过计算输出两线段的绝对距离、交点、夹角等参数。

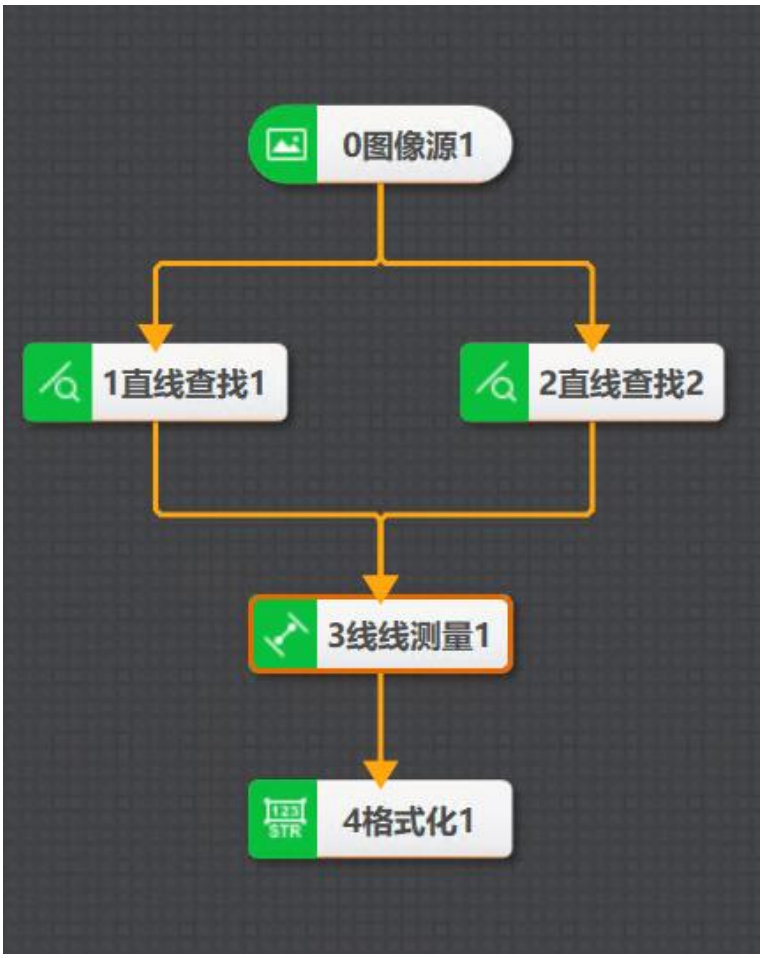


图14-236 线线测量示例

该示例通过定位图像中工件两条斜边，将坐标数据输入至线线测量模块，完成工件两边夹角角度测量的应用。

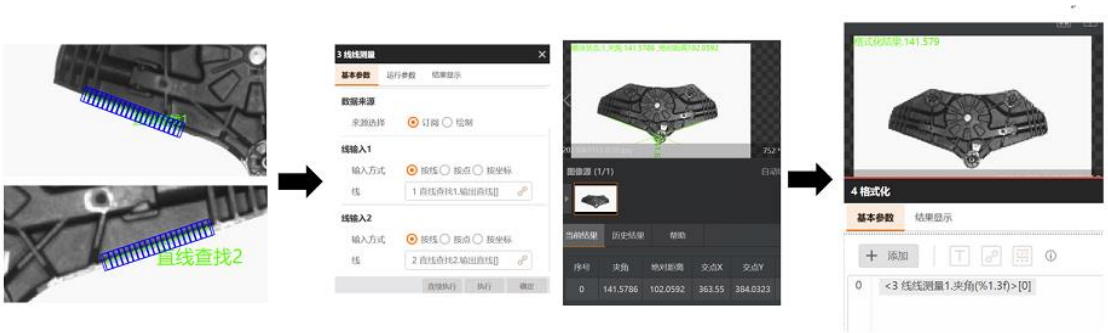


图14-237 线线测量执行结果

参数配置

基本参数如下：

输入源

需要订阅前序模块的图像数据，可以是图像源模块输出的图像数据，也可以是图像处理模块处理后的

图像数据。

来源选择

- 选择*订阅*，需要前序模块有对应的线数据。此时需设置以下参数：

  输入方式（线输入1/2）

  - 按线：输入源选择直线数据；
  - 按点：自定义或订阅直线的起点、终点；
  - 按坐标：自定义或订阅直线的起点与终点X/Y坐标。

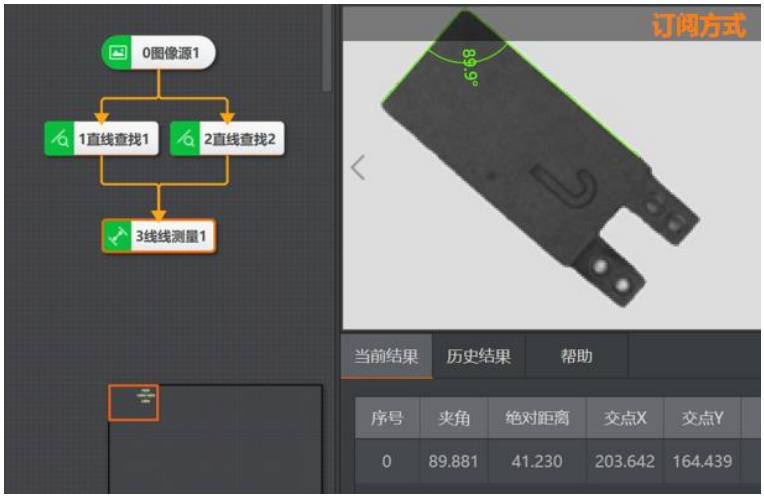


图14-238 线线测量订阅方式

- 选择*绘制*，需要绘制ROI，并配合运行参数使用。

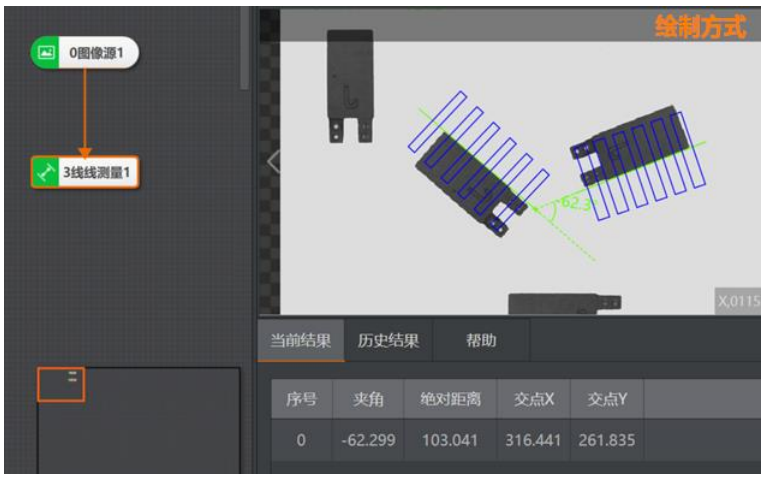


图14-239 线线测量绘制方式

运行参数如下：

选择直线

可选直线1或直线2。

边缘类型

- 最强：只检测扫描范围内梯度最大的边缘点集合并拟合成直线。
- 第一条：满足条件的第一条直线。

- 最后一条：满足条件的最后一条直线。
- 接近中线：查找最接近区域中线且满足条件的直线。

边缘极性

- 从黑到白：从灰度值低的区域过渡到灰度值高的区域的边缘。
- 从白到黑：从灰度值高的区域过渡到灰度值低的区域的边缘 。
- 任意极性：上面两种边缘均被检测。

边缘阈值

只有当图像中的边缘灰度差大于所设置的边缘阈值才能被检测出。数值越大，抗噪能力越强，得到的边缘数量越少。

滤波尺寸

描述目标边缘的清晰程度，最小值为1，值越小，表示边缘越清晰且过渡带小。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使得检测结果更加稳定，如果边缘之间距离小于滤波尺寸，会影响边缘位置的精度。

剔除点数

误差过大而被排除不参与拟合的最小点数量。一般情况下，离群点越多，该值应设置越大，可以获得更佳的查找效果。

剔除距离

允许离群点到直线的最大像素距离，超过该距离的点会被排除，值越小，排除点越多。

初始拟合

- 全局：使用查找得到的全局特征点进行直线拟合。
- 局部：按照局部的特征点拟合直线，若局部特征可以更好的体现直线所在位置则采取局部，否则采取全局。

拟合方式

包括最小二乘、huber和tukey三种。三种拟合方式只是权重的计算方式有些差异。随着离群点数量增多以及离群距离增大，可逐次使用最小二乘、huber、tukey。

输出角度范围

设置后可执行输出符合该角度范围内的结果，可选-90°-90°或-180°-180°。

说明

角度是指直线交点与两条直线终点方向形成的角，如下图∠α。其输出的正负关系为：从直线1到直线2方向，顺时针为正，逆时针为负，如下图，左图为负，右图为正。

图14-240 线线角度示意图

模块结果

*线线测量*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

测量直线*（*表示1-2）

测量直线*起点

测量直线*起点X

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的起点X坐标。

测量直线*起点Y

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的起点Y坐标。

测量直线*终点

测量直线*终点X

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的终点X坐标。

测量直线*终点Y

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的终点Y坐标。

测量直线*角度（*表示1-2）

float型，表示输入的线相对于水平线方向的旋转角度。顺时针旋转为正，逆时针旋转为负。

交点

交点X

float型，表示输入直线1与输入直线2交点的X坐标。

交点Y

float型，表示输入直线1与输入直线2交点的Y坐标。

夹角

float型，表示输入直线1与输入直线2相交的锐角大小。

绝对距离

float型，代表两条直线的起点和终点（共4个点）到对应另一条直线垂直距离的平均值。

角度标识点*（*表示1-5）

角度标识点*X

float型，表示角度标识点的X坐标。

角度标识点*Y

float型，表示角度标识点的Y坐标。

卡尺检测区*（*代表1-2）

卡尺检测区中心点*

卡尺检测区中心X*

float型，表示用于查找直线或圆的卡尺框矩形中心的X坐标。

卡尺检测区中心Y*

float型，表示用于查找直线或圆的卡尺框 矩形中心的Y坐标。

卡尺检测区宽度*

float型，表示用于查找直线或圆的卡尺框宽度。

卡尺检测区高度*

float型，表示用于查找直线或圆的卡尺框高度 。

卡尺检测区角度*

float型，表示用于查找直线或圆的卡尺框旋转角度 。

14.5.6 点点测量

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

点点测量模块通过测量点到点的连线线段长度实现点到点距离的测量，该模块多用于工业生产中工件上点与点、两圆圆心间距、两直线起点/终点等的测量，例如测量圆形/球型工件圆心点的间距，判断工件间距。以及图像内某两点间距测量等等，根据测量结果确认工件位置、间距以及确认工艺是否合格。

点点测量模块一般与圆查找、顶点检测、直线查找、边缘交点等定位模块配合使用。圆查找、顶点检测、直线查找、边缘交点等模块作为前序模块，通过定位到图像中需要测量的点并输出对应坐标数据给点点测量模块，点点测量模块通过订阅接收参数，过被查找点作连线线段，连线线段长度即为距离长度。

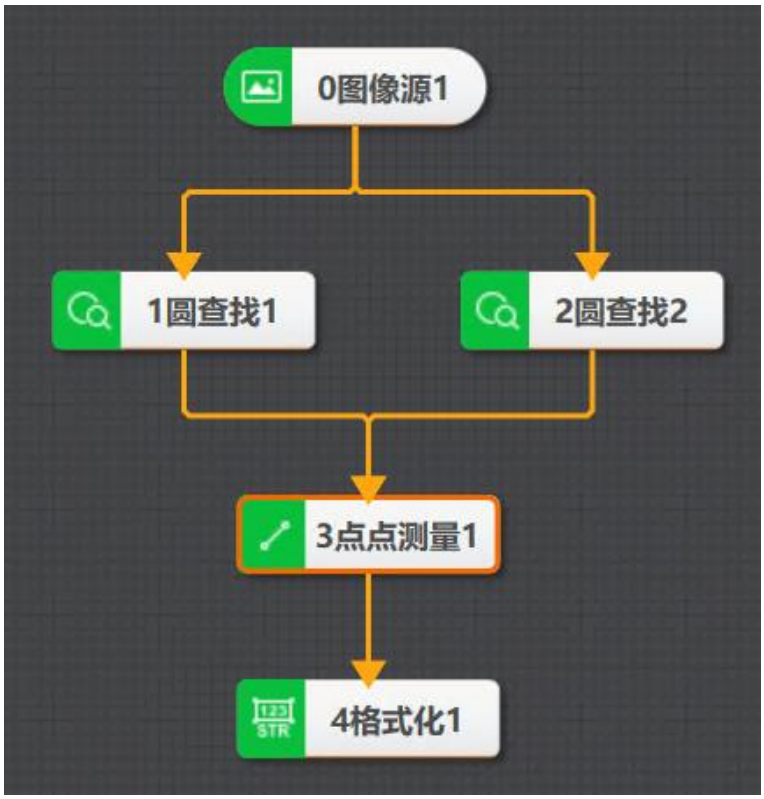


图14-241 点点测量示例

该示例通过定位图像中圆形工件的圆心点，将圆心坐标数据输入至点点测量模块，完成工件距离测量的应用。

图14-242 点点测量执行结果

参数配置

基本参数如下：

输入源

需要订阅前序模块的图像数据，可以是图像源模块输出的图像数据，也可以是图像处理模块处理后的图像数据。

输入方式（起点/终点输入）

- 按点：输入源选择点数据；
- 按坐标：自定义或订阅起点/终点的X/Y坐标。

运行参数如下：

输出角度范围

设置后可执行输出符合该角度范围内的结果，可选-90°-90°或-180°-180°。

说明

角度是指点和点的连线与水平线的夹角。下图中，点1代表起点，点2代表终点，∠α就是计算的角度。∠α的正负取决于两点连线和水平线的关系。若连线位于水平线上方，则为正值；若在下方，则为负值。左图为正值，右图为负值。

图14-243 点点角度示意图

模块结果

*点点测量*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

测量点*（*表示1-2）

测量点*X

float型，表示输入测量点的X坐标。

测量点*Y

float型，表示输入测量点的Y坐标。

中点

中点X

float型，表示直线中点的X坐标。

中点Y

float型，表示直线中点的Y坐标。

角度

float型，表示最小外接矩形的较长边旋转至水平线方向的角度。顺时针为正，逆时针为负。

距离

float型，表示测量圆的圆心垂直于测量直线的距离。

14.5.7 亮度测量

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*

- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

亮度测量模块针对输入灰度图像的指定ROI区域，输出该区域的图像灰度直方图、最小灰度值、最大灰度值、灰度均值、灰度标准差、对比度等信息。
图像灰度**直方图**是对图像中灰度级分布的统计，反映图像中某种灰度出现的频率。灰度直方图是针对数字图像中所有的像素，按照灰度值大小分别统计其出现的频率，即图像中具有某种灰度级的像素个数。直方图的横坐标代表灰度级，纵坐标代表灰度级出现的频率。

图14-244 图像灰度直方图

如上图所示，直方图横坐标的范围是0-255，表示有255个灰度级。图的左侧值较小，对应图像中较暗的区域；图的右侧值较大，对应图像中较亮的区域。纵坐标表示对应灰度值出现的次数。

使用方法

亮度测量模块多用于生产中测量生成的图像灰度值是否满足要求、光源或者环境光对生成图像的影响，以及对图像内各区域间的灰度值进行对比测试等。
亮度测量模块一般与采集模块、图像处理等模块配合使用，采集模块作为前序模块，图像处理作为后续模块，采集模块得到的图像通过亮度测量模块进行图像ROI内所有像素点的灰度均值和灰度标准差测量，得到需要的图像数据，然后给到后续的图像处理等模块进行后续处理。

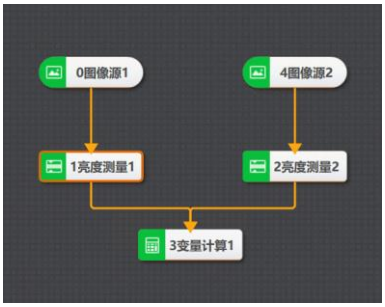


图14-245 亮度测量方案示例

该示例通过测量两张图所有像素点的对比度值，再通过变量计算完成多图像对比度均值测量的应用。

图14-246 亮度测量执行结果

参数配置

基本参数如下：

输入源

需要订阅前序模块的图像数据，可以是图像源模块输出的图像数据，也可以是图像处理模块处理后的图像数据。

输出掩膜

可设置是否输出掩膜图像。

ROI区域类型

- 选择*图形类型*，需设置以下参数：

  ROI创建

  - *绘制*：自定义选择绘制全图、圆形、扇形、矩形及多边形ROI区域。

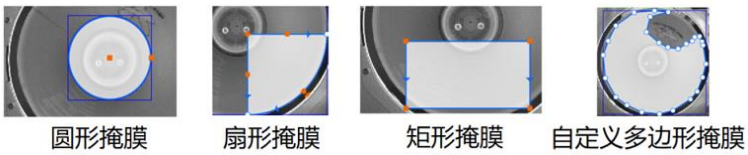


图14-247 ROI创建形状

  - *继承*：**按矩形/圆形区域**需要订阅前序模块的输出区域，**按矩形/圆形参数**需要自定义或订阅相关参数。
- 选择*图像类型*，需订阅指定图像作为掩膜图像。

模块结果

*亮度测量*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

最小值

int型，表示检测区域图像灰度值的最小值。

最大值

int型，表示检测区域图像灰度值的最大值。

均值

float型，表示检测区域图像灰度值的平均值。

标准差

float型，表示检测区域图像灰度值的标准差。

直方图

int型，表示256定长数组，检测区域内每一个灰度值所存在的像素点数。

对比度

float型。使用自动二值化将区域分为较亮和较暗的两个部分，分别计 算其灰度均值。两个灰度均值差即为对比度 。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

14.5.8 间距检测

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

间距测量模块用于检测两特征边缘之间的间距，首先查找满足条件的边缘，然后进行距离测量。该模块多用于生产中测量工件宽度、确认工件规格是否满足要求，以及测量两个工件的间距等。
间距检测模块一般与采集模块、匹配定位等模块配合使用，在产线上工件位置不固定，采集模块作为前序模块，采集得到的图像通过定位模块的模型定位到工件具体位置以及位置修正信息，再使用间距检测模块对工件需要测量的位置进行检测。间距检测模块可以订阅位置修正信息进行位置修正，以达到检测不同位置工件的目的。

图14-248 间距检测示例

该示例通过对工件进行定位，提供位置修正信息给到间距检测模块，实现对不同位置工件宽度进行检测的应用。

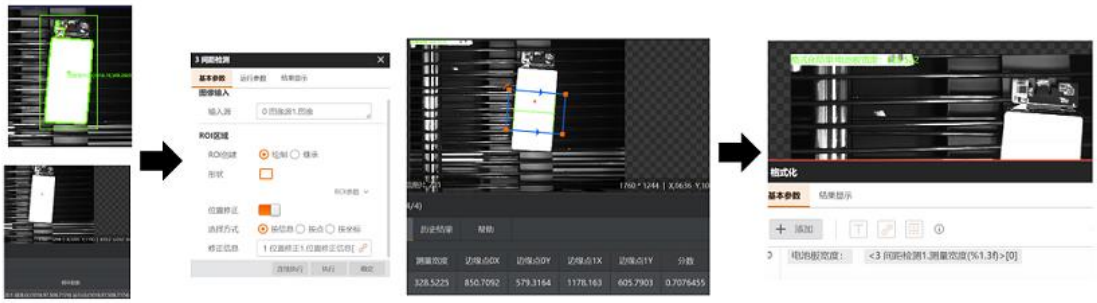


图14-249 间距检测执行结果

参数配置

基本参数如下：

输入源

需要订阅前序模块的图像数据，可以是图像源模块输出的图像数据，也可以是图像处理模块处理后的图像数据。

ROI创建

- **绘制**：自定义选择绘制ROI区域。
- **继承**：**按区域**需订阅前序模块的矩形输出区域，**按参数**需自定义或订阅ROI中心点X/Y坐标和宽高度。

运行参数如下：

滤波尺寸

描述目标边缘的清晰程度，最小值为1，值越小，表示边缘越清晰且过渡带小。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使得检测结果更加稳定，如果边缘之间距离小于滤波尺寸，会影响边缘位置的精度。

边缘阈值

只有当图像中的边缘灰度差大于所设置的边缘阈值才能被检测出。数值越大，抗噪能力越强，得到的边缘数量越少。

边缘0/1极性

- 从黑到白：从灰度值低的区域过渡到灰度值高的区域的边缘。
- 从白到黑：从灰度值高的区域过渡到灰度值低的区域的边缘 。
- 任意极性：上面两种边缘均被检测。

最大结果数

最大的查找的数量。

排序方式

可根据需求按照分数或方向排序。

边缘对类型

- 最宽：表示检测范围内间距最大的边缘对。
- 最窄：表示检测范围内间距最小的边缘对。
- 最强：表示检测范围内边缘对平均梯度最大的边缘对。
- 最弱：表示检测范围内梯度最小的边缘对。
- 第一对：表示检测范围内边缘对中心与搜索起始点最近的边缘对。
- 最后一对：表示检测范围内边缘对中心与搜索起始点最远的边缘对。
- 最接近：表示检测扫描范围内和理想宽度最接近的边缘对集合。
- 最不接近：表示检测扫描范围内和理想宽度最不接近的边缘对集合。
- 全部：表示检测扫描范围内所有边缘对。

最小边缘分数

查找到边缘的最小得分，得分低于最小分数的边缘会被过滤。

模块结果

*间距检测*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

边缘状态

int型，表示图像上某个点是否位于边缘。1表示位于边缘，0表示不在边缘。

边缘个数

int型，表示查找到的边缘个数。

测量宽度

float型，表示检测到间距的宽度。

分数

float型，表示匹配到图像的得分，1表示与模板图像完全相同。

边缘*极性（*表示0-1）

int型，表示边缘的灰度变化。1表示从黑到白，2表示从白到黑，3表 示任意极性。

边缘*位置（*表示0-1）

float型，表示边缘点所在的位置。

边缘点*（*代表0-1）

边缘点*X

float型，表示检测到的第（*+1）个边缘点的X 坐标。

边缘点*Y

float型，表示检测到的第（*+1）个边缘点的Y 坐标。

直线*起点（*代表0-1）

直线*起点X

float型，表示边缘直线*起点的X坐标。

直线*起点Y

float型，表示边缘直线*起点的Y坐标。

直线*终点（*代表0-1）

直线*终点X

float型，表示边缘直线*终点的X坐标。

直线*终点Y

float型，表示边缘直线*终点的Y坐标。

直线*角度（*表示0-1）

float型，表示边缘直线相对于水平线方向的旋转角度。顺时针旋转，则为正；逆时针旋转，则为负。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.5.9 像素统计

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

像素统计模块用于统计灰度图像中指定ROI区域内满足灰度阈值范围的像素数量，并给出该部分像素数量占ROI内所有像素数量的比率。图像阈值是指图像中像素灰度值的临界值，图像阈值是图像分割的基础，基于此可完成图像的二值化。
例如：ROI区域为2×2像素格，共计4个像素点，灰度值分别为130、140、150、160。算法参数阈值范围是[10,150]，则像素数量为3、比率为0.75。

使用方法

像素统计模块可用于检测图像阈值是否满足项目需求的评估应用。
像素统计模块一般与采集模块、图像处理、逻辑模块等模块配合使用，采集模块作为前序模块，图像处理作为后续模块，采集模块得到的图像通过像素统计模块对ROI设定区域内满足高低阈值灰度设置的像素点个数进行统计，再将数据给到后续的逻辑模块进行判断或者图像处理模块进行处理。

图14-250 像素统计示例

该示例通过将ROI指定区域设为覆盖工件，统计图像ROI设定区域内满足阈值范围的像素数量以及比率，再通过条件检测完成判断比率是否满足需求的应用。

图14-251 像素统计执行结果

参数配置

输入源

需要订阅前序模块的图像数据，可以是图像源模块输出的图像数据，也可以是图像处理模块处理后的图像数据。

输出掩膜

可设置是否输出掩膜图像。

ROI区域类型

- 选择*图形类型*，需设置以下参数：

  ROI创建

  - *绘制*：自定义选择绘制全图、圆形、扇形、矩形ROI区域。
  - *继承*：**按矩形/圆形区域**需要订阅前序模块的输出区域，**按矩形/圆形参数**需要自定义或订阅相关参数。
- 选择*图像类型*，需订阅指定图像作为掩膜图像。

阈值范围

需统计区域中的像素灰度值范围，可设置多个阈值范围。

模块结果

*像素统计*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

像素数量

int型，表示检测区域在指定阈值范围内的像素点数。

比率

float型，代表检测区域内在指定阈值范围内的像素点数与总的像素点数 的比值 。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

14.5.10 直方图工具

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

直方图工具针对输入灰度图像的指定ROI区域，输出该区域的图像灰度直方图、图像累计直方图、像素个数、最小灰度值、最大灰度值、灰度中值、灰度众数（出现次数最多的灰度）、灰度均值、灰度标准差、对比度等信息。

- 图像灰度**直方图**是对图像中灰度级分布的统计，反映图像中某种灰度出现的频率。灰度直方图是针对数字图像中所有的像素，按照灰度值大小分别统计其出现的频率，即图像中具有某种灰度级的像素个数。直方图的横坐标代表灰度级，纵坐标代表灰度级出现的频率。
- **累积直方图**表示灰度直方图的灰度频数的累计统计，每一个横坐标灰度值代表小于等于此灰度值的频数之和。

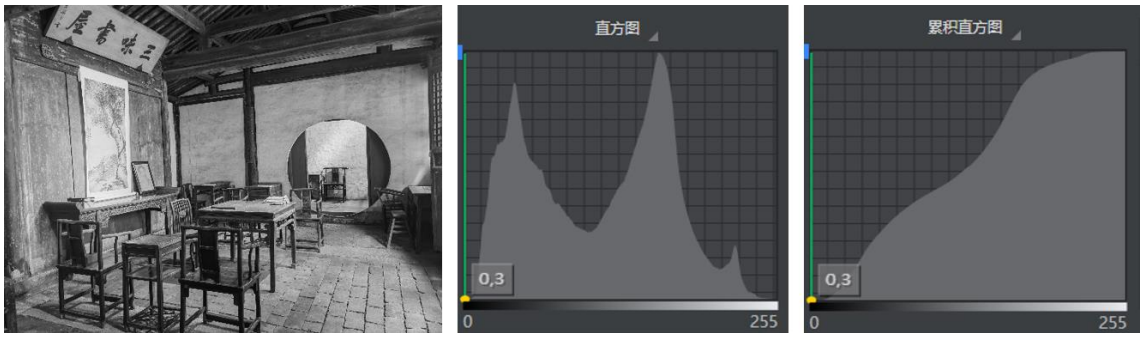


图14-252 直方图与累积直方图

如上图所示，直方图横坐标的范围是0-255，表示有255个灰度级。图的左侧值较小，对应图像中较暗的区域；图的右侧值较大，对应图像中较亮的区域。纵坐标表示对应灰度值出现的次数。

使用方法

直方图工具模块主要用于对图像进行检测处理的相关应用。
直方图工具一般与采集模块、图像处理、逻辑模块等模块配合使用，采集模块作为前序模块，图像处理作为后续模块，采集模块得到的图像通过直方图工具模块对ROI设定区域内的图像进行检测，再将数据给到后续的逻辑模块进行判断或者图像处理模块进行处理。

图14-253 直方图示例

该示例中先使用直方图工具统计图像ROI设定区域内的像素个数、灰度值、对比度等参数，通过条件检测模块判断图像对比度是否满足设定范围，若不满足，则按对比度最大值进行图像增强应用。

图14-254 直方图工具执行结果

参数配置

输入源

需要订阅前序模块的图像数据，可以是图像源模块输出的图像数据，也可以是图像处理模块处理后的图像数据。

输出掩膜

可设置是否输出掩膜图像。

ROI区域类型

- 选择*图形类型*，需设置以下参数：

  #### ROI创建

  - *绘制*：自定义选择绘制全图、圆形、扇形、矩形及多边形ROI区域。

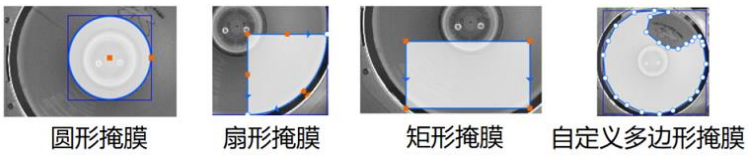


图14-255 ROI创建形状

- *继承*：**按矩形/圆形区域**需要订阅前序模块的输出区域，**按矩形/圆形参数**需要自定义或订阅相关参数。
- 选择*图像类型*，需订阅指定图像作为掩膜图像。

模块结果

*直方图工具*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

像素数量

int型，表示检测区域在指定阈值范围内的像素点数。

最小值

int型，表示检测区域图像灰度值的最小值。

最大值

int型，表示检测区域图像灰度值的最大值。

中值

int型，代表检测区域内像素灰度值的中值。

峰值

int型，代表检测区域内出现次数最多的像素值。

均值

float型，表示检测区域图像灰度值的平均值。

标准差

float型，表示检测区域图像灰度值的标准差。

对比度

float型。使用自动二值化将区域分为较亮和较暗的两个部分，分别计 算其灰度均值。两个灰度均值差即为对比度 。

直方图

int型，表示256定长数组，检测区域内每一个灰度值所存在的像素点数。

累积直方图

int型，代表256定长数组，检测区域内从0开始递增累计的像素点数。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

14.6 3D测量

3D测量部分包含对深度图、轮廓图等的测量算子模块，为您提供在3D测量领域全面的工具集，以应对不同行业和应用场景下的三维测量需求。

14.6.1 像素统计-深度图

*像素统计-深度图*模块可统计ROI设定区域内满足高低阈值深度设置的像素点个数和比率。
本节包含如下内容：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

下图展示了应用该模块统计ROI设定区域内满足高低阈值深度设置的像素点个数和比率。

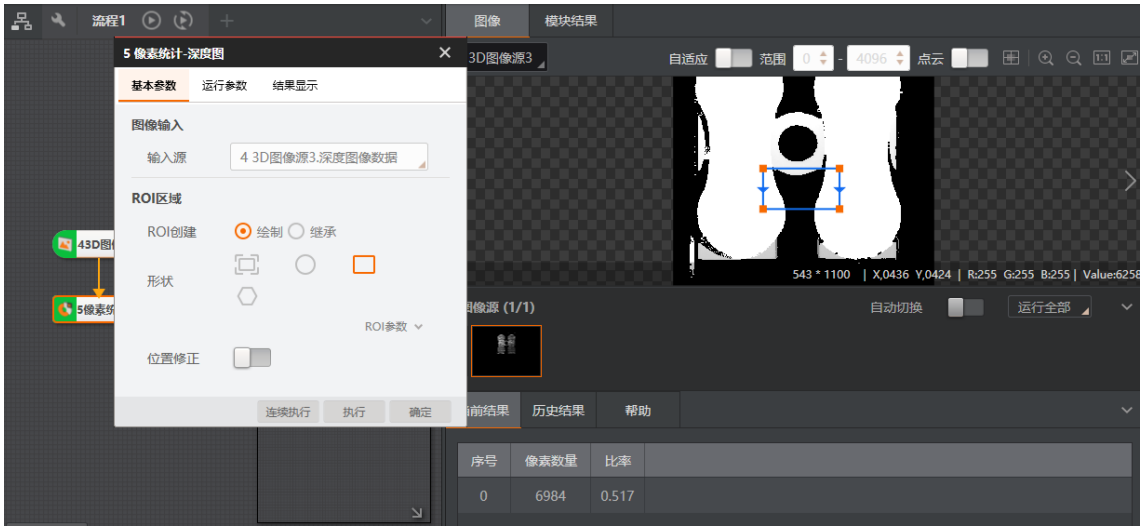


图14-256 像素统计-深度图示例

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示详情，请参见*结果显示*。

深度值范围

设置像素深度值范围，仅统计深度值在此范围内的对应像素点。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

像素数量

int型，表示检测区域在指定阈值范围内的像素点数。

比率

float型，高低阈值范围内像素点占全部像素点的比例。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.6.2 统计测量-深度图

统计测量-深度图为特征点采样工具，通过算法将ROI区域内的全部有效点位坐标信息作为统计数据样本，并给出区域内的质心点、极值点、分位值点等关键有效信息，便于后续根据不同侧重点有针对性的搭建测量方案。

本节包含如下内容：

- *参数配置*
- *模块结果*

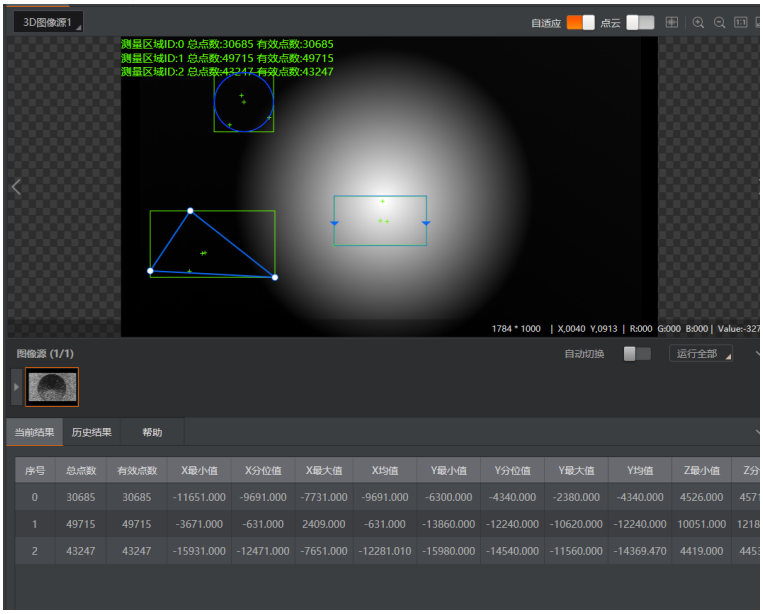


图14-257 统计测量-深度图模块示例

参数配置

该模块的基本参数处可创建多个ROI区域，运行参数说明如下：

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示详情，请参见*结果显示*。

运行参数

最小/最大值截断比

设置截断比去除ROI区域内的最小/最大值，只对剩余高度区间的深度图进行统计测量。

平滑点数

假设此参数的值为n，则算子对统计区域内最大/最小的n个点做平均运算输出。

分位值

假设此参数的值为n，则在数据大小排列后，算子取中间百分之n刻度的点输出。

拟合方式

可选不拟合/平面拟合/二次曲面拟合。

最大迭代数

进行拟合时的算法迭代次数，该参数仅在拟合方式选择平面拟合/二次曲面拟合时生效。

点残差阈值

拟合出曲线后，计算点到曲线的距离，如果距离大于该数值，则被判定为杂点。该参数仅在拟合方式选择平面拟合/二次曲面拟合时生效。

模块运行可输出总点数和有效点数，即测量区域内所有点的数量和有效点的数量。其他输出结果如下：

X最小值	X分位值	X最大值	Y最小值	Y分位值	Y最大值
-10620.000	-8100.000	-5560.000	-31160.000	-28620.000	-26080.000

点云质心点	Z最小值点	Z分位值点
(-8090, -28620, 29553.7)	(-10620, -30480, 29404)	(-8067.85, -28692, 29555)

Z分位值点	Z最大值点	总点数	有效点数
(-8067.85, -28692, 29555)	(-9980, -30560, 29728)	64770	64770

图14-258 其他模块结果

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

测量区域数量

int型，表示ROI的数量。

总点数

int型，表示每个ROI内的点数量，如“10;15”，则表示第一个ROI中包含10个点，第二个ROI中包含15个点。

有效点数

int型，表示每个ROI内的有效点数量，如“10;15”，则表示第一个ROI中包含10个有效点，第二个ROI中包含15个有效点。

X最小值

float型，表示每个ROI中点数的X坐标的最小值，单位um。

X分位值

float型，表示每个ROI中点数的X坐标的目标分位值，单位um。

X最大值

float型，表示每个ROI中点数的X坐标的最大值，单位um。

X均值

float型，表示每个ROI中点数的X坐标的平均值，单位um。

Y最小值

float型，表示每个ROI中点数的Y坐标的最小值，单位um。

Y分位值

float型，表示每个ROI中点数的Y坐标的目标分位值，单位um。

Y最大值

float型，表示每个ROI中点数的Y坐标的最大值，单位um。

Y均值

float型，表示每个ROI中点数的Y坐标的平均值，单位um。

Z最小值

float型，表示每个ROI中点数的Z坐标的最小值，单位um。

Z分位值

float型，表示每个ROI中点数的Z坐标的目标分位值，单位um。

Z最大值

float型，表示每个ROI中点数的Z坐标的最大值，单位um。

Z均值

float型，表示每个ROI中点数的Z坐标的平均值，单位um。

点云质心点坐标

质心x坐标

float型，代表质心点的x坐标。

质心y坐标

float型，代表质心点的y坐标。

质心z坐标

float型，代表质心点的z坐标。

Z最小值点坐标

Z最小值点X坐标

float型，代表Z最小值处点的X坐标均值，单位um。

Z最小值点Y坐标

float型，代表Z最小值处点的Y坐标均值，单位um。

Z最小值点Z坐标

float型，代表Z最小值处点的Z坐标均值，单位um。

Z分位值点坐标

Z分位值点X坐标

float型，代表Z分位值处点的X坐标均值，单位um。

Z分位值点Y坐标

float型，代表Z分位值处点的Y坐标均值，单位um。

Z分位值点Z坐标

float型，代表Z分位值处点的Z坐标均值，单位um。

Z最大值点坐标

Z最大值点X坐标

float型，代表Z最大值处点的X坐标均值，单位um。

Z最大值点Y坐标

float型，代表Z最大值处点的Y坐标均值，单位um。

Z最大值点Z坐标

float型，代表Z最大值处点的Z坐标均值，单位um。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.6.3 点面统计-深度图

点面统计-深度图模块可统计测量区域内所有点到平面距离的相关数据。
本节包含如下内容：

- *参数配置*
- *模块结果*

点面统计-深度图模块可统计最大值、最小值、分位值、平均值以及对应的特征点，如下图所示。

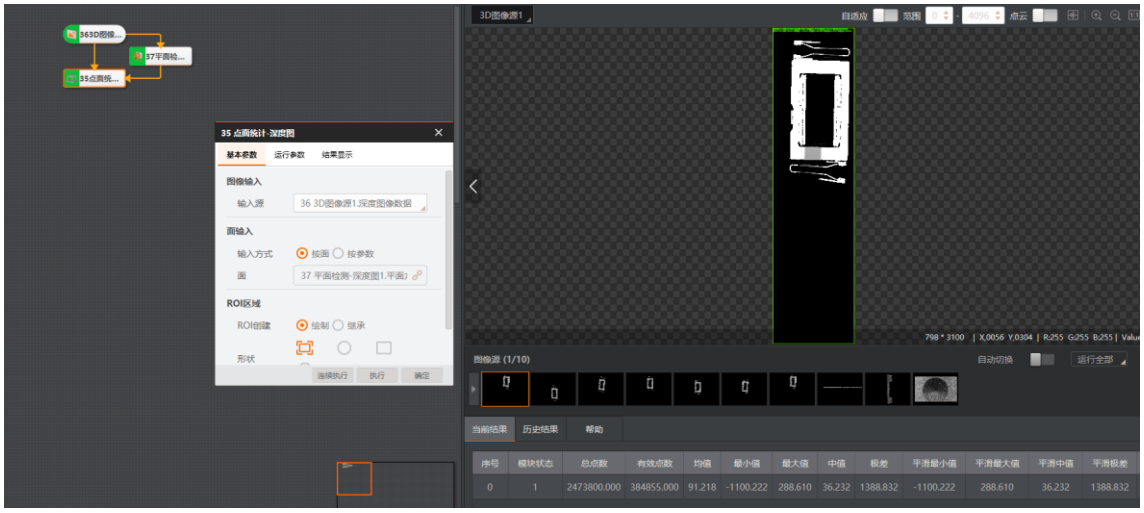


图14-259 使用方法

运行参数处可设置以下参数。

参数配置

基本参数处需进行以下配置。

参数配置

图像输入

输入对应的深度图数据。

面输入

订阅面的输入源，有按面和按参数2种输入方式。

按面

订阅1个平面。

按参数

订阅4个平面方程的系数。

ROI区域

设置方法请参考*平面检测-深度图*。

运行参数及输出结果

最小/最大值截断比

通过设置截断比去除ROI区域内的最小/最大值，只对剩余区域进行统计。

平滑点数

假设此参数的值为n，则统计区域内最大/最小的n个点做平均运算输出。

分位值

假设此参数的值为n，则在数据大小排列后取中间百分之n刻度的点输出。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

有效点数

int型，表示每个ROI内的有效点数量，如“10;15”，则表示第一个ROI中包含10个有效点，第二个ROI中包含15个有效点。

总点数

int型，表示每个ROI内的点数量，如“10;15”，则表示第一个ROI中包含10个点，第二个ROI中包含15个点。

均值

float型，表示ROI内点的深度平均值。

最小值

float型，表示ROI内点的深度最小值。

最大值

float型，表示ROI内点的深度最大值。

中值

float型，表示ROI内点的深度中值。

极差

float型，表示ROI内点的深度值极差。

平滑最小值

float型，表示用作平均运算输出的点的深度最小值。

平滑最大值

float型，表示用作平均运算输出的点的深度最大值。

平滑中值

float型，表示用作平均运算输出的点的深度中值。

平滑极差

float型，表示用作平均运算输出的点的深度值极差。

负向最大值点

X

float型，表示负方向下X坐标的最大值。

Y

float型，表示负方向下Y坐标的最大值。

正向最大值点

X

float型，表示正方向下X坐标的最大值。

Y

float型，表示正方向下Y坐标的最大值。

分位值点

X

float型，表示分位值点的X坐标值。

Y

float型，表示分位值点的Y坐标值。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.6.4 索引-深度图

索引-深度图模块可通过深度图像素或物理2D坐标获取其对应的3D坐标。
本节包含如下内容：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

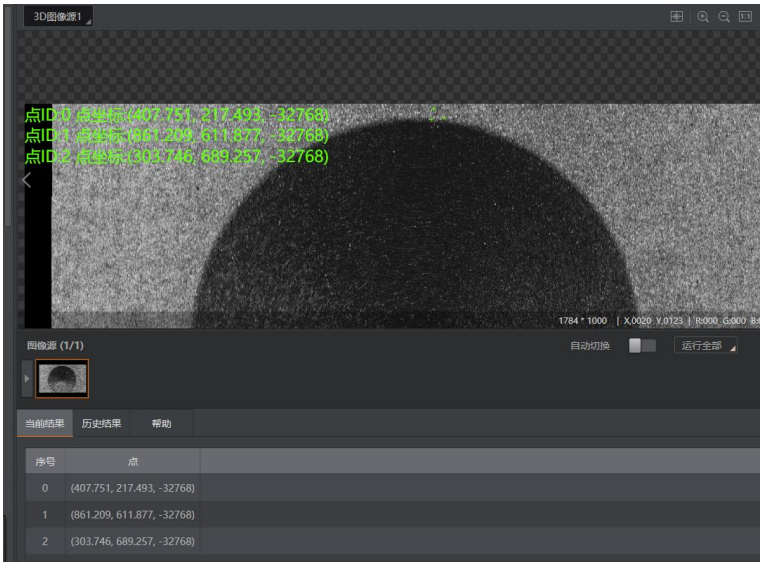


图14-260 模块示例

使用方法

方案示例如下图所示。

图14-261 方案示例

参数配置

基本参数说明如下：

基本参数

图像输入

需输入深度图像数据。

2D点输入

可选择按点或按坐标的方式输入。 仅支持订阅前置模块的点集。

点类型

可选择索引点的类型为像素或者物理类型。

按点

直接输入需要索引的点数据。

按坐标

输入需要索引的点的X和Y坐标。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

总点数

int型，代表深度图中点的总量。

有效点数

int型，代表深度图中有效点的点数量。

物理点坐标

物理点X坐标

float型，代表物理点的X坐标值。

物理点Y坐标

float型，代表物理点的Y坐标值。

物理点Z坐标

float型，代表物理点的Z坐标值。

像素点坐标

像素点X坐标

float型，代表像素点的X坐标值。

像素点Y坐标

float型，代表像素点的Y坐标值。

像素点Z坐标

float型，代表像素点的Z坐标值。

14.6.5 体积测量-深度图

体积测量-深度图模块可测量深度图ROI框选区域内根据基准深度值面确定的体积数据。
本节包含如下内容：

- *参数配置*
- *模块结果*

如下图所示，绿色框为ROI区域，蓝色框为基准深度值平面，红色区域即为被测体积。输出体积值单位为立方毫米。

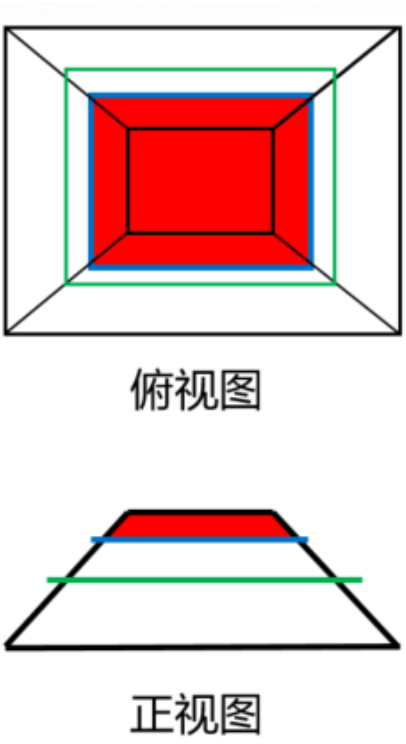


图14-262 示例

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示详情，请参见*结果显示*。

基准深度值

可订阅或输入被测立体空间的Z值。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

体积（立方毫米）

float型，代表测量的深度图的体积。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.6.6 配准定位-深度图

配准定位-深度图模块可对模型点集建模，将场景点集与模型进行配准，输出矫正后的场景点集。
本节包含如下内容：

- *参数配置*
- *特征模板*
- *模块结果*

参数配置

双击配准定位模块可进行参数配置，包括基本参数、特征模板和运行参数模块。

基本参数

图像输入

可选择深度图像输入源。

3D点输入

可订阅3D点集。

运行参数

最大迭代数

点云匹配的算法迭代次数。

点对距离阈值

点云匹配时，若点对距离超出该阈值，视为杂点。

RANSAC使能

开启后可进行RANSAC随机优化（滤除外点后，用内点集进行配准定位）。

迭代次数

RANSAC的最大迭代次数。

内点残差阈值

RANSAC的内点残差阈值，只有残差低于该值的，才会视为内点。

特征模板

特征模板可以对图像特征进行提取，初次使用时需要创建并编辑模板。选中需要编辑的模板区域，配置好参数后单击*确定*即可，如下图所示。

图14-263 新建特征模板

图14-264 模板配置

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

点数

int型，代表点集长度。

3D点集

点集X分量

float型，各个点数据的X坐标。

点集Y分量

float型，各个点数据的Y坐标。

点集Z分量

float型，各个点数据的Z坐标。

点残差分量

点残差X分量

float型，代表点残差的X分量值。

点残差Y分量

float型，代表点残差的Y分量值。

点残差Z分量

float型，代表点残差的Z分量值。

点残差

float型，代表场景点和模型点的配准误差。

点序号

int型，代表输出点集的编号。

3D变换矩阵信息

string型，为矩阵信息格式化为字符串类型后输出。

3D变换矩阵

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**矩阵*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

矩阵*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

14.6.7 阵列排序

通过**阵列排序**模块，可对圆环、矩形和菱形ROI阵列进行自动排序，适用于有序化测量和工艺分析。
本节包含如下内容：

- *模块原理*

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

阵列排序模块可对存在阵列排布结构的工件（如采用PGA封装方式的CPU）进行ROI排序，使原无序的ROI有序。ROI有序化处理的目的是判定某个固定位置ROI内是否存在缺陷。
该模块的图像处理过程主要包括如下3个环节：
订阅来自*BLOB分析*的ROI数据。筛选图像画面中的ROI作为目标阵列中的ROI，具体原理见下文的**外点筛选原理**。将筛选出的ROI进行排序，具体排序原理见下文的**排序原理**。

- 外点筛选原理
  “外点”指与点集或图像中相临的点存在显著特征差异（如大小和空间位置）的点。在阵列排序中，“外点”即图像中显著偏离阵列直线或环形方向的ROI。
  理想状态下，阵列的各个点均规整地位于阵列排布的直线或环上。但在实际应用中一般存在偏离。因此，需要将理想直线或环周边特定范围内的ROI（即“外点”）筛选出来，作为阵列中的有效ROI。
  外点筛选方式包括距离筛选和面积筛选（可在下文提及的*参数配置*中配置），不同的筛选方式可得到不同的筛选结果。

距离筛选：通过ROI中心到阵列直线方向的距离进行筛选，选择筛选范围（见下图）内距离直线最近的ROI作为有效ROI。**面积筛选**：在筛选范围（见下图）内选择面积最大的ROI作为有效ROI。

说明

筛选范围可通过下文*参数配置*中的**方向间隔X**和**方向间隔Y**定义。

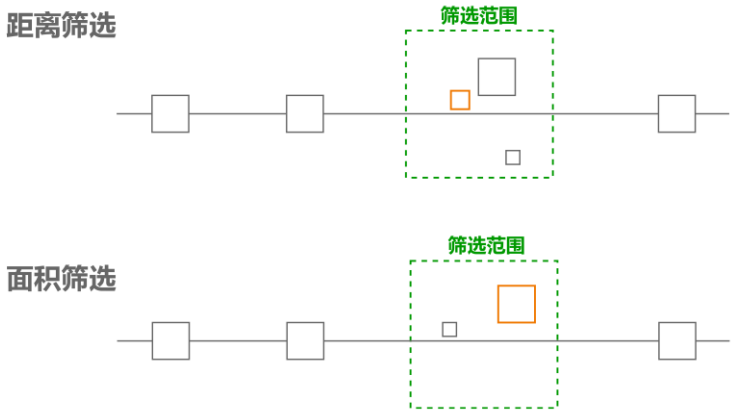


图14-265 筛选原理

- 排序原理
  筛选出有效ROI后，该算子模块将对ROI进行排序。不同阵列类型的排序规则，存在差异。

矩形阵列通过下文*参数配置*中的**原点**和**方向点**定义排序主方向。将原阵列的坐标系进行旋转平移变换，使下图所示的排序主方向为x轴。按x坐标对x轴方向上的第1列ROI进行升序排序。沿y轴方向，逐列对列上的ROI继续升序排序，直至排序完成。环形阵列
通过下文*参数配置*中的**原点**和**方向点**定义排序主方向。将原阵列的坐标系进行旋转平移变换，使下图所示的半径方向（主方向）为x轴。从半径最小的环开始升序排序，逐环向外排序，直至排序完成。各个环上的ROI按顺时针方向升序排序，各个环的排序起点为主方向上的ROI。

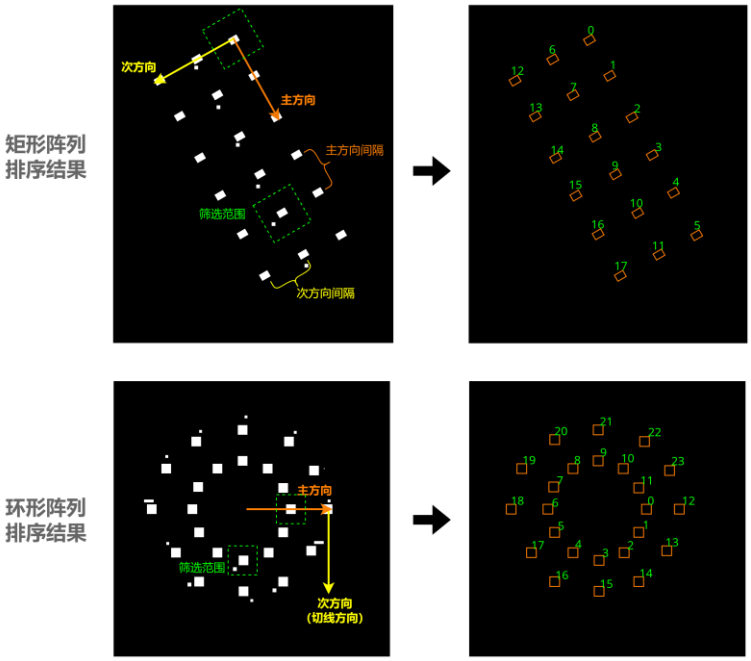


图14-266 排序原理

使用方法

阵列排序模块一般在流程中作为**配准定位-深度图**模块的前序模块，为**配准定位-深度图**模块提供插针排序模型。

阵列排序模块在流程与其他算子模块的联动顺序如下：

1. 将来自*3D图像源*的3D图像数据，依次经*高度抽取-深度图*和*二值化-深度图*模块处理，将3D图像二值化。
2. 通过*BLOB分析*模块从二值化图像中分析获取ROI数据。

> 说明
> 当前仅支持对ROX类型的ROI进行阵列排序。

3. 通过**阵列排序**模块对ROI进行排序。
   *配准定位-深度图*模块获取ROI排序数据，作为插针排序模型。

流程示例

下图为适配**阵列排序**模块的简单流程示例。

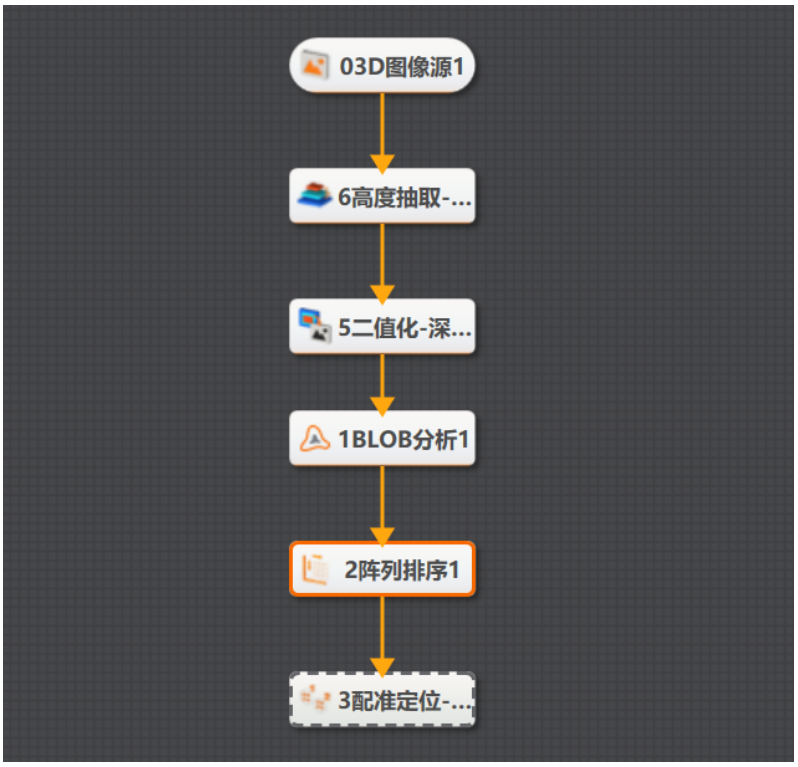


图14-267 流程示例

参数配置

将**阵列排序**模块拖入流程后，双击该模块，可配置该模块的基本参数、运行参数和结果显示。

基本参数

输入源

默认为3D图像源模块中配置的图像源，仅支持深度图。

ROI区域

Blob外接矩形：Blob分析得到的Box。

原点

通过设置原点X
和原点Y
确定阵列排序坐标系原点的位置。

原点X

阵列排序的坐标系原点的X坐标。

原点Y

阵列排序的坐标系原点的Y坐标。

方向点

通过设置**方向点X**和**方向点Y**确定方向点的位置。原点和方向点共同确定阵列排序的主方向，即原点指向方向点的方向。

方向点X

方向点的X坐标。

方向点Y

方向点的Y坐标。

间隔

方向间隔X

排序主方向的ROI排列间隔，单位为pixel。同时也是上文*外点筛选原理*中提及的“筛选范围”的宽度。

方向间隔Y

排序次方向的ROI排列间隔，单位为pixel。同时也是上文*外点筛选原理*中提及的“筛选范围”的高度。

环形阵列的次方向间隔默认与主方向间隔相等。因此，如果**阵列类型**为**环形**，**方向间隔Y**需设置为与**方向间隔X**相同。

阵列类型

包括**矩形**和**环形**，分别表示矩形阵列和环形阵列。

运行参数

通过配置如下运行参数，可定义**阵列排序**模块对外点的筛选方式。

外点筛选方式

设置外点的筛选方式，可选择通过**距离**或**面积**筛选。

距离

在筛选范围内选择距离直线最近的ROI作目标点。

面积

在筛选范围内选择面积最大的ROI作为目标点。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

数量

int型，代表ROI内筛选出的有效ROI数量。

检测区域

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，代表检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，代表检测区域中心点的Y坐标。

宽度

float型，代表检测区域的宽度。

高度

float型，代表检测区域的高度。

角度

float型，代表检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.6.8 平行平面测距-深度图

平行平面测距-深度图模块可拟合两个互相平行的平面并测量两者之间的距离，可用于检测物件两面间距。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

4. **平行平面测距-深度图**模块可基于第一个拟合平面的法向量对第二个平面进行拟合，从而确保两个平面互相平行。得到平行平面后，该模块测量平面间距离并输出该值。具体处理过程如下：使用ROI区域1的所有点进行拟合，得到平面1和平面1的法向量。
5. 使用平面1的法向量，在ROI区域2中拟合具有相同法向量的平面。
6. 测量平面1和平面2间距离。

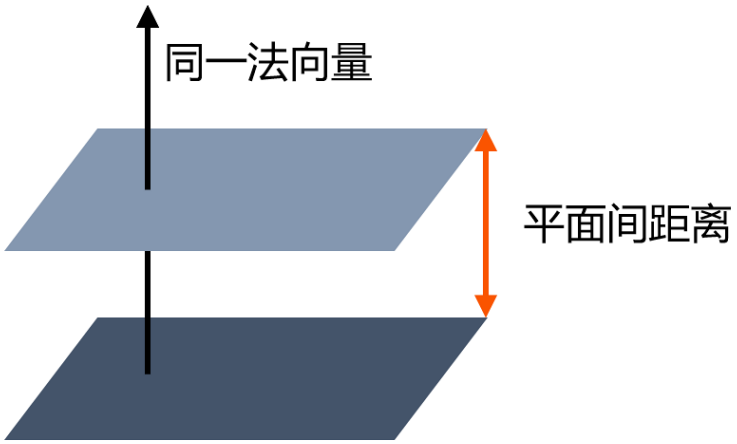


图14-268 测量平行平面距离

使用方法

前后序模块

在流程中，该模块的：

前序模块

前序模块一般为*3D图像源*，提供原图输入。

后序模块

该模块无特殊要求，可接收处理模块输出结果即可。

主要配置步骤

在流程中调用**平行平面测距-深度图**模块后，该模块的主要配置步骤如下：

1. 在**图像源**处下拉选择图像数据源。
2. 单击*执行*，执行一次流程，使该模块获取采集的图像。
3. 在图像上分别绘制所需的ROI形状。具体绘制操作，请参见*ROI绘制*。
4. 配置运行参数，并单击*确定*。

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示详情，请参见*结果显示*。

平面检测方法

设置用于拟合平面的方法。可选**三点法**、**PCA**、**加权PCA**、**最小二乘法**、**加权最小二乘法**、**回归拟合法**和**ransac法**。

平面拟合点数

设置用于拟合空间平面的点数。

PCA误差阈值

设置加权拟合误差阈值，单位为um。
当**平面检测方法**为**加权PCA法**时需配置。

回归函数

设置拟合方式，可选**最小二乘**、**huber**和**tukey**三种。 三种拟合方式只是权重的计算方式有些差异。随着离群点数量增多以及离群距离增大，可逐次使用最小二乘、huber、tukey。
当**平面检测方法**为**回归拟合法**时需配置。

精度要求

设置拟合精度的要求，当相邻两次拟合系数之差的平方和小于该参数值时，模块停止迭代。越小的参数值代表越高的精度，所需的迭代次数也越多，耗时越长。
当**平面检测方法**为**回归拟合法**时需配置。

削波因数系数

设置回归拟合削波因数系数。
当**平面检测方法**为**回归拟合法**时需配置。

置信度系数

设置参与拟合点的比例，单位%。假设该参数设置为90，则拟合平面需包含90%参与拟合的点。
当**平面检测方法**为**ransac法**时需配置。

误差容忍度

设置误差最大值，单位um。若实际误差大于该值，则不参与平面拟合。
当**平面检测方法**为**ransac法**时需配置。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

检测区域*（*代表0~1）

代表图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧*（*代表0~1）

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

平面方程系数* （*代表1~2）

平面方程系数A

float型，表示平面方程中系数A的值。

平面方程系数B

float型，表示平面方程中系数B的值。

平面方程系数C

float型，表示平面方程中系数C的值。

平面方程系数D

float型，表示平面方程中系数D的值。

平面距离

float型，代表两个拟合平面之间的距离。

14.6.9 单点跳动-深度图

单点跳动-深度图模块可计算连续深度图ROI内相同位置的点的变化，可用于测量相机的重复精度。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

单点跳动-深度图模块可统计连续深度图相同点处的深度最大/次大值和最小/次小值，并计算差值，生成深度图。具体数据处理过程如下：

1. 获取连续若干张由相机在相机自身、场景及帧率不变情况下采集的深度图。
2. 对ROI内的每个像素点分别统计最大值和最小值并计算极差，或统计次大值和次小值并计算次极差。
3. 基于上一步中计算的差值，生成深度图。该图中的像素点表示连续深度图的对应位置深度值的变化范围。

使用方法

前后序模块

在流程中，该模块的：

前序模块

前序模块一般为*3D图像源*，提供连续深度图。

后序模块

该模块无特殊要求。输出的深度图既可以通过*统计测量-深度图*模块进一步统计平均值和分位值，也可通过*高度抽取-深度图*等模块处理生成的深度图。

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示详情，请参见*结果显示*。

截断比例

设置计入统计范围的深度值比例。设置后，模块对某一点对应的全部深度值进行排序，并只统计截断比例内的值。

单点跳动类型

按列统计

按照列进行统计。统计若干行轮廓中，对应位置像素点的最大值、最小值与极差。

按像素时域统计

按照全图进行统计。统计若干张深度图中，对应位置像素点的最大值、最小值与极差。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

极差深度图

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8）**即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

次极差深度图

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15**）即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8**）即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

最大极差

int型，代表极差深度图上的最大值。

最小极差

int型，代表极差深度图上的最小值。

平均极差

float型，代表极差深度图上的极差平均值。

次最大极差

int型，代表次极差深度图上的最大值。

次最小极差

int型，代表次极差深度图上的最小值。

次平均极差

float型，代表次极差深度图上的极差平均值。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.6.10 横截面测量-轮廓图

横截面测量-轮廓图模块可测量轮廓的截面点云相对基准直线的面积以及点云长度。
本节包含如下内容：

- *参数配置*
- *模块结果*

图14-269 示例

参数配置

以下仅介绍该模块的基本参数详情。

说明

结果显示详情，请参见*结果显示*。

基本参数

基本参数处需进行以下配置。

图像输入

输入对应的深度图数据。

线输入

订阅线的输入源，有**按线**、**按点**、**按坐标**3种输入方式。

按线

直接从前序模块的模块结果中订阅一条线。

按点

需从前序模块的模块结果中分别订阅两个点作为线的起点和终点。

按坐标

直接从前序模块的模块结果中订阅一条线。

ROI区域

设置方法请参考*平面检测-深度图*。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

轮廓长度

float型，代表轮廓截面上相邻点长度和。

绝对值面积

float型，代表**正值面积**和**负值面积**绝对值和，其结果是正值。

符号面积和

float型，代表**正值面积**和**负值面积**（负数）的和，其结果可能是正值也可能是负值。

负值面积

float型，表示计算区域位于基准直线之下的面积。

正值面积

float型，表示计算区域位于基准直线之上的面积。

输入直线

起点

起点X

float型，代表输入直线的起点X坐标。

起点Y

float型，代表输入直线的起点Y坐标。

终点

终点X

float型，代表输入直线的终点X坐标。

终点Y

float型，代表输入直线的终点Y坐标。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时

针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆

检测圆半径

float型，代表检测圆的半径。

检测圆中心点

检测圆中心X

float型，代表检测圆中心点的X坐标。

检测圆中心Y

float型，代表检测圆中心点的Y坐标。

14.6.11 点线统计-轮廓图

点线统计-轮廓图模块可计算轮廓上在ROI内的点到输入直线的距离的统计值。
本节包含如下内容：

- *参数配置*
- *模块结果*

如下图所示，该模块的统计值包括：平均距离，最小值、最大值、分位值、极差值、最小值点、最大值点、分位值点、平滑后的最小值、平滑后的最大值、平滑后的分位值、平滑后的极差值。

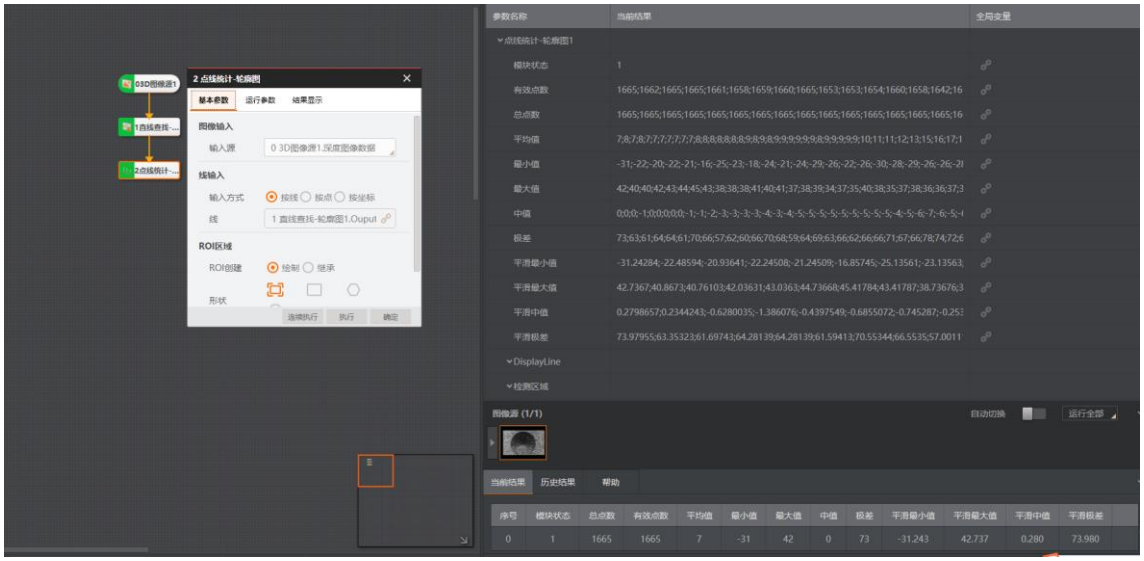


图14-270 统计结果

参数配置

基本参数介绍请参考*横截面测量-轮廓图*。
运行参数和模块输出结果介绍请参考*点面统计-深度图*。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

有效点数

int型，表示每个ROI内的有效点数量，如“10;15”，则表示第一个ROI中包含10个有效点，第二个ROI中包含15个有效点。

总点数

int型，表示每个ROI内的点数量，如“10;15”，则表示第一个ROI中包含10个点，第二个ROI中包含15个点。

均值

float型，表示ROI内点的深度平均值。

最小值

float型，表示ROI内点的深度最小值。

最大值

float型，表示ROI内点的深度最大值。

中值

float型，表示ROI内点的深度中值。

极差

float型，表示ROI内点的深度值极差。

平滑最小值

float型，表示用作平均运算输出的点的深度最小值。

平滑最大值

float型，表示用作平均运算输出的点的深度最大值。

平滑中值

float型，表示用作平均运算输出的点的深度中值。

平滑极差

float型，表示用作平均运算输出的点的深度值极差。

负向最大值点

X

float型，表示负方向下X坐标的最大值。

Y

float型，表示负方向下Y坐标的最大值。

正向最大值点

X

float型，表示正方向下X坐标的最大值。

Y

float型，表示正方向下Y坐标的最大值。

分位值点

X

float型，表示分位值点的X坐标值。

Y

float型，表示分位值点的Y坐标值。

输入直线

起点

起点X

float型，代表输入直线的起点X坐标。

起点Y

float型，代表输入直线的起点Y坐标。

终点

终点X

float型，代表输入直线的终点X坐标。

终点Y

float型，代表输入直线的终点Y坐标。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆

检测圆半径

float型，代表检测圆的半径。

检测圆中心点

检测圆中心X

float型，代表检测圆中心点的X坐标。

检测圆中心Y

float型，代表检测圆中心点的Y坐标。

14.6.12 特征计算-轮廓图

*特征计算-轮廓图*模块，可对3D图像中的简单特征进行特征值计算，生成中点、高度差、宽度等高级特征。

本节包含以下内容：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *流程示例*
- *参数配置*

模块原理

特征计算-轮廓图模块，可对图像中任意两个特征点的特征值进行相减、相乘、取均值等计算，获得高级特征，如几何图形的宽度、面积和中点等。

该模块的计算结果，可输入*连续特征检测-轮廓图*模块，用于检测工件的特征错位缺陷，如工件边缘断裂。

特征点的特征值，可为：

- 由X轴的、Y轴坐标值构成的数组。
- 由Z轴坐标值构成的数组。

以相减、相乘、和取均值为例，这三种计算方式可分别得出如下结果。

表14-40 相减、相乘、取均值计算方式

计算方式	描述	计算结果
相减	将两个特征值相减。	对应工件上某个面的深度差或者某个几何特征的宽度。
相乘	将两个特征值相乘。	对应工件某个面的面积。
取均值	取两个特征值的均值。	对应工件中某个几何特征的中点位置。

更多计算方式的说明，请参见下文的*参数配置*。

使用方法

使用*特征计算-轮廓图*模块前，请确保：

- 已将*特征定位-轮廓图*模块作为**特征计算-轮廓图**模块的前序模块加入流程，并完成相应参数配置。
- 已将*3D图像源*模块作为*特征定位-轮廓图*模块的前序模块加入流程，并完成相应参数配置。

特征计算-轮廓图模块输出的数据通常作为**连续特征计算-轮廓图**模块的输入数据，进行特征错位检测。

流程示例

下图为适配**特征计算-轮廓图**模块的简易流程示例。

图14-271 流程示例

参数配置

基本参数

通过配置基本参数，可定义特征计算的图像源和用于计算的输入数据的格式（见下文提及的**特征点Z值**和**特征点**）。

输入源

默认为**3D图像源**模块中配置的**图像源**，仅支持**深度图**。

特征格式

特征值格式，即输入数据的格式，可选择**特征点Z值**或**特征点**。

特征点Z值

输入数据为数组，该数组由如下两个预设特征点的Z坐标值（深度值）构成。

Z深度值1

选择特征点1的深度值。

Z深度值2

选择特征点2的深度值。

特征点

输入数据为数组，该数组由如下两个预设特征点的X轴和Y轴坐标构成。

特征点坐标1

选择特征点1的X轴和Y轴坐标。

特征点坐标2

选择特征点2的X轴和Y轴坐标。

运行参数

通过配置如下运行参数，可定义**特征计算-轮廓图**模块对输入的特征数据的计算方式。

特征计算类型

设置对输入的特征数据的计算方式。

特征相加

将两个特征值相加。

特征相减

将两个特征值相减。

- 如果**特征格式**为**特征Z值**，则将求得对应两个特征点的深度差。
- 如果**特征格式**为**特征点**，则将求得对应两个特征点之间的距离（即某个几何形状的宽度）。

特征相乘

将两个特征值相乘，求得“由对应特征点的XY坐标定义的矩形”的面积。

特征相除

将两个特征值相除。

特征中点

取两个特征值的均值，求得对应两个特征点的中点。

特征最小值

取两个特征值的最小值。

特征最大值

取两个特征值的最大值。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

特征点

特征点X

float型，代表图像提取到的特征点的X坐标。

特征点Y

float型，代表图像提取到的特征点的Y坐标。

特征点Z值

float型，代表图像提取到的特征点深度值。

长度

int型，代表每个像素点的跳动值，即测量时间内的极差。

特征均值

float型，代表极差深度图上的极差平均值。

14.6.13 连续特征检测-轮廓图

连续特征检测-轮廓图模块可检测工件是否存在轮廓不连续的问题，进而判断工件是否存在宽度异常和深度差异常等缺陷。

本节包含如下内容：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *流程示例*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

通过**连续特征检测-轮廓图**模块，可输出轮廓图中离群点所在的位置。离群点指轮廓上特征值（X轴、Y轴或Z轴坐标）不连续的特征点，离群点对应的区域即为缺陷ROI。

如下图所示：

- YX方向的连续特征检测，可检测出Y轴方向上X坐标值不连续的点。
- YZ方向的连续特征检测，可检测出Y轴方向上Z坐标值不连续的点。

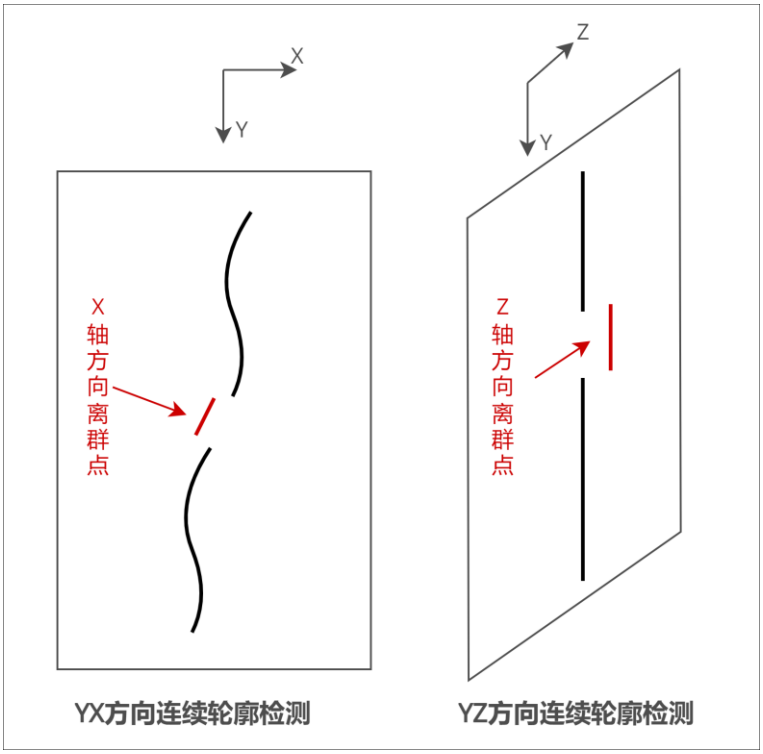


图14-272 模块原理

使用方法

使用**连续特征检测-轮廓图**模块前，需确保：

- 已将*特征计算-轮廓图*或*特征定位-轮廓图*模块作为**连续特征检测-轮廓图**模块的前序模块加入流程，并完成相应参数配置。
- 已将*3D图像源*模块作为*特征定位-轮廓图*或*特征计算-轮廓图*模块的前序模块加入流程，并完成相应参数配置。

说明

- 若该模块的输入数据来自**特征计算-轮廓图**模块，则无法直接查看离群点，只能查看缺陷ROI。
- 若该模块的输入数据来自**特征定位-轮廓图**模块，则可在**特征定位-轮廓图**模块直接查看离群点。

流程示例

下图为适配**连续特征检测-轮廓图**模块的简单流程示例。

图14-273 流程示例

参数配置

基本参数

通过配置基本参数，可定义连续特征检测的数据来源。

图像输入

输入源

默认为**3D图像源**模块中配置的**图像源**，仅支持深度图。

特征类型

特征值类型，即输入数据的类型，可选择**特征Z值**或**特征点**。

特征Z值

输入数据为“由特征点的Z坐标值构成的数组”。

特征点

输入数据为“由特征点的XY坐标值构成的数组”。

特征数据

Z深度值

特征类型设置为**特征Z值**时可配。 可选择*特征计算-轮廓图*或*特征定位-轮廓图*模块中配置的**特征Z值**。

特征点

特征类型设置为**特征点**时可配。 可选择*特征计算-轮廓图*或*特征定位-轮廓图*模块中配置的**特征点（特征点像素坐标）**。

特征计算类型

对输入的特征数据的计算方式，可设置为多种局部拟合类型，包括**局部直线拟合**、**局部多项式拟合**、**局部圆拟合**。

去除头尾空点

去除首尾补黑处的空点。

半窗口长度

拟合的半窗口长度。

行特征scale

（可选）缩放特征值，例如原先特征点以um为单位，缩放成mm为单位。

行序号scale

（可选）缩放行序号。

离群点阈值

如果用来拟合的点到拟合的形状的距离超过该阈值，则认为该点为离群点。

连续缺陷点数

如果连续的离群点个数达到此处设置的值，则判定这些离群点所在区域为一处连续特征缺陷。

多项拟合阶次

多项式拟合的阶次，设置不同，可以采用不同阶次进行多项式拟合，需要根据数据实际情况来设置，目前较常用的为2阶。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

14.6.14 手眼转换-轮廓图

手眼转换-轮廓图模块名称中的“手”即机械臂，“眼”即相机。通过该模块可将特征定位的结果从相机坐标系转换到机械臂的基坐标系下，以便进行机械臂引导。
本节内容包含：

- *基础概念*
- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

基础概念

本节内容涉及的基础概念，请参见下表。

术语	描述
位姿	位置和姿态。位置即刚体（形状和大小不随外力改变的物体）在空间坐标系中的位置（x、y、z轴坐标）。姿态即刚体在的空间坐标系中相对于x、y、z轴的旋转角度。 任意刚体都可使“位置+姿态”来表示其在空间坐标系中的唯一位置状态。
法兰盘	Flange的音译，通常指盘状的金属部件，用于连接机械系统的其他部件。本节描述中的“法兰盘”专指机械臂末端的法兰盘。
基坐标系	机械臂基座的坐标系。
机械臂位姿	机械臂的法兰盘在基坐标系中的位姿。
工具	本节中的“工具”专指EoAT(End of Arm Tool)，即机械臂末端连接的工具部件，如焊枪和夹具（抓爪）。

模块原理

手眼转换-轮廓图为**特征定位-轮廓图**的后置模块。“手眼转换”的对象为特征定位的结果。
“手眼转换”的过程涉及多个坐标系的转换，包括相机坐标系、机械臂法兰盘坐标系和机械臂基座坐标系。三个坐标系之间的转换，均使用六自由度数据定义，包括3个旋转自由度和3个平移自由度。

- 3个旋转自由度：使用欧拉角表示，具体为rx、ry和rz。三者分别表示绕x、y、z轴的旋转角度。
- 3个平移自由度：tx、ty和tz，分别表示x、y、z轴方向的平移。三者共同定义相机坐标系与机械臂基座坐标系的位姿距离。

下图简要展示了“手眼转换”的坐标系转换过程：相机坐标系>法兰盘坐标系>基坐标系。

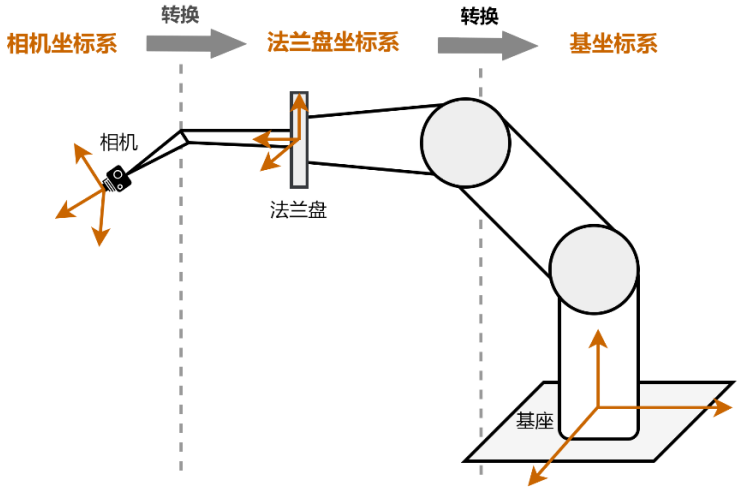


图14-274 坐标系转换过程

使用方法

使用**手眼转换-轮廓图**模块前，请确保：

- 已将*特征定位-轮廓图*或*特征计算-轮廓图*模块作为**连续特征检测-轮廓图**模块的前置模块加入流程，并完成相应参数配置。
- 已将*3D图像源*模块作为*特征定位-轮廓图*模块的前置模块加入流程，并完成相应参数配置。

下图为适配**手眼转换-轮廓图**模块的简易流程示例。

图14-275 手眼转换流程示例

参数配置

该模块的参数需进行以下配置。

- 基本参数：
  通过配置基本参数，可定义**手眼转换-轮廓图**模块的数据来源和坐标系转换配置。
  - 图像输入

    图像输入

    默认为**3D图像源**模块中配置的**图像源**，仅支持深度图。
  - 数据输入

    特征点

    按“点”的维度订阅坐标待转换的特征点，订阅为**特征定位-轮廓图**模块输出的特征点集或自行构造的特征点集（各点包含x坐标和y坐标数据）。

    特征点Z值

    订阅为**特征定位-轮廓图**模块输出的特征集或自行构造的特征点集的Z坐标。

    特征标识

    与特征点对应的flag，**手眼转换-轮廓图**模块可根据flag对特征点进行有效性判断。
  - 手眼标定位姿

    手眼关系类型

    相机坐标系转换为法兰盘坐标系的旋转模式。具体的旋转方式可基于3个旋转自由度（rx、ry和rz）设置绕x、y、z轴的旋转顺序，也可基于罗德里格公式（**ROG**）。默认为**ZYX**， 即表示

先绕z轴旋转，再绕y轴旋转，最后绕z轴旋转。

标定数据类型

按标定文件

通过**手眼标定文件**进行标定。

手眼标定文件

上传标定文件。标定文件可以通过机器人视觉引导平台（RobotPilot）的手眼标定工具生成。手眼标定工具相关详情，请参见机器人视觉引导平台用户手册。

按标定数据

通过手动设置如下各项标定数据进行标定。

手眼标定tx/ty/tz

相机坐标系转换为法兰盘坐标系需要沿x/y/z轴平移的距离。

手眼标定rx/ry/rz

相机坐标系转换为法兰盘坐标系需要绕x/y/z轴旋转的角度。

- 基坐标系

基坐标系类型

设置法兰盘坐标系转换为基坐标系的旋转模式。具体的旋转方式可基于3个旋转自由度（rx、ry和rz）设置绕x、y、z轴的旋转顺序，也可基于罗德里格公式（**ROG**）。默认为**ZYX**， 即表示先绕z轴旋转，再绕y轴旋转，最后绕z轴旋转。

起点法兰tx/ty/tz

法兰盘移动起点在基坐标系中的位置（x/y/z轴坐标），可通过机械臂示教获取。

起点法兰rx/ry/rz

法兰盘移动起点相对于，可通过机械臂示教获取。具体的旋转方式可基于3个旋转自由度（rx、ry和rz）设置绕x、y、z轴的旋转顺序，也可基于罗德里格公式（**ROG**）。默认为**ZYX**， 即表示先绕z轴旋转，再绕y轴旋转，最后绕z轴旋转。

终点法兰tx/ty/tz

法兰盘移动的终点，从法兰盘坐标系转换为基坐标系所需的平移距离（沿着x轴、y轴和z轴方向平移）。可通过机械臂示教获取。

终点法兰rx/ry/rz

法兰盘移动的终点，从法兰盘坐标系转换为基坐标系所需的旋转方式，可通过机械臂示教获取。具体的旋转方式可基于3个旋转自由度（rx、ry和rz）设置绕x、y、z轴的旋转顺序，也可基于罗德里格公式（**ROG**）。默认为**ZYX**， 即表示先绕z轴旋转，再绕y轴旋转，最后绕z轴旋转。

- 工具建议姿态：设置机械臂末端连接的工具部分（此处即焊枪）的建议姿态信息。

欧拉角X/Y/Z

焊枪正对定位点时相对于基坐标系x/y/z轴的欧拉角。

- 运行参数：

降采样数

设置机械臂引导需要的点数，即坐标转换后输出的点数。

首尾补点数

原本经过算法转换之后输出n个点，补点个数不为0，则在输出点的基础上，沿着首尾的方向向量， 各补上m个点。

连续点数量

设置首、尾第一个有效点。从前往后或从后往前判断特征点的flag，当出现大于等于n个连续点的flag为1时，认为该n个点中的第一个点或最后一个点为有效点的起始点或终止点。

微调位姿

设置是否对最后输出的姿态进行调整。若开启，则输出姿态与特征点在yz方向上的法向量平行。该设置可根据工件表面形状对焊接位姿进行调整，若开启，则不使用示教焊枪姿态。

反向扫描

设置输出的引导点位是否反序，即机械臂工作时的方向和轮廓仪扫描的方向相反。反向输出可以提高整体的效率，从起点扫描到终点，从终点焊接回起点。

手动构造特征

若开启，需要通过**几何创建**模块手动构造一些特征点作为输入。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

点数

int型，坐标转换后输出的点数。

欧拉角类型

int型，表示欧拉角的类型。1代表ZYX，2代表XYZ，3代表ROG。

输出点

输出点X

float型，代表特征点坐标转换后得到点的X坐标。

输出点Y

float型，代表特征点坐标转换后得到点的Y坐标。

输出点Z

float型，代表特征点坐标转换后得到点的Z坐标。

欧拉角

欧拉角X

float型，焊枪正对定位点时相对于基坐标系x轴的欧拉角。

欧拉角Y

float型，焊枪正对定位点时相对于基坐标系y轴的欧拉角。

欧拉角Z

float型，焊枪正对定位点时相对于基坐标系z轴的欧拉角。

手眼标定

手眼标定tx

float型，相机坐标系转换为法兰盘坐标系，需要沿x轴平移的距离。

手眼标定ty

float型，相机坐标系转换为法兰盘坐标系，需要沿y轴平移的距离。

手眼标定tz

float型，相机坐标系转换为法兰盘坐标系，需要沿z轴平移的距离。

手眼标定rx

float型，相机坐标系转换为法兰盘坐标系，需要绕x轴旋转的角度。

手眼标定ry

float型，相机坐标系转换为法兰盘坐标系，需要绕y轴旋转的角度。

手眼标定rz

float型，相机坐标系转换为法兰盘坐标系，需要绕z轴旋转的角度。

末端位姿

float型，机械臂末端连接的工具部件的位姿序列，通过齐次的变换矩阵来表示。

14.6.15 点点测量-深度图

该模块可通过订阅获取3D点数据，输出点之间的欧式距离、X/Y/Z轴距离、起点/终点坐标，如下图所示。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

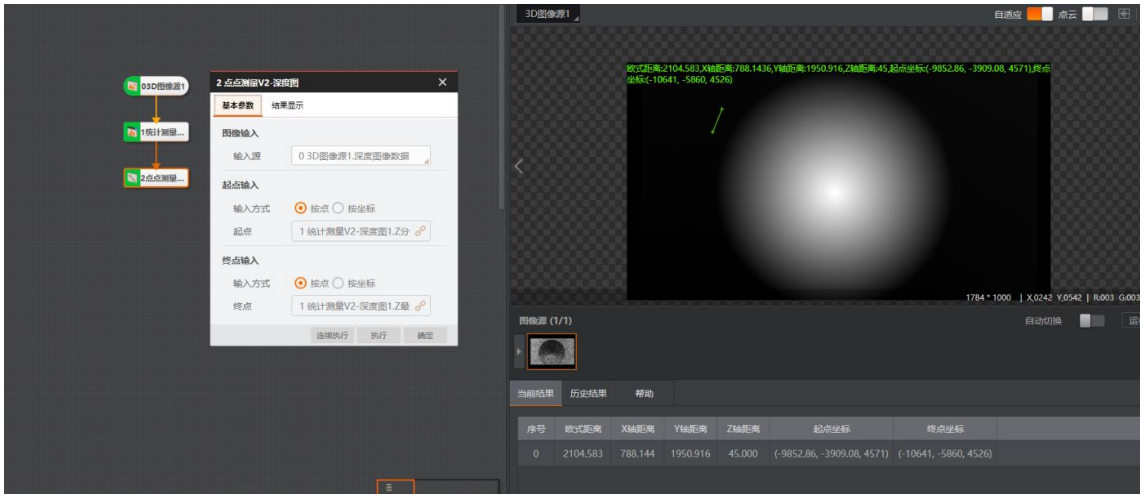


图14-276 点点测量执行效果

使用方法

*点点测量-深度图*之前需连接能够输出3D点数据的前序模块，如*统计测量*模块。该模块通过**按点**或**按坐标**订阅的方式从前序模块中获取起点和终点的坐标。
该模块之后可连接*条件检测*模块，判断输入的两点间的距离数据是否满足条件。

参数配置

基本参数处需进行以下配置。

说明
结果显示详情，请参见*结果显示*。

图像输入

输入对应的深度图数据。

起点输入

输入深度数据统计测量模块中ROI框选的点数据，可直接按点输入或输入X、Y、Z坐标。

终点输入

同样输入另一个统计测量模块中ROI框选的点数据，可直接按点输入或输入X、Y、Z坐标。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

欧式距离

float型，起点到终点的距离。

X轴距离

float型，欧式距离在x轴上的分量（单位：um）。

Y轴距离

float型，欧式距离在y轴上的分量（单位：um）。

Z轴距离

float型，欧式距离在z轴上的分量（单位：um）。

起点坐标

float型，点点测量起点的坐标。

终点坐标

float型，点点测量终点的坐标。

14.6.16 点线测量

点线测量模块用于测量点到直线的垂直距离，可输出点到直线的距离、距离的X/Y/Z轴分量、垂线的起点

/终点、点线构成的平面方程等关键信息，如下图所示。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

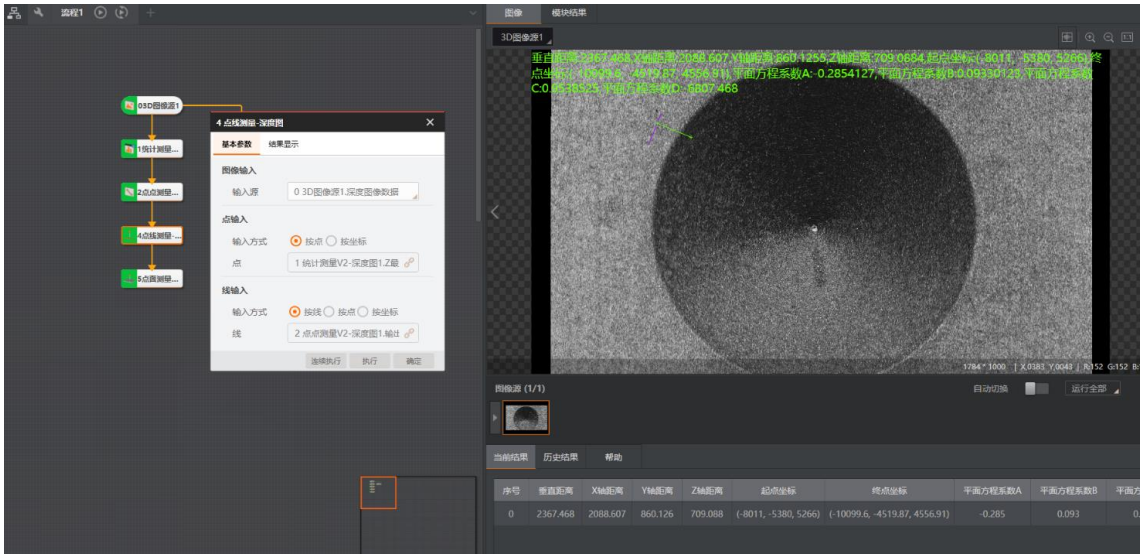


图14-277 点线测量执行效果

参数配置

基本参数处可设置图像输入，点输入介绍请参考*点面测量*，线输入介绍请参考*横截面测量*。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

垂直距离

float型，表示垂线段的长度（单位：mm）。

X轴距离

float型，表示欧氏距离在x轴上的分量（单位：um）。

Y轴距离

float型，表示欧氏距离在y轴上的分量（单位：um）。

Z轴距离

float型，表示欧氏距离在z轴上的分量（单位：um）。

起点坐标

float型，表示垂线段起点的坐标。

终点坐标

float型，表示垂线段终点的坐标，即垂足坐标。

平面方程

平面方程系数A

float型，表示平面方程中系数A的值。

平面方程系数B

float型，表示平面方程中系数B的值。

平面方程系数C

float型，表示平面方程中系数C的值。

平面方程系数D

float型，表示平面方程中系数D的值。

输出直线

起点

起点X

float型，代表输出直线起点的X坐标。

起点Y

float型，代表输出直线起点的Y坐标。

起点Z

float型，代表输出直线起点的Z坐标。

终点

终点X

float型，代表输出直线终点的X坐标。

终点Y

float型，代表输出直线终点的Y坐标。

终点Z

float型，代表输出直线终点的Z坐标。

14.6.17 点面测量

点面测量模块需要订阅前序模块输出的点坐标信息与平面拟合得到的平面方程信息，用于测量点到平面的距离，可输出点到平面的垂直距离、距离的X/Y/Z分量、垂线起点/终点等信息，如下图所示。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

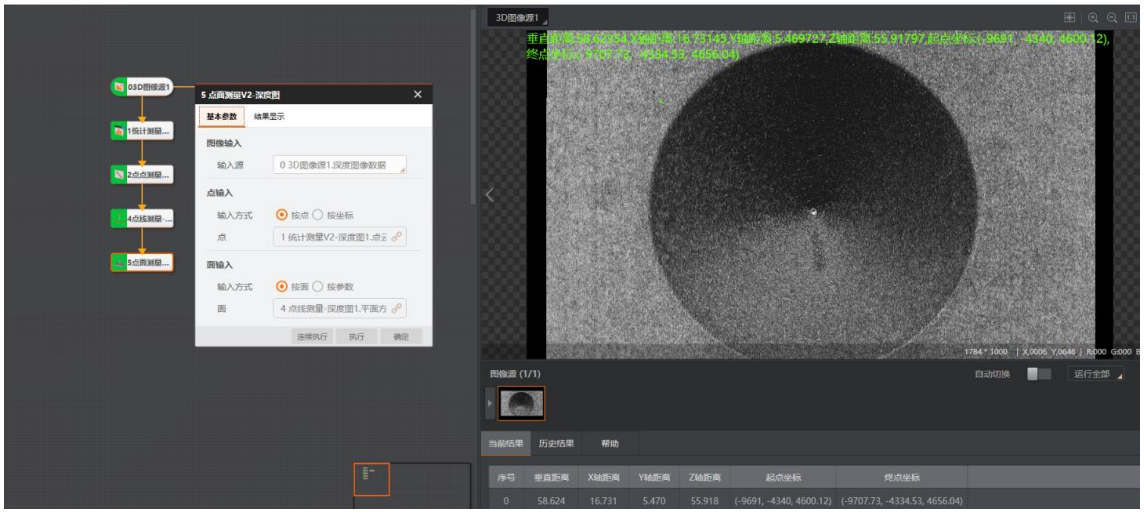


图14-278 点面测量执行效果

参数配置

基本参数处需进行以下配置。

图像输入

输入对应的深度图数据。

点输入

输入深度数据统计测量模块中ROI框选的点数据，可直接按点输入或输入X、Y、Z坐标。

面输入

输入平面拟合模块的平面数据，可直接按平面输入或输入平面方程系数A、B、C、D。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

垂直距离

float型，表示垂线段的长度（单位：mm）。

X轴距离

float型，表示欧氏距离在x轴上的分量（单位：um）。

Y轴距离

float型，表示欧氏距离在y轴上的分量（单位：um）。

Z轴距离

float型，表示欧氏距离在z轴上的分量（单位：um）。

起点坐标

float型，表示垂线段起点的坐标。

终点坐标

float型，表示垂线段终点的坐标，即垂足坐标。

输入直线

起点

测量直线起点X

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的起点X坐标。

测量直线起点Y

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的起点Y坐标。

终点

测量直线终点X

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的终点X坐标。

测量直线终点Y

float型，表示选用与直线相距一定距离的方式时，输入直线的终点Y坐标。

14.6.18 线面测量-深度图

线面测量-深度图模块可基于输入直线和平面，计算直线到平面的垂面，并输出垂面的平面方程。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块的算法运行主要包含以下2个步骤：

1. 将输入直线投影到输入平面，得到投影直线。
2. 根据投影直线和输入直线，构建平面方程。

使用方法

前后序模块

前序模块

前序模块通常为*面面测量-深度图*等可提供直线输入的模块。

后序模块

该模块无特殊要求，可接收处理模块输出平面即可。

主要配置步骤

在流程中调用**线面测量-深度图**模块后，该模块的主要配置步骤如下：

1. 在**图像源**处下拉选择图像数据源。
2. 在**线输入**和**面输入**处配置输入直线和平面。

使用示例

下图展示了通过组合调用*平面检测-深度图*、*面面测量-深度图*等模块，实现生成输入直线与输入平面的垂面。

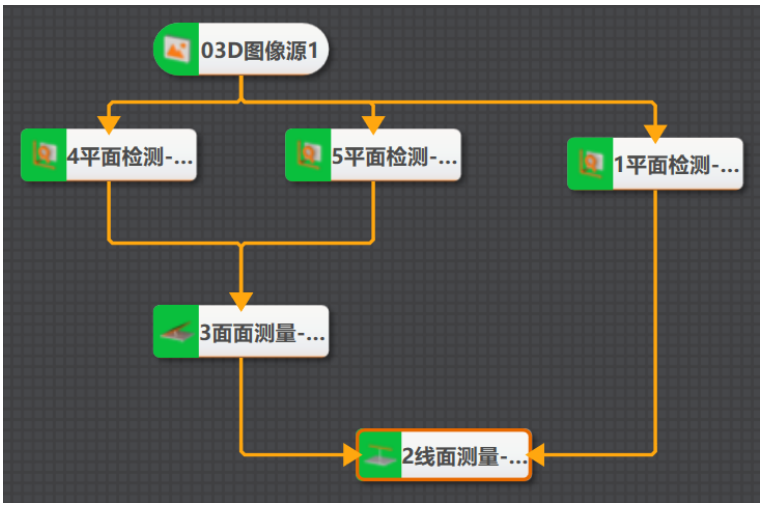


图14-279 使用示例

参数配置

以下仅介绍该模块的基本参数详情。通过配置基本参数，可设置当前模块订阅的数据。

说明

结果显示详情，请参见*结果显示*。

线输入

可选择**按线**、**按点**及**按坐标**。不同选项内需要设置的参数有所区别。

面输入

可选择**按面**及**按参数**。不同选项内需要设置的参数有所区别。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

平面方程

系数A

float型，表示平面方程中系数A的值。

系数B

float型，表示平面方程中系数B的值。

系数C

float型，表示平面方程中系数C的值。

系数D

float型，表示平面方程中系数D的值。

14.6.19 面面测量-深度图

面面测量模块可计算两平面之间的夹角，若两平面相交，则求出两个平面之间的交线并输出角度与交线，如下图所示。

本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

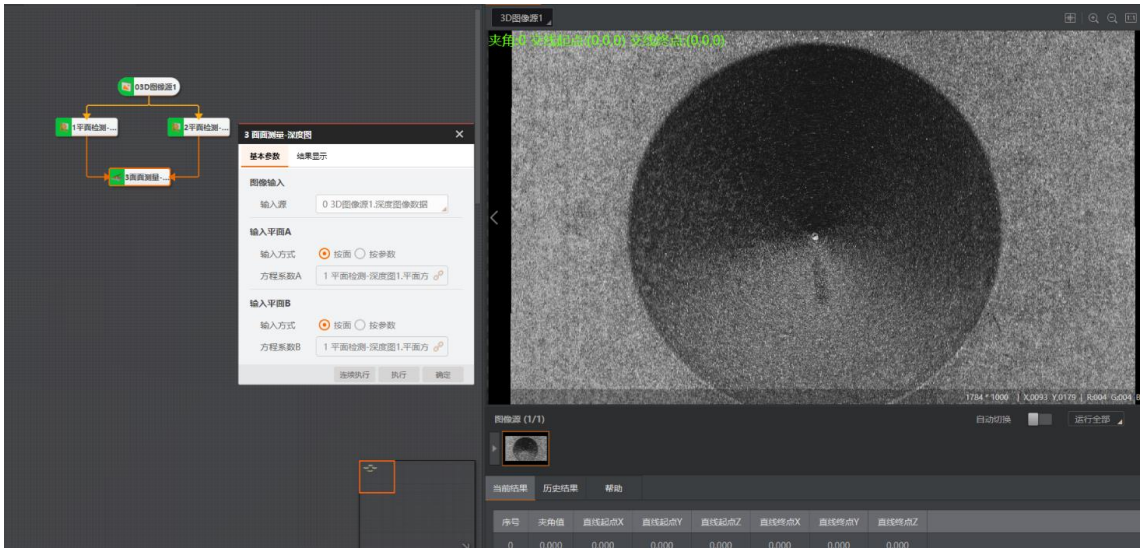


图14-280 面面测量执行效果

参数配置

基本参数处需设置图像输入，并分别输入两个平面，其中平面输入方式介绍请参考*点面统计-深度图*。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

夹角值

float型，两平面间的夹角（单位：角度）。

面面交线

直线起点

直线起点X

float型，直线起点的x轴坐标值。

直线起点Y

float型，直线起点的y轴坐标值。

起始点Z

float型，直线起点的z轴坐标值。

直线终点

直线终点X

float型，直线终点的x轴坐标值。

直线终点Y

float型，直线终点的y轴坐标值。

终止点Z

float型，直线终点的z轴坐标值。

14.6.20 尺度变换

尺度变换模块可将距离或角度转换成物理值。距离变换用于转换像素距离为物理距离，角度变换用于转换像素角度为物理角度。

本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

参数配置

基本参数处需进行变换类型选择。

- 输入方式选择像素值时，需设置像素值和尺度。

  像素值

  图像中像素点间的距离。

  尺度

  x或y方向的缩放尺度。

- 输入方式选择角度时，需设置角度和x、y方向比例。

  角度

  图像中的角度。

  x、y方向比例

  深度图的x、y不一定等尺度，使用缩放尺度将角度转为实际角度。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

尺度变换值

float型，尺度变换后的像素距离或图像角度。

14.6.21 平面点云属性计算

平面点云属性计算模块可计算输入点云的相关属性，如外接矩，凸包等。
本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

使用时，根据流程需要，在模块配置窗口中开启对应的属性使能。

前后序模块

在流程中，该模块的：

前序模块

前序模块可为*点云降采样*、*CAD转点云*等可提供点云输入的模块。

后序模块

该模块无特殊要求，可接收处理模块输出结果即可。

参数配置

以下介绍该模块的相关参数详情。通过配置相关参数，可选择当前模块是否计算对应属性。

中心计算使能

开启后，模块计算输入点云的中心点，并输出中心点坐标。

面积计算使能

开启后，模块计算并输出平面点云面积。

体积计算使能

开启后，模块计算并输出输入点云体积。

范围计算使能

开启后，模块统计点云内各点坐标，并输出各坐标轴上坐标最小值和最大值。

包围盒计算使能

开启后，模块计算输入点云的包围盒，并输出包围盒角点。

尺寸计算使能

开启后，模块计算输入点云的长度和宽度。

高度计算使能

开启后，模块计算输入点云的高度。

凸包计算使能

开启后，模块计算点云凸包，并输出计数和各凸包点坐标。

外接矩计算使能

开启后，模块生成点云的外接矩形，并输出矩形角点坐标。

矩形度计算使能

开启后，模块计算平面点云面积与最小外接矩形面积的比值。

内切圆计算使能

开启后，模块计算平面点云内内切圆并输出中心点坐标及长短轴。

外接圆计算使能

开启后，模块计算平面点云外接圆，并输出中心点坐标及半径。

平面方程计算使能

开启后，模块计算平面点云所在平面方程，并输出平面方程系数。

法向量计算使能

开启后，模块计算平面点云所在平面的法向量。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出点云簇数量

int型，表示输出的点云簇的个数。

输出点云数据

POINTCLOUD型，输出的点云数据。

输出点云容量

int型，表示输出的点云的容量。

输出点云点数

int型，表示输出的点云中包含的点的总数。

输出法向量点数

int型，表示输出的点云中包含的法向量点的总数。

输出rgb数据点数

int型，表示输出的点云中包含的rgb数据点的总数。

输出拓展信息

PCDEXTINF型，点云数据的扩展信息。

输出拓展信息数据

####### 输出坐标系类型

int型，表示输出点云坐标系的类型，1表示RGB相机坐标系，2表示深度图相机坐标系，3表示机器人坐标系，4表示工作台坐标系，5表示物体自身坐标系，6表示自定义坐标系。

####### 输出尺寸标记

int型，表示是否输出点云尺寸，0表示不输出，1表示输出。

输出长度

float型，表示点云的长度。

输出宽度

float型，表示点云的宽度。

输出高度标记

int型，表示是否输出高度，0表示不输出，1表示输出。

输出高度

float型，表示点云的高度。

输出面积标记

int型，表示是否输出点云面积，0表示不输出，1表示输出。

输出点云面积

float型，表示点云的面积。

输出密度标记

int型，表示是否输出点云密度，0表示不输出，1表示输出。

输出点云密度

float型，表示点云的密度。

输出体积标记

int型，表示是否点云体积，0表示不输出，1表示输出。

输出体积

float型，表示点云的体积。

输出中心点标记

int型，表示是否输出点云中心点，0表示不输出，1表示输出。

输出中心点

输出中心点x

float型，表示点云中心点的x坐标。

输出中心点y

float型，表示点云中心点的y坐标。

输出中心点z

float型，表示点云中心点的z坐标。

输出凸包标记

int型，表示是否输出点云凸包，0表示不输出，1表示输出。

凸包

输出凸包点

输出凸包点x

float型，表示点云凸包点的x坐标。

输出凸包点y

float型，表示点云凸包点的y坐标。

输出凸包点z

float型，表示点云凸包点的z坐标。

输出凸包点数

int型，表示点云凸包点的总数。

输出外接矩标记

int型，表示是否输出点云外接矩形，0表示不输出，1表示输出。

输出外接矩角点

输出外接矩角点x

float型，表示点云外接矩形角点的x坐标。

输出外接矩角点y

float型，表示点云外接矩形角点的y坐标。

输出外接矩角点z

float型，表示点云外接矩形角点的z坐标。

输出矩形度标记

int型，表示是否输出点云矩形度，0表示不输出，1表示输出。

输出矩形度

float型，表示点云外接矩形与点云平面的比值。

输出平面标记

int型，表示是否输出点云平面，0表示不输出，1表示输出。

输出平面方程

PLANE3D型，输出的平面方程。

输出平面方程a

float型，表示平面方程系数A的值。

输出平面方程b

float型，表示平面方程系数B的值。

输出平面方程c

float型，表示平面方程系数C的值。

输出平面方程d

float型，表示平面方程系数D的值。

输出法向量标记

int型，表示是否输出点云法向量，0表示不输出，1表示输出。

输出法向量

输出法向量x

float型，表示法向量的x值。

输出法向量y

float型，表示法向量的y值。

输出法向量z

float型，表示法向量的z值。

输出坐标范围标记

int型，表示是否输出点云坐标范围，0表示不输出，1表示输出。

输出坐标范围

BOX3D型，包围盒的大小范围。

输出坐标范围Min_x

float型，表示点云x坐标最小值。

输出坐标范围Min_y

float型，表示点云y坐标最小值。

输出坐标范围Min_z

float型，表示点云z坐标最小值。

输出坐标范围Max_x

float型，表示点云x坐标最大值。

输出坐标范围Max_y

float型，表示点云y坐标最大值。

输出坐标范围Max_z

float型，表示点云z坐标最大值。

输出包围盒标记

int型，表示是否输出点云包围盒，0表示不输出，1表示输出。

输出包围盒角点

输出包围盒角点x

float型，表示点云包围盒角点的x坐标。

输出包围盒角点y

float型，表示点云包围盒角点的y坐标。

输出包围盒角点z

float型，表示点云包围盒角点的z坐标。

输出内切圆标记

int型，表示是否输出点云内切圆，0表示不输出，1表示输出。

内切圆

输出内切圆心

输出内切圆心x

float型，表示点云内切圆圆心的x坐标。

输出内切圆心y

float型，表示点云内切圆圆心的y坐标。

输出内切圆心z

float型，表示点云内切圆圆心的z坐标。

输出内切圆长轴

float型，表示点云内切圆圆心的长轴长度。

输出内切圆短轴

float型，表示点云内切圆圆心的短轴长度。

输出外接圆标记

int型，表示是否输出点云外接圆，0表示不输出，1表示输出。

外接圆

输出外接圆心

输出外接圆心x

float型，表示点云外接圆圆心的x坐标。

输出外接圆心y

float型，表示点云外接圆圆心的y坐标。

输出外接圆心z

float型，表示点云外接圆圆心的z坐标。

输出外接圆半径

float型，表示点云外接圆的半径长度。

输出位姿标记

int型，表示是否输出点云位姿，0表示不输出，1表示输出。

输出位姿

Matrix4型，表示4×4位姿矩阵，**输出位姿*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

输出位姿*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4位姿矩阵的16个值中的其中一个。

输出类别标记

int型，表示是否输出点云类别，0表示不输出，1表示输出。

所属类别

int型，为深度学习模型自定义内容。

输出量纲标记

int型，表示是否进行过量纲变换，0表示未进行过，1表示进行过。

输出缩放系数

float型，表示点云的量纲转换系数。

14.7 2D识别

“2D识别”分类下的模块可用于识别2D图像中的特定目标，如二维码和字符。该分类下的模块包括*二维码识别*、*条码识别*、*字符识别*、*DL字符识别等*。

14.7.1 DL读码

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

DL读码是通过深度学习的方法完成码的定位及解析，即自动识别ROI区域中码的类型并读取码中所包含的信息。相比于传统读码模块，其准确率得到极大的提升，在一些复杂场景下也能保持较好的识别率。由于DL读码模块的模型已提前训练好，在算子层会自动加载训练好的模型，所以无需像其余深度学习模块一样训练模型以及调用模型。

使用方法

DL读码模块用于读取指定区域内的二维码和条码，条码支持CODE39码、CODE128码、库得巴码、EAN8码、EAN13码、UPCA码、UPCE码、交替25码、CODE93码、MATRIX25码、MSI码、CNPOST码、CODE11码、IND25码、ITF14码，二维码支持QR码、DataMatrix码。
该模块一般与图像源模块直接配合使用，在DL读码模块中可以根据应用场景选择全图ROI或者手动绘制ROI，然后再设置相关参数即可完成码的识别。

图14-281 DL读码示例效果图

参数配置

此处仅对该模块的运行参数进行介绍，基本参数结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*基本参数*和*结果显示*。

- 条码识别运行参数：

  条码类型

支持CODE39码、CODE128码、库得巴码、EAN8码、EAN13码、UPCA码、UPCE码、交替25码、CODE93码、MATRIX25码、MSI码、CNPOST码、CODE11码、IND25码、ITF14码，根据条码类型开启相应按钮。

条码个数

期望查找并输出的条码最大数量，若实际查找到的个数小于该参数值，则输出实际数量的条码。

- 二维码识别运行参数：

二维码类型

支持QR码、DataMatrix码，根据条码类型开启相应按钮。

二维码个数

期望查找并输出的二维码最大数量，若实际查找到的个数小于该参数值，则输出实际数量的二维码。

- 运行参数：

超时退出时间

算法运行时间超出该参数值，则直接退出，单位ms。设置为0时，超时退出时间则会关闭，以实际算法运行时间为准。默认设置为1000ms。

高性能模式

开启后，识别效果会更佳，但占用的CPU或GPU会上升。

码行列号

开启后，需设置**行数量**和**列数量**。

码等级

开启**码等级**后，还需设置相关参数。一维码等级仅支持128码和39码，二维码等级仅支持QR码和DM码。

二维码等级

ISO标准

包含ISO15415、ISO29158两种标准，可根据需求选择。

镜像模式

镜像指的是图像X方向镜像，可选择如下3种模式：

镜像

采集图像为镜子中反射图像，则选取此种模式。

非镜像

采集图像不是镜子中反射图像，则选取此种模式。

任意

默认模式，包括镜像和非镜像。

评级处理类型

可选处理类型1、处理类型2。

处理类型1

支持HIK评级模式。

处理类型2

支持ISO评级模式。

孔径尺寸

即滤波尺寸，上调滤波效果更加明晰，建议使用默认值。

评级模式

可选ISO模式、HIK模式，根据实际需求选择。

极性

包含任意、白底黑码和黑底白码三种形式，可根据所要识别码的极性进行选择。

二维码行数/列数

表示实际二维码包含的行数和列数，一般建议使用默认值，如有特殊情况也可根据实际数值进行填写。组成二维码的最小“方块”或“圆”所在行和列即为一行或一列。

边缘类型

可选连续型、离散型。

一维码等级

使能按钮

开启使能代表该指标的子等级计入总等级，包括译码评分、边缘确定度、符号对比度、最小反射率、边缘对比度、模块均匀性、可译码性、缺陷度、静区。

指标ABCD阈值

指该指标的分数计算等级时的区间，指标包括可译码性、缺陷度、最小反射率、边缘对比度、模块均匀性、对比度。

可译码性

读取该码的准确性和成功率。

缺陷度

可反映一维码的质量。

最小反射率

一维码中最暗的元素的反射率水平，可反映一维码在不同背景下的可读性和可靠性。

模块均匀性

即条形码中的条和空白的宽度是否一致，若宽度不一致则会导致读取失败。

对比度

即黑色和白色之间的区分程度。

孔径设置

开启后，可设置**孔径尺寸**（即滤波尺寸），上调滤波效果更加明显，建议使用默认值。

模块结果

*DL 读码*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

码个数

int型，表示识别到码的个数。

码状态

int型，表示码是否可以识别。1表示识别成功，不显示表示识 别失败，会显示各个码的状态 。

编码信息

string型，表示码蕴含的信息。

码类型

int型，表示识别到码的类型。

PPM

float型，一维码中表示成像后最细黑条或白空的像素数，二维码中表示最小模块边长占用的像素数 。

码角点

码角点X

float型，代表码四个角点的X坐标 。

码角点Y

float型，代表码四个角点的Y坐标 。

码角度

float型，表示码起点与终点连线后与水平方向的夹角，逆时针为正。

码镜像标志

GPU版本特有参数，int型，代表码的正反面，0为反面，1为正面。

矩形框

中心点

中心X

float型，表示识别到码的矩形框中心点的X坐标。

中心Y

float型，表示识别到码的矩形框中心点的Y坐标。

矩形宽度

float型，表示识别到码的矩形框宽度。

矩形高度

float型，表示识别到码的矩形框高度。

矩形角度

float型，表示识别到码的矩形框角度。基于水平线角度，顺时针旋转转正为正角度，逆时针转正为负角度。

码行号

int型，代表码在区域的第几行。

码列号

int型，代表码在区域的第几列。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

码等级

总等级质量

int型，代表码的总体质量，0(F)、1(D)、2(C)、3(B)、4(A)，数值越 大，代表码质量越好。

译码评分

int型，代表译码的评分，数值越大代表译码更容易更完整。

符号对比度

int型，代表评估条码区域深浅是否明显，最小亮度值与最大亮度值之 间的差值，0~4数值越大表示差值越大。

模块均匀性

int型，代表一维码（条形码）中条或空白的宽度是否一致。0~4数 值越大表示均匀性越好。

符号对比度分数

float型，代表符号对比度的得分。

模块均匀性分数

float型，代表模块均匀性的得分。

固定程度

int型，代表衡量空白区、定位图形、校正图形以及其他固有图形的无 损情况是否严重影响参考译码算法对视场终探测和识读能 力，是对固定图案的所有组成部分的总体评级。0~4数值 越大代表固定程度越好。

轴向不均匀性

int型，代表评估单元纵向和横向大小的失真度。0~4数值越大代表不 均匀性越小 。

网格不均匀性

int型，代表评估网格各单元的最大偏移。0~4数值越大代表不均匀性 越小。

未使用纠错

int型，代表评估纠正错误符号所消耗的纠错容量，0~4数值越大代表消耗纠错容量越少 。

水平打印伸缩

int型，代表评估印刷单元水平方向的延伸，0~4数值越大代表延伸越少 。

垂直打印伸缩

int型，代表评估印刷单元垂直方向的延伸，0~4数值越大代表延伸越少 。

反射率余量

int型，代表码中黑色和白色模块反射率之间的差异，数值越大代表反射余量越大。反射率差异越小会导致读码失败。

固定程度分数

float型，代表固定程度的得分情况。

码轴规整性分数

float型，代表轴向不均匀性的得分情况。

网格均匀性分数

float型，代表网格不均匀性的得分情况。

未使用纠错分数

float型，代表未使用纠错的得分情况 。

水平打印伸缩分数

float型，代表水平打印伸缩的得分情况。

垂直打印伸缩分数

float型，代表垂直打印伸缩的得分情况。

反射率余量分数

float型，代表反射率余量的得分情况。

边缘确定度

int型，代表码边缘是否清晰明确，0~4数值越大代表边缘越容易明确 。

最小反射率

int型，代表最暗的元素的反射率水平，在不同背景下的可读性和可靠 性，0~4数值越大代表反射水平越高。

最小边缘对比度

int型，代表相邻条纹的对比度，0~4数值越大代表对比度越大。

可译码性

int型，代表读取该码的准确性和成功率，0~4数值越大代表可译性越高。

缺陷度

int型，代表码中存在缺陷，用于描述该一维码的质量，0~4数值越大 代表缺陷越小 。

静区

int型，代表一维码中有一段特定的区域以此来确定一维码的起始位置 和方向，左右两侧是否有足够的空间，0~4数值越大代表 静区质量越好。

边缘确定度分数

int型，代表边缘确定度的得分情况 。

最小反射率分数

float型，代表最小反射率的得分情况。

最小边缘对比度分数

float型，代表最小边缘对比度的得分情况。

可译码性分数

float型，代表可译码性的得分情况。

缺陷分数

float型，代表缺陷度的得分情况。

静区分数

float型，代表静区的得分情况。

调试信息

算法调试状态字

int型，表示算法调试信息状态。

算法调试信息大小

int型，表示算法调试信息大小。

算法调试信息地址

string型，表示算法调试信息储存地址。

14.7.2 条码识别

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

通常一个完整的条码是由两侧静区、起始符、数据符、终止符组成的，以一维条码而言，其排列方式通常如下图所示。

图14-282 条码组成

一维码识别算法是实现对一维码的译码过程。首先会对图像中的一维码进行预处理以保证识别条码质量，然后进行译码，并保证一定的容错率。

使用方法

条码识别模块用于定位和识别指定区域内的条码，容忍目标条码以任意角度旋转以及具有一定量角度倾斜，支持CODE39码、CODE128码、库得巴码、EAN码、交替25码以及CODE93码。该模块常应用于“物流读码”、“商品贴标”及“零件喷码”等场景。

该模块无固定搭配使用模块，前序模块可以搭配仿射变换、形态学处理等图像处理模块对码成像做优化，然后输入到条码识别模块中进行读码，后序模块可以利用条码信息及位置进行定位、通信等处理。

参数配置

CODE39码/CODE128码/库得巴码/EAN码/交替25码/CODE93码

开启相应按钮可以识别该类型的码，当不确定码类型时，建议均开启。

条码个数

期望查找并输出的条码最大数量，若实际查找到的个数小于该参数，则输出实际数量的条码。

降采样系数

降采样也叫下采样，即是采样点数减少。对于一幅N*M的图像来说，如果降采样系数为k，则代表在原图中每行每列每隔k个点取一个点组成一幅图像。因此，下采样系数越大，轮廓点越稀疏，轮廓越不精细，该值不建议设置过大。

检测窗口大小

条码区域定位窗口大小。默认值4，当条码中空白间隔比较大时，可以设置得更大，比如5，但一般要保证条码高度大于窗口大小的6倍左右。

静区宽度

静区指条码左右两侧空白区域宽度，默认值30，稀疏时可尝试设置50。

去伪过滤尺寸

算法支持识别的最小条码宽度和最大条码宽度。

超时退出时间

可设置模块算法运行的限制时间，单位为ms。

- 设置为0时，不限制算法检测时间。
- 设置为非0数值时，
  - 若在设置时间内完成条码识别，则输出识别内容。
  - 若未在设置时间内完成识别，则识别失败，不输出识别内容。

模块结果

*条码识别*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

码个数

int型，表示识别到码的个数。

码状态

int型，表示码是否可以识别。1表示识别成功，不显示表示识 别失败，会显示各个码的状态 。

编码信息

string型，表示码蕴含的信息。

码类型

int型，表示识别到码的类型。

码角度

float型，表示码起点与终点连线后与水平方向的夹角，逆时针为正。

PPM

float型，一维码中表示成像后最细黑条或白空的像素数，二维码中表示最小模块边长占用的像素数 。

矩形框

中心点

中心X

float型，表示识别到码的矩形框中心点的X坐标。

中心Y

float型，表示识别到码的矩形框中心点的Y坐标。

矩形宽度

float型，表示识别到码的矩形框宽度。

矩形高度

float型，表示识别到码的矩形框高度。

矩形角度

float型，表示识别到码的矩形框角度。基于水平线角度，顺时针旋转转正为正角度，逆时针转正为负角度。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

调试信息

算法调试状态字

int型，表示算法调试信息状态。

算法调试信息大小

int型，表示算法调试信息大小。

算法调试信息地址

string型，表示算法调试信息储存地址。

14.7.3 二维码识别

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

二维码识别算法是实现对二维码的译码过程。首先对码的位置进行定位，完成姿态修正后对码图像进行预处理以提高码图像质量，然后进行译码，并保证一定的容错率。

使用方法

二维码识别模块用于识别目标图像中的二维码，将读取的二维码信息以字符的形式输出。一次可以高效准确地识别多个二维码，目前只支持QR码和DataMatrix码。该模块对码质量要求较高。
该模块无固定搭配使用模块，前序模块可以搭配仿射变换、形态学处理等图像处理模块对码成像做优化，然后输入到二维码识别模块中进行读码，后序模块可以利用二维码信息及位置进行定位、通信等处理。

参数配置

QR码/DataMatrix码

开启相应按钮可以识别该类型的码，当不确定码类型时，建议均开启。

二维码个数

期望查找并输出的二维码最大数量，若实际查找到的个数小于该参数，则输出实际数量的二维码。

说明

有些场景中二维码个数不确定，若要识别所有出现的二维码，则该参数可设置为场景中二维码个数最大值。在部分应用中，背景纹理较复杂，当前参数值可以适当大于需要识别的二维码个数。

极性

包含任意、白底黑码和黑底白码三种形式，可根据实际情况进行选择。

边缘类型

包含连续型、离散型和兼容模式三种类型，如下图所示。左边表示连续型，右边表示离散型，兼容模式可兼容其他两种类型。

图14-283 边缘类型

降采样倍数

图像降采样系数，数值越大，算法效率越高，但二维码的识别率降低。

码宽范围

二维码所占的像素宽度，码宽范围包含最大最小码的像素宽度。

镜像模式

包括任意、镜像和非镜像三种模式。当采集图像是从反射的镜子中等情况下采集到的图像，可选择**镜像**。

QR畸变

包括畸变和非畸变两种。当要识别的二维码打印在瓶体上或者类似物流的软包上有褶皱时，可选择**畸变**。

超时退出时间

算法运行时间超出该值，则直接退出。当设置为0时，以实际所需算法耗时为准，单位ms。

应用模式

- 普通模式：正常场景下采用普通模式。
- 专家模式：二维码较难识别时可选。
- 极速模式：需要**极性**、**边缘类型**以及**DM码类型**等参数均不为“兼容模式”时才可生效。

DM码类型

包括正方形、长方形和兼容模式三种类型。

模块结果

*二维码识别*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

码个数

int型，表示识别到码的个数。

码状态

int型，表示码是否可以识别。1表示识别成功，不显示表示识 别失败，会显示各个码的状态 。

编码信息

string型，表示码蕴含的信息。

码角度

float型，表示码起点与终点连线后与水平方向的夹角，逆时针为正。

矩形框

中心点

中心X

float型，表示识别到码的矩形框中心点的X坐标。

中心Y

float型，表示识别到码的矩形框中心点的Y坐标。

矩形宽度

float型，表示识别到码的矩形框宽度。

矩形高度

float型，表示识别到码的矩形框高度。

矩形角度

float型，表示识别到码的矩形框角度。基于水平线角度，顺时针旋转转正为正角度，逆时针转正为负角度。

PPM

float型，一维码中表示成像后最细黑条或白空的像素数，二维码中表示最小模块边长占用的像素数 。

评估版本

int型，101代表DM码，102代表QR码。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

调试信息

算法调试状态字

int型，表示算法调试信息状态。

算法调试信息大小

int型，表示算法调试信息大小。

算法调试信息地址

string型，表示算法调试信息储存地址。

14.7.4 DL字符定位

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

DL字符定位是基于深度学习的方法实现的，其主要原理是对标注好的字符区域进行学习，提取其形态、轮廓等低层级信息以及高层级语义信息。相对于人为选择的特征，深度学习方法学习到的特征信息具有更好的表征性，因此可以获得更高的字符定位精度。
基于深度学习的字符定位算法，会给每个定位框输出一个得分，也称为置信度，用于表示该定位框是字符框的可能性大小。该定位框是字符框的可能性越大，则置信度越大；反之，置信度越小。

使用方法

DL字符定位模块主要用于将图像中感兴趣的字符区域检测出来，通过匹配大致的字符库信息来确定字符的位置。当文本背景复杂或者位置不固定时，通过DL字符定位能够实现精准的字符位置输出。
传统定位算法与深度学习定位算法的适用场景对比如下：

- 传统字符定位：传统定位算法主要有快速（高精度）特征匹配、Blob分析等。主要用于有固定特征且特征一致性较好，特征与背景对比度高且背景简单的场景。
- 深度学习字符定位：无固定定位特征，字符形态不止一种，对比度低，背景略带干扰，支持多行、任意角度（0~180°）字符定位。

DL字符定位模块一般搭配DL字符识别模块使用，将字符定位出来后，字符识别模块检测区域继承定位的ROI完成字符的识别。

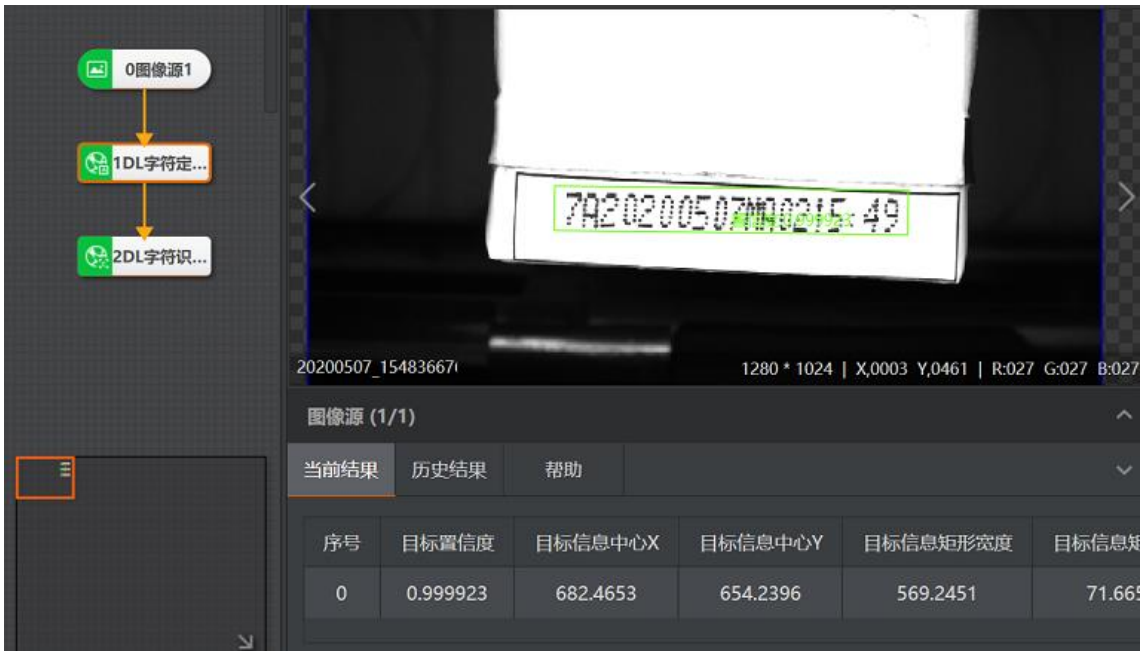


图14-284 DL字符定位使用示例

DL字符定位模块对字符在图像的占比有要求，建议字符高度不小于图像长边的2%。若不满足要求，建议先初定位对图像进行裁剪。裁剪需要用到匹配（模版匹配、Blob分析）、定位修正、仿射变换等模块。

参数配置

模型文件路径

此处会提供默认模型，也可以自行加载训练好的模型文件。

方案存模型

使能后，将模型数据保存到方案文件或流程文件中，跨机加载方案时无需再次输入模型文件路径。

最大查找个数

即最大查找的字符框个数。若实际检测出的字符框数量M小于最大查找个数N，则实际显示M个字符框；若实际检测出的字符框数量大于N，则实际只能显示N个字符框。

最小置信度

图像内所有像素的最小置信度，低于该参数值的像素会被过滤，高于该参数值的像素区域会被计算成包围字符框。

最小平均分数

若包围字符框内所有像素的平均置信度小于该参数值，则不返回该字符定位结果；可根据实际需求进行设置，默认值为0.3。

最大重叠率

字符框允许被遮挡的最大比例。当实际重叠率超过该参数值时，则不定位该字符。一般来说，该参数无需调整。

目标排序

可选按中心点X坐标排序、按中心点Y坐标排序、按置信度排序。

- 按中心点X/Y坐标排序：按照目标中心X/Y坐标从小到大对结果信息进行排序。

- 按置信度排序：按照目标置信度从大到小对结果信息进行排序。

边缘筛选使能

使能后，需设置**最小边缘分数**。若查找目标在边缘内的部分占整体的比例小于最小边缘分数，则舍去该查找目标。

字符角度使能

默认关闭状态，使能后需配置字符**角度范围**，只会保留角度符合设置范围的字符框。

字符宽度使能

默认关闭状态，使能后需配置字符**宽度范围**，只会保留宽度符合设置范围的字符框。

字符高度使能

默认关闭状态，使能后需配置字符**高度范围**，只会保留高度符合设置范围的字符框。

模块结果

*DL 字符定位*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

目标个数

int型，表示检测区域内检测到的定位框个数。

目标置信度

float型，表示每个定位框的置信度。

目标状态

int型，表示每个定位框的状态。1表示定位框正常，0表示定位框异常。

目标信息矩形

目标信息中心

目标信息中心X

float型，表示每个定位框中心点的X坐标。

目标信息中心Y

float型，表示每个定位框中心点的Y坐标。

目标信息矩形宽度

float型，表示每个定位框的宽度。

目标信息矩形高度

float型，表示每个定位框的高度。

目标信息矩形角度

float型，表示每个定位框的角度。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.7.5 DL字符识别

本节内容包含：

- *模块原理*
- *模型性能调优*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

字符识别是指利用神经网络来识别图像中的文本信息。一般来说，文本识别的输入图像应是文字图片，即定位好的文本行，所以文本识别一般与文本定位或者其他预处理配合使用。针对图像中的文字序列，通过自动学习得到的模型，转化为一组给定标签的输出序列。
根据识别对象的不同，字符识别可以划分为三种类型：单字识别、整词分类和整行识别（基于文本行序列的识别）。当能够定位出单字时，可以用图像分类的方法直接对单字进行分类；当需要预测的整词数量较少时，可以对整词进行分类；当有大量整词需要预测且没有单字定位时，就需要采用整行识别的算法。相较于前两种方法而言，整行识别无需考虑字符、单词个数，仅需识别一次，效率更高；同时还可以利用文本的上下文信息，识别准确率更高。DL字符识别模块使用的是整行识别方案，其工作流程大致如下。

- Step1：特征提取。通过卷积操作提取图像不同层级的语义信息。
- Step2：提取文字序列特征。借助循环神经网络中的LSTM层，将Step1中提取到的卷积神经特征转化为文字序列特征。
- Step3：结果输出。将Step2输出的文字序列转化为字符信息。

模型性能调优

此处提供几种模型性能不佳的情况以及对应的模型性能调优方法。

表14-41 模型性能调优方法

类型	调优方法
通用模型识别结果不佳	1. 误识别字符可以通过字符筛选规则进行更正

类型	调优方法
	2. 检查文字图片中文字是否清晰、完整，是否存在干扰、重叠或其他影响图像质量的情况 3. 评估字体是否正常，目前通用模型可支持包括点阵在内的各种常规字体 4. 文本框大小是否正常，如偏大或偏小，则需优化文本检测模块 5. 需对模型进行训练，一般10-20张
自行训练的模型识别结果不佳	1. 检查标签是否存在错误 2. 检查训练集文本是否具有一定的多样性，如文本内容差异不大，则可能出现过拟合问题 3. 检查训练参数是否合理

说明

由于字体的影响，数字0和字母O、数字1和大写字母I、大写字母V和小写字母v等字体非常接近的情况，比较容易出现误识别，往往需要结合字符串的规则进行优化。

使用方法

深度学习字符识别是指通过AI技术将印在物体表面的字符转换成计算机可以识别的信息，简单来讲就是识别物体表面的字符信息。在工业领域，其被普遍应用在食药品包装、3C电子、汽车零配件生产、半导体、物流等行业，实现生产日期、批号、产品编号等信息的自动识别。

DL字符识别模块的适用场景兼容传统字符识别模块适用的所有场景。对于字符形态不止一种、对比度低、背景略带干扰、稍微黏连和畸变但是肉眼可辨的字符，该模块也适用，如下图所示。

DL字符识别应用场景（模糊）

DL字符识别应用场景（背景干扰）

图14-285 DL字符识别应用场景示例

对于DL字符识别模块，前序模块可搭配用于字符定位的模块，如DL字符定位、模板匹配、Blob分析等模块。若要判断字符打印是否正确，需要与标准字符信息做对比，后续模块可能需要用到字符比较模块，流程如下图所示。

图14-286 DL字符识别示例

参数配置

模型文件路径

此处会提供默认模型，也可以自行加载字符训练生成的模型文件。

方案存模型

使能后，将模型数据保存到方案文件或流程文件中，跨机加载方案时无需再次输入模型文件路径。

字符校验

单击*字符校验*会弹出字符校验窗口，*启用字符校验*后可设置自定义字符校验信息。

- 识别字符个数：表示每个文本行最多可输出的字符个数N，若实际识别出的字符数量M大于N，则只输出N个字符；若实际识别出的字符数量M小于等于N，则输出全部M个字符。
- 设置字符类型：通过设置每一个字符所属的字符类型，并按照这些字符类型对输出的结果进行过滤。字符类型包括全部、数字（0~9）、大写字母（A~Z）、小写字母（a~z）、特殊字符、空格和自定义。

说明

- 特殊字符：其覆盖范围为自定义字符类型中的特殊字符。
- 自定义：可根据需求对已有字符库中的字符选择组合形式，完成设置后将鼠标放置在自定义设置框上可以显示已设定的组合形式。

图14-287 字符校验界面

最小置信度

若检测结果的置信度（即识别内容为文本行的概率）小于所设置的最小置信度，则不返回该字符识别结果；用户可根据实际需求进行设置，默认值为0.5。

模块结果

*DL 字符识别*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

检测区域状态

int型，代表每个检测区域的状态，1代表示模块功能正常，0代表模块功能异常。

检测序号

string型，表示每个检测区域的序号和文本框序号。例如2-1，表示第二个检测区域的第一个文本框。

字符个数

int型，表示每个文本框中检测到的字符串的字符个数。

字符串置信度

float型，表示每个文本框中检测到的字符串的置信度。

字符信息

string型，表示每个文本框中检测到的字符串的内容。

字符置信度

float型，表示每个文本框中检测到的字符串中单个字符的置信度。

最佳字符串信息

string型，代表置信度最高的字符串的内容 。

最优字符个数

int型，代表置信度最高的字符串的长度 。

最优字符串置信度

float型，代表置信度最高的字符串的置信度。

检测区域个数

float型，表示检测区域个数。

模型标识

int型，代表模型标识。

调试信息

算法调试状态字

int型，表示算法调试信息状态。

算法调试信息大小

int型，表示算法调试信息大小。

算法调试信息地址

string型，表示算法调试信息储存地址。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.7.6 DL单字符检测

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*

- *模块结果*

模块原理

单字符检测模块将定位与识别结合为一体，在定位的同时实现了字符识别；单字符检测的耗时受字符数量的干扰较小。为了便于将单字符聚集成文本，在单字符检测算法中内置文本行检测算法，并根据文本行信息将单字符聚集起来，形成完整的文本信息。此外，单字符检测也可识别弯曲文本，但需注意，单字符的检测目标是单个字符。

使用方法

DL单字符检测模块可用于获取输入图像源中的单个字符信息。当图像中有多行文本且使用定位和识别组合耗时较大时，或图像中文本分布较为分散或杂乱时，可以考虑使用DL单字符检测模块，可以减少识别过程耗时。

DL单字符检测与DL字符识别的用途基本一致，主要是在应用场景上存在差异，DL单字符检测更适合识别无法展开的弯曲字符、单个字符以及不规则文本行。

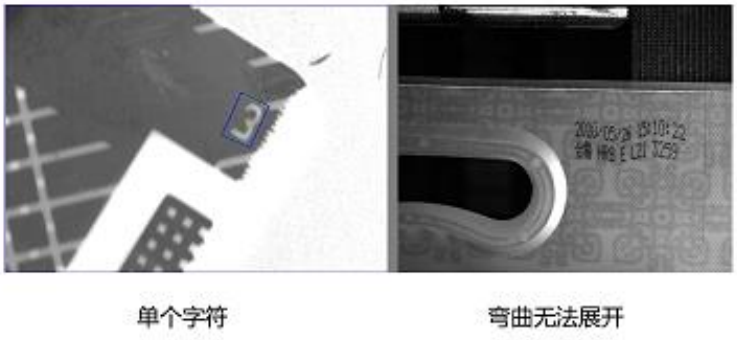


图14-288 DL单字符检测应用场景

DL单字符检测模块的使用场景通常有以下两种：如果是做信息追溯应用，一般只需要保存字符即可，DL单字符检测模块与图像源模块配合使用即可完成字符定位识别功能；如果要判断字符打印是否正确，则需要与标准字符信息做对比，此时需要与字符比较模块配合使用，如下图所示。

图14-289 DL单字符检测示例

参数配置

运行参数：

模型文件路径

此处会提供默认模型，用户也可以自行加载字符训练生成的模型文件。

方案存模型

使能后，将模型数据保存到方案文件或流程文件中，跨机加载方案时无需再次输入模型文件路径。

字符过滤

单击*字符过滤*会弹出字符过滤窗口，*启用字符过滤*后可设置自定义字符过滤信息。

- 识别字符个数：表示每个文本行最多可输出的字符个数N，若实际识别出的字符数量M大于N，则只输出N个字符；若实际识别出的字符数量M小于等于N，则输出全部M个字符。
- 设置字符类型：通过设置每一个字符所属的字符类型，并按照这些字符类型对输出的结果进行过滤。字符类型包括全部、数字（0~9）、大写字母（A~Z）、小写字母（a~z）、特殊字符、空格和自定义。

说明

- 特殊字符：其覆盖范围为自定义字符类型中的特殊字符。
- 自定义：可根据需求对已有字符库中的字符选择组合形式，完成设置后将鼠标放置在自定义设置框上可以显示已设定的组合形式。

图14-290 字符过滤界面

最大查找个数

即最大查找的文本行个数。若实际检测出的文本行数量M小于最大查找个数N，则实际显示M个文本行；若实际检测出的文本行数量大于N，则实际只能显示N个文本行。

最小置信度

若检测结果的置信度（即识别内容为单个字符的概率）小于所设置的最小置信度，则不返回该字符识别结果；可根据实际需求进行设置，默认值为0.5。

最大重叠率

表示两个定位字符框之间的重叠面积与较小字符框面积之间的比值。当实际重叠率超过该参数值时，则不识别该字符；可根据实际需求设置，默认值为0.5。

目标排序

可选按中心点X坐标排序、按中心点Y坐标排序、按置信度排序。

- 按中心点X/Y坐标排序：按照目标中心X/Y坐标从小到大对结果信息进行排序。
- 按置信度排序：按照目标置信度从大到小对结果信息进行排序。

高级参数：

边缘筛选使能

使能后，需设置**最小边缘分数**。若查找目标在边缘内的部分占整体的比例小于最小边缘分数，则舍去该查找目标。

文本宽度使能

默认关闭状态，使能后需配置文本**宽度范围**，只会保留宽度符合设置范围的文本行。

文本高度使能

默认关闭状态，使能后需配置文本**高度范围**，只会保留高度符合设置范围的文本行。

模块结果

*DL单字符检测*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

文本行个数

int型，代表检测区域内检测到的文本行个数，不超过最大查找个数。

文本行状态

int型，1代表检测到文本行，0代表未检测到文本行，该参数输出个数与文本行个数保持一致1代表检测到文本行，0代表未检测到文本行，该参数输出个数与文本行个数保持一致。

字符置信度

float型，表示每个文本框中检测到的字符串中单个字符的置信度。

字符状态

int型，表示每个文本行中单个字符的状态。1表示检测到字符，0表示未检测到字符。

字符信息

string型，表示每个文本框中检测到的字符串的内容。

字符串信息

string型，代表检出的单个字符组合成一个字符串。

字符个数

int型，表示每个文本框中检测到的字符串的字符个数。

字符串置信度

float型，表示每个文本框中检测到的字符串的置信度。

检测序号

string型，表示每个检测区域的序号和文本框序号。例如2-1，表示第二个检测区域的第一个文本框。

字符信息矩形

字符信息中心

字符信息中心X

float型，代表单字符框位置中心点的X坐标。

字符信息中心Y

float型，代表单字符框位置中心点的Y坐标。

字符信息矩形宽度

float型，代表单字符框的宽度。

字符信息矩形高度

float型，代表单字符框的高度。

字符信息矩形角度

float型，代表单字符框的角度。

文本框信息

文本框中心点

文本框中心X

float型，代表检测到的文本行的中心点X坐标。

文本框中心Y

float型，代表检测到的文本行的中心点Y坐标。

文本框宽度

float型，代表检测到的文本行宽度。

文本框高度

float型，代表检测到的文本行高度。

文本框角度

float型，代表检测到的文本行角度。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.7.7 字符识别

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

字符识别分为训练和识别两部分：

- 训练阶段：在设定的训练区域内，利用自适应分割先获取单个字符，并针对单个字符提取字符特征信息，同时根据输入的字符信息利用分类器进行训练，生成字符库。
- 识别阶段：直接设定检测区域，工具会自动进行分割和特征提取，然后将单个字符特征传入到训练库中计算距离度量，通过分类器输出识别结果。

使用方法

字符识别模块是通过字库训练达到识别图片中字符的作用，无需深度学习训练。该模块常用于字符种类较少、字符位置较稳定且成像清晰的识别场景。
该模块无固定搭配使用模块，前序模块可搭配几何变换、形态学处理等图像处理模块对字符效果优化，将字符清晰的图片输入至字符识别模块，字符识别模块会输出第一可能识别结果和候选识别结果，默认读取第一可能结果，成功提取字符后输出至后序模块。

参数配置

字库训练

单击可弹出字库训练界面，操作步骤如下：

1. 框选目标字符区域。
2. 单击*提取字符*，会出现已被红色框分割的字符，如下图所示。

图14-291 字库训练

3. 单击*训练字符*，此处需输入对应的字符真值，并单击*添加至字符库*即可完成训练。若识别不准确可重复训练，如下图所示。

图14-292 训练字符

字符过滤

单击可弹出字符过滤界面，操作步骤如下：

1. *启用字符过滤*可提高识别的准确性，此时在相应的位置只识别所设置的字符类型，如下图所示。

图14-293 字符过滤

2. 自定义设置**识别字符个数**以及设置每个字符的类型，包括全部、数字、大写字母、小写字母、特殊字符、空格、自定义等几种类型，可以通过**自定义**来定义容易误读的字符，但前提是自定义字符应存在于字符库中。

字符极性

包含白底黑字和黑底白字两种类型。

字符宽度范围

设置字符的最小宽度和最大宽度。

宽度类型

包含可变类型和等宽类型两种类型。当字符宽度一致时，建议选择**等宽类型**；当字符宽度有差异，建议选择**可变类型**。

字符宽度范围

设置字符的最小高度和最大高度。

二值化系数

二值化阈值参数，范围为[0, 100]。

片段面积范围

单个字符片段的面积范围。

合格阈值

能够被识别字符的最小得分。

距离阈值

字符片段到文本基线的距离，大于该值则删除。

忽略边框

选择**是**则忽略与ROI区域粘连的字符，选择**否**则不忽略。

主方向范围

文本行倾斜角度搜索范围。

倾斜角范围

允许字符倾斜的最大范围。

字符最小间隙

两个字符间的最小横向间距。

行间最小间隙

多行字符间的最小间隙 。

最大宽高比

单个字符外接矩形的最大宽高比。

分类方法

该参数配合相似度类型使用，有距离最近、权重最高和频率最高三种方式。

字宽滤波使能

是否开启字符间字符宽度的滤波使能。

笔画宽度范围

单个笔画的宽度范围，在打开**宽度滤波使能**后才能生效。

相似度类型

可选择欧式距离和余弦距离，不同类型会影响其识别率。

模块结果

*字符识别*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

识别结果数量

int型，代表识别的字符集合的个数。

字符个数

int型，表示每个文本框中检测到的字符串的字符个数。

字符信息

string型，表示每个文本框中检测到的字符串的内容。

候选字符

string型，代表识别的得分次高的字符结果。

字符分数

float型，代表识别的得分最高的字符的得分，数组，其长度等于字符个数 。

字符框

字符中心点

字符中心X

float型，代表识别的字符的中心X坐标 。

字符中心Y

float型，代表识别的字符的中心Y坐标 。

字符矩形宽度

float型，代表识别的字符的宽度，数组，其长度等于字符个数。

字符矩形高度

float型，代表识别的字符的高度，数组，其长度等于字符个数。

字符矩形角度

float型，代表识别的字符的角度，数组，其长度等于字符个数。

字符矩形倾斜度

float型，代表识别的字符的矩形倾斜角度，数组，其长度等于字符个数。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

第一字符

string型，代表识别的得分最高的字符，数组，其长度等于字符个数，与字符信息一致、

第一字符得分

float型，代表识别的得分最高的字符的得分，数组，其长度等于字符个数。

第二字符

string型，代表识别的得分次高的字符，数组，其长度等于字符个数，与候选字符一致。

第二字符得分

float型，代表识别的得分次高的字符的得分，数组，其长度等于字符个数。

置信度

float型，表示识别的字符的置信度。数组，其长度等于字符个数。

14.7.8 ML分类

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

ML分类模块是基于传统机器学习的方式，提取图像特征，并基于图像特征和标签训练分类器模型，使用该模型对未知标签类别的图像进行推理，得到对图像类别信息的预测，实现图像分类的效果。
整个算法分为训练和推理两个阶段，如下图所示。

- 训练阶段：从待分类数据样本中取出部分有代表性的样本并标记其类别，使用这部分带有类别标签的数据作为训练集，使用选择的特征提取器得到图像特征，将特征与对应的类别标签输入分类器进行训练，得到分类模型文件，完成训练工作。
- 推理阶段：首先需要加载训练阶段得到的分类模型文件，内部解析模型文件，按照文件中的信息重构与训练过程相同的特征提取器和分类器，然后对输入的未知分类数据样本进行特征提取和分类器预

测，最后输出该样本的类别信息，完成分类。

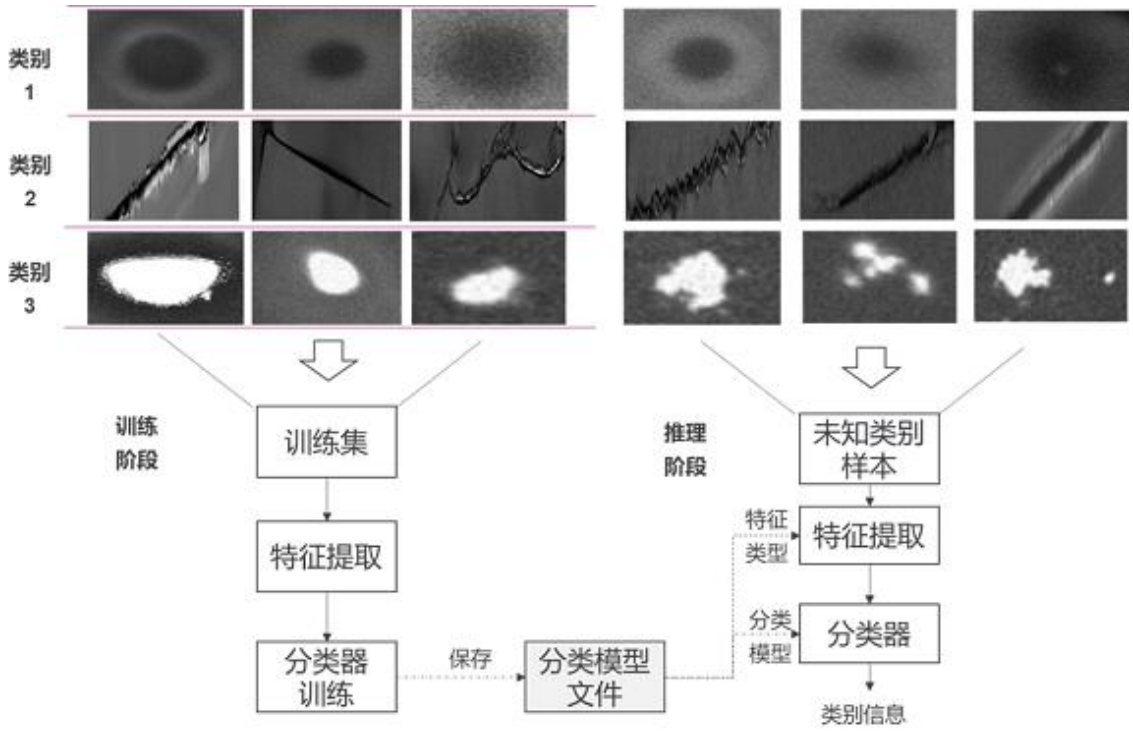


图14-294 ML分类算法流程

该模块功能与*DL分类*模块类似，两者的差别在于ML分类基于机器学习实现，DL分类基于深度学习实现。

使用方法

ML分类根据图像中所反映的不同特征，可将不同类别的目标进行区分。该算法利用特征提取器及分类器，把图像分类为若干类别中的某一种，以代替人的视觉判读，在物体识别、分拣方面有广泛应用。ML分类模块一般和图像源模块配合使用，最终输出标签索引和标签名，示例执行结果如下图所示。

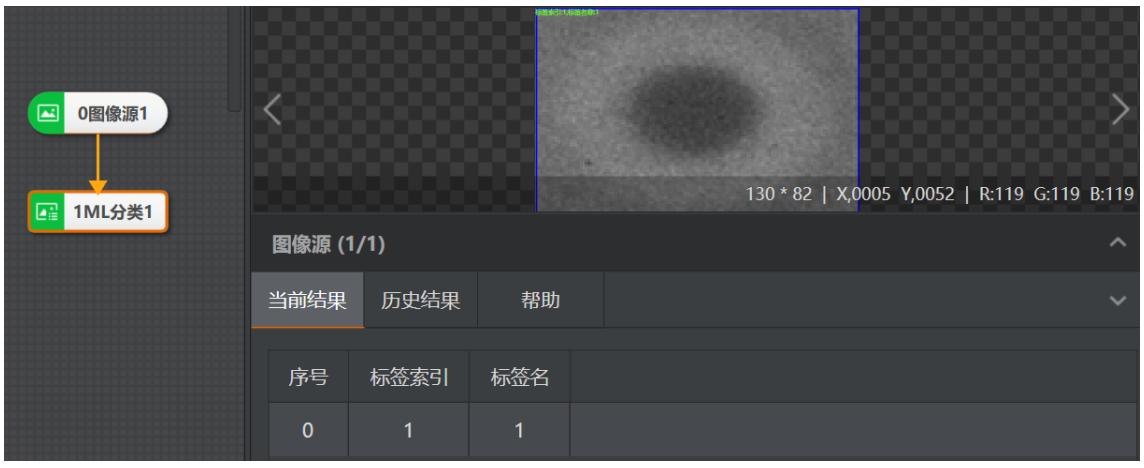


图14-295 ML分类执行结果

参数配置

此处仅对该模块的运行参数进行介绍，基本参数结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*基*

*本参数*和*结果显示*。

模型文件路径

选择之前训练生成的模型文件。

方案存模型

使能后，将模型数据保存到方案文件或流程文件中，跨机加载方案时不需要再输入模型文件路径。

模块结果

*ML分类*模块的模块结果具体如下：

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

预测信息个数

int型，代表获取的分类个数。

标签索引

int型，代表获取的分类的索引，数组，其长度等于预测信息个数。

标签名

string型，代表获取的分类的名称，数组，其长度等于预测信息个数。

14.8 2D缺陷检测

“2D缺陷检测”类别下的模块可用于识别2D图像中呈现的零部件特征缺陷。

14.8.1 表面缺陷滤波

*表面缺陷滤波*模块适用于简单、无纹理背景的表面缺陷检测场景，可检测工件表面点状、线状、块状等不同形状的缺陷（划伤、破损、异物等），且不受材料表面亮度变化影响。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

基础工作原理

在对材料表面的缺陷进行检测时，缺陷区域往往呈现出与背景不同的灰度特征，导致表面灰度分布出现突变。表面缺陷滤波算法将该图像特征抽象为“异常灰度像素值在一定空间范围内构成的区域”，同时结合缺陷的空间与灰度分布特征，生成图像空域滤波器，对图像中的像素以及其邻域像素的分布进行分析。
下图示例为缺陷区域的一维信号波形。该图中，缺陷区域灰度值出现异于背景灰度分布的突变，且波形近似于高斯函数。

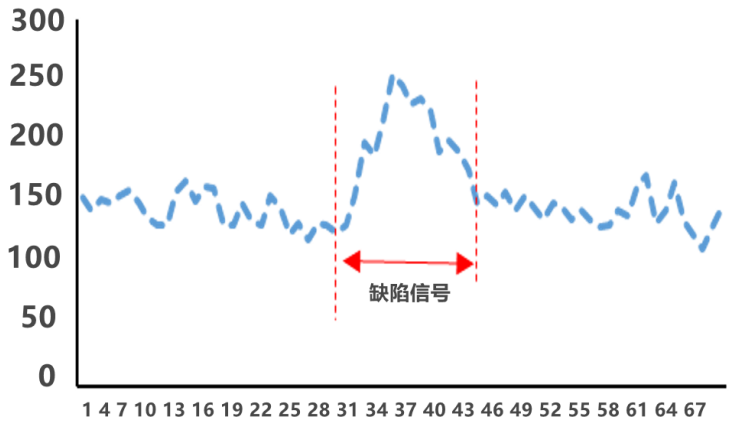
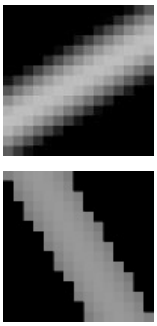


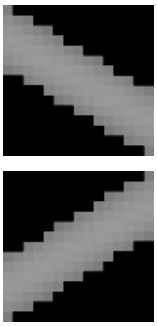
图14-296 缺陷区域一维信号波

算法根据上图缺陷信号波形，构造一个与缺陷信号波形相同的高斯函数，并基于该函数在大于缺陷区域的滤波窗口内生成滤波核。

$$kernel = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

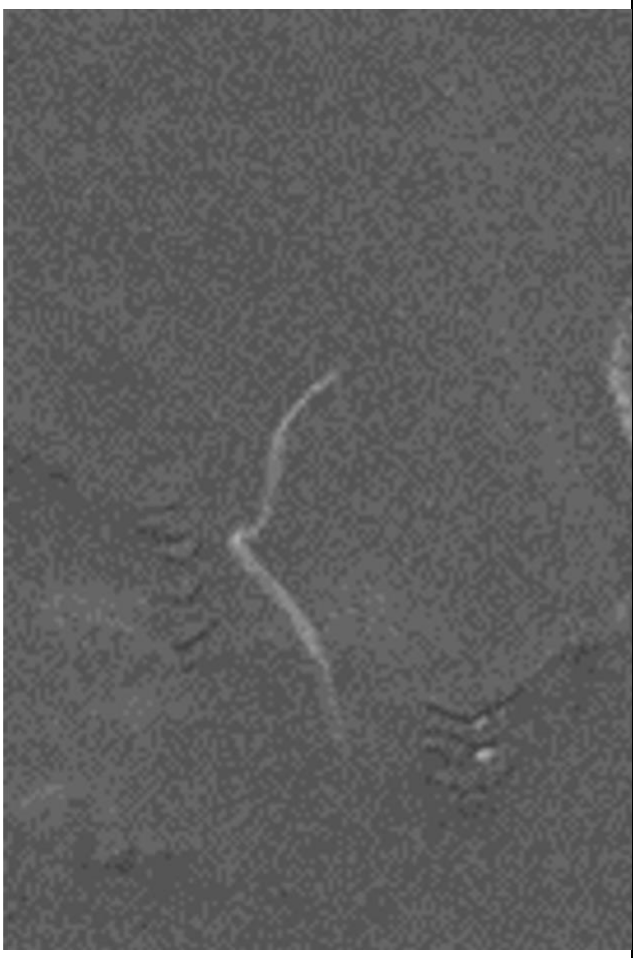
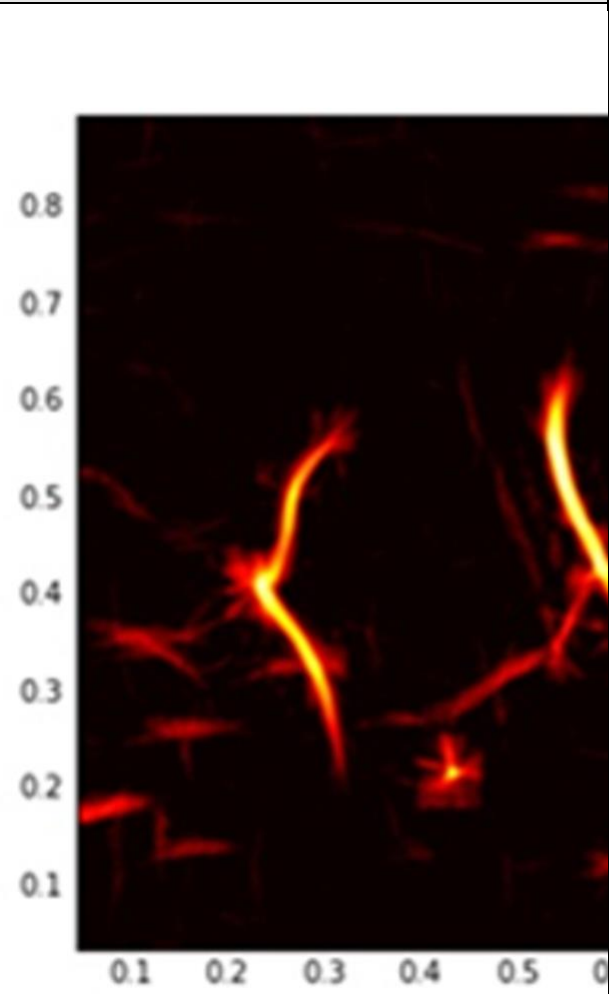
为了对不同方向的缺陷进行检测，将生成的滤波核进行旋转，得到不同方向的滤波核（示例如下）。





使用上述滤波核对缺陷图像进行滤波，并综合各个方向的滤波结果，得到最终的滤波响应结果。

$$F = \sum_{i=1}^{i=n} \omega_i f\left(\theta_i\right)$$

缺陷原图	滤波响应结果
	

算法工作流程

基于上述基础工作原理，可将算法主要工作流程归纳如下：

1. 生成不同方向的卷积滤波核。
2. 分别使用生成的各滤波核对图像进行滤波处理。
3. 综合各方向的滤波结果生成最终的缺陷滤波响应图。
4. 根据滤波响应值判断缺陷是否存在。如果存在，同时输出缺陷的严重程度。

使用方法

在流程中，***表面缺陷滤波***的前后序模块详情如下。

表14-42 前后序模块

前后序模块	描述
前序模块	前序模块为*图像源*，可为*表面缺陷滤波*提供图像输入
后序模块	后序模块为*BLOB分析*，可处理*表面缺陷滤波*生成的滤波响应图，并筛选出符合条件的缺陷blob

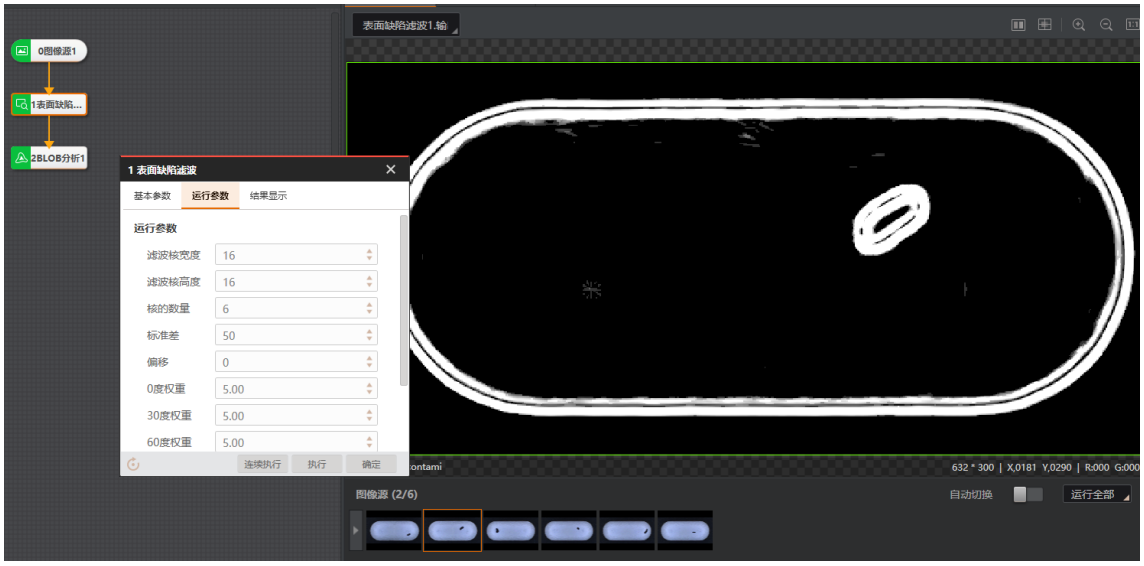


图14-297 示例

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

表14-43 运行参数

参数	描述
滤波核宽度/高度	即滤波核尺寸，决定滤波核的视野大小。在缺陷检测时，模块对滤波核所覆盖的图像区域进行检测，因此需确保滤波核尺寸大于所要检测最大缺陷的宽度或高度的最小值。 设置原则：当设置的滤波核尺寸大于图像中缺陷尺寸的最小值时，针对相同大小的缺陷，滤波核尺寸越大，滤波效果越好，但算法耗时会显著增加。此时建议对需检测图像进行尺寸缩放以降低图像大小，但需确保需检测的缺陷信息无明显损失。
核的数量	即滤波核分析的角度颗粒度。软件根据设置的数值，在0到180度之间均匀分布滤波核方向。滤波核个数越多，算法检测的角度方向越多，能对更多方向的缺陷产生显著的滤波响应。

参数	描述
	随着滤波核个数的增大，算法滤波效果提升并不明显，但算法耗时会相应增加。请根据实际情况设置，一般设置为6即可满足大部分需求。对于缺陷较为明显的样本，甚至可设置更少数量的滤波核个数。
标准差	即滤波核函数中的高斯标准差。标准差值越大，则波形的能量越发散，能对越大范围的信号产生响应，能检测更多缺陷特征较为微弱的区域；此外，对噪声信号的响应也会越明显。 设置该参数时，需根据缺陷信号的强度和表面粗糙度综合确定。 ● 检测的缺陷越微弱，则该参数需设置越大的取值，使滤波核能对更大范围的信号产生滤波响应。 ● 检测的表面越粗糙，则该参数需设置越小的取值，避免噪声核背景的干扰。检测表面粗糙度与可检测出的缺陷微弱程度相关，表面越平滑则能检测缺陷信号的微弱程度越低。
偏移	在整体滤波响应的结果中减掉该参数值。其作用为在调整波长和标准差等参数后，整体调整滤波响应的范围。 ● 当整体滤波响应强度偏大，使很多噪声和背景产生干扰时，通过增大该参数可使整体响应值减小，直到满足将噪声的偏移降低到0为止。 ● 当整体滤波响应偏小而又不存在过多的噪声，则适当减小该参数，可使滤波响应值朝着增大的方向偏移。
0/30/60/90/120/150度权重	滤波方向权重参数，包含0度、30度、60度、90度、120度和150度这6个方向的滤波响应权重。 当滤波核的个数不等于6时，其他方向的滤波响应权重由这6个方向的权重自适应计算得到。通过改变不同方向的权重，可控制某个方向的滤波结果对整体滤波响应值的作用。取值范围为-10 ~ +10，值越大，则该方向的滤波响应在进行结果融合时，所起到的作用越强。

模块结果

*表面缺陷滤波*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.8.2 字符缺陷检测

可通过*字符缺陷检测*模块准确识别字符缺陷，包括字符脏污、缺失、差异等缺陷。该模块适用于检测各类部件的字符缺陷，如半导体芯片上雕刻字符缺陷和包装行业印刷字符缺陷。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *字符模板*
- *模块结果*

模块原理

*字符缺陷检测*可将目标图像与标准图像进行比对，从而进行字符的缺陷检测，分为建模和检测两个流程。

建模

建模只需要注册OK样本，并保存OK样本中有效字符的特征信息。
整体流程：

1. 输入待检测图像。
2. 设定定位基准，用于对待检测图像粗定位。
3. 进行字符分割，获得文本行/单词/字符区域。
4. 对分割的字符区域进行建模，获得字符的特征信息。

5. 进行模型训练，将所有OK样本的字符特征信息保存到模型中。

检测

整体流程：

1. 输入待检测图像以及建模得到的模型。
2. 对输入的待检测图像进行模板匹配。
3. 结合模板匹配定位结果、建模时的基准位置及检测区域，进行位置修正，获得当前检测图像的检测区域。
4. 进行字符匹配，获得与建模时对应的文本行/单词/字符。
5. 将上一步匹配到的文本行/单词/字符与模型中的文本行/单词/字符进行特征比对，计算精确的缺陷位置。

使用方法

前序后模块

在流程中，*字符缺陷检测*模块的前序模块为*图像源*和*高精度匹配*。*图像源*为*字符缺陷检测*提供图像输入，*高精度匹配*为*字符缺陷检测*提供可继承的特征模板。

图14-298 应用示例

主要配置步骤

在流程中调用*字符缺陷检测*模块后，该模块的主要配置步骤如下。

1. 执行一次流程，使*字符缺陷检测*获取*图像源*输入的图像。
2. 双击流程中的*字符缺陷检测*，打开该模块的配置窗口，依次配置*基本参数*、*字符模板*、*运行参数*和*结果显示*。
3. 单击*执行*，查看该模块的运行结果。

字符模板

*字符缺陷检测*模块需将目标图像与基准图像比对，判断目标图像的字符是否存在缺陷。创建字符模板即创建上述基准图像的过程。

前提条件

已执行一次流程，使*字符缺陷检测*模块获取到*图像源*输入的图像。

请参照如下步骤创建并配置字符模板。

操作步骤

1. 在*字符缺陷检测*模块的配置窗口，选择*字符模板*页签。
2. 单击*模板训练*打开*字符训练模板*窗口。
3. 设置基准，创建定位模型。
   - 选项1：在该窗口左上角选择**直接创建**（默认为该选项）。
   - 选项2：单击*直接创建*处，选择**继承**，并在*模板选择*下拉列表选择*高精度匹配*模块的*模板*（如下图所示）。

图14-299 模板继承

4. 单击*下一步*，设定检测目标。
   1) 单击，并在图像上拖动光标绘制检测区域。
   2) 根据实际需求设置字符分割相关参数，定义该模块如何提取字符。

最小字符面积

设置面积阈值，查找面积大于设置数值的目标字符。

最小字符宽度

设置字符宽度的阈值，查找宽度大于设置数值的目标字符。

二值化尺度

设置的数值越低，可提取的二值化点越少，但也越可靠，请根据实际需求设置。

二值化窗口大小

设置二值化点的领域的大小。

显示二值图

开启以后会进行图像二值化，背景图像和字符灰度差更明显。

字符极性

可选黑底白字或白底黑字。

字符分割方式

可选文本行分割、单词分割和字符分割。

5. 单击 *下一步*，设置精定位。
   1) 如果上一步中提取的字符效果不理想，重新绘制效果不理想的区域，并设置精定位相关参数。

缩放模式

可选取手动和自动两种模式，推荐使用自动模式

精度金字塔尺度

表示提取特征颗粒的精细程度，当精细尺度取值为1时精细程度最大，取边缘点数量最多，精度最高

速度金字塔尺度

数值越大抽取边缘点就越稀疏，但会加快匹配速度，取值范围1~20

阈值模式

可选自动以及手动两种模式 。
自动：根据目标字符自动决定阈值参数，自动适应。
手动：以定的阈值作为查找的阈值参数。

模型低阈值

阈值模式设置为**手动**时生效，查找的最低阈值参数

   2) 根据实际需求设置训练参数并单击 *训练模板*。

最小匹配分数

匹配分数指特征模板与搜索图像中目标的相似程度，即相似度阈值。目标与模板相似度达到该阈值时才会被搜索到。最大取值为1，表示完全契合，默认为0.5

角度范围

匹配目标相对于已创建模板的角度变化范围。如需搜索有旋转变化的目标，则需相应设置，默认范围-180°~ 180°

阈值类型

自动阈值：根据目标图像自适应阈值参数。
模板阈值：以模板的对比度阈值作为匹配阶段的阈值参数。
手动阈值：以用户设定的阈值作为查找的阈值参数。

边缘阈值

阈值类型选择**手动阈值**时，需要设置。

位置修正

开启后，如果检测的字符位置有所调整，只要调整范围在宽度和高度方向容忍的尺度范围内，仍可成功提取字符。

宽度方向容忍

宽度方向允许偏离模板的尺度，开启 *位置纠正* 时需设置

6. 单击 *下一步*，设置检测区域掩膜（即无需识别的区域）。

1) 单击，启用掩膜绘制功能
2) 在检测区域内拖动光标，绘制无需识别字符的区域。

7. 单击*下一步*，对图像进行模板训练。
   1) 加载多张建模图像进行统计训练。
   2) 选择合格图像标记为*统计当前图像*。当某张图存在缺陷，无需进行统计训练时，单击*不统计当前图像*。

图14-300 统计训练

8. 单击*完成*。

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 字符模板相关参数详情，请参见*字符模板*
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

- 字符检测参数详情如下。

缺陷类型

共有三种类型，可选亮缺陷、暗缺陷、亮暗缺陷。

亮/暗缺陷阈值

亮/暗缺陷的最小灰度值。

亮/暗缺陷尺度

亮/暗缺陷的最小尺度。

边缘容忍度

取值越大对缺陷容忍程度越高。

面积大小阈值

检测图像与高低阈值图像比较得到差异二值图，二值图中大于面积阈值图的blob认定为缺陷。

- 字符精定位参数详情如下。

最小匹配分数

匹配分数指特征模板与搜索图像中目标的相似程度，即相似度阈值。目标与模板的相似度达到该阈值时才会被搜索到。最大取值为1，表示完全契合，默认为0.5。

角度范围

表示待匹配目标相对于已创建模板的角度变化范围。如需搜索存在旋转变化的目标，则需设置该参数。

X/Y尺度范围

表示待匹配目标相对于已创建模板的缩放尺度变化范围。如需搜索在图像中存在大小缩放的目标，则需配置该参数。

位置纠正

开启后，如果检测的字符位置有所调整，只要调整幅度在宽度和高度方向容忍的尺度范围内，仍可成功提取字符。

宽度/高度方向容忍

宽度/高度方向允许偏离模板的尺度，开启**位置纠正**时需设置。

阈值类型

选择边缘对比度阈值的类型。该模块仅输出边缘对比度高于该阈值的轮廓。
自动阈值：根据目标图像自适应边缘对比度阈值。
模板阈值：以模板的边缘对比度阈值作为匹配阶段的阈值
手动阈值：以手动设置的**边缘阈值**（即边缘对比度阈值）作为匹配阶段的阈值。

- 字符粗定位参数性情如下。

最小匹配分数

同上文**最小匹配分数**。

匹配极性

极性表示特征图形到背景的颜色过渡情况（由黑到白或由白到黑）。查找目标的边缘极性和特征模板的极性不一致但仍要保证目标被查找到时，则需将该参数设置成**不考虑极性**；如不需要，可设置成**考虑极性**，缩短查找时间。

角度范围

同上文**角度范围**。

X/Y尺度范围

同上文**X/Y尺度范围**。

阈值类型

同上文**阈值类型**。

模块结果

*字符缺陷检测*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

匹配状态

int型，1表示匹配成功，0表示匹配失败。

字符状态

int型，表示每个文本行中单个字符的状态。1表示检测到字符，0表示未检测到字符。

字符框个数

int型，代表待检测的字符框个数。

字符框

字符框中心点

字符框中心X

float型，代表字符框中心点的X轴坐标。

字符框中心Y

float型，代表字符框中心点的Y轴坐标。

字符框宽度

float型，代表字符框的宽度。

字符框高度

float型，代表字符框的高度。

字符框角度

float型，代表字符框较长边相对于X轴正方向的旋转角度，顺时针为正，逆时针为负。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

匹配框

表示将匹配对象框选起来的最小矩形框。

匹配框中心

匹配框中心X

float型，表示匹配框中心点的X坐标。

匹配框中心Y

float型，表示匹配框中心点的Y坐标。

匹配框宽度

float型，表示匹配框的宽度。

匹配框高度

float型，表示匹配框的高度。

角度

float型，表示匹配框较长边旋转至水平线方向的角度，顺时针为正，逆时针为负。

缺陷个数

int型，表示检测到的缺陷个数。

缺陷框

缺陷框中心点

缺陷框中心X

float型，表示缺陷框中心点的X坐标。

缺陷框中心Y

float型，表示缺陷框中心点的Y坐标。

缺陷框宽度

float型，表示缺陷框的宽度。

缺陷框高度

float型，表示缺陷框的高度。

缺陷框角度

float型，表示缺陷框以初始点开始顺时针旋转的角度。

缺陷图像

缺陷图像数据

image型，代表完成缺陷检测后以二值图输出的缺陷图像。

缺陷图像宽度

int型，代表输出图像的宽度，一般单位为像素。

缺陷图像高度

int型，代表输出图像的高度，一般单位为像素。

缺陷图像像素格式

int型，代表输出图像的像素格式。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

14.8.3 异常检测

*异常检测*模块可通过边缘特征或灰度特征检测物料异常情况，并输出异常缺陷的位置信息。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *缺陷模型*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

图像异常检测算法的工作流程分为注册阶段和检测阶段两大阶段。注册阶段，该算法基于合格样本提取特征，并构造特征模型。在之后的检测阶段，该算法将目标图像与合格样本图像进行比较：

- 如果目标图像存在与合格样本图像不同的像素区域，该算法将根据异常程度给出异常得分，并将异常得分与预设的分数阈值进行比较。
- 如果异常得分低于阈值，则判定图像为存在缺陷。

该算法的整体工作流程见下图。

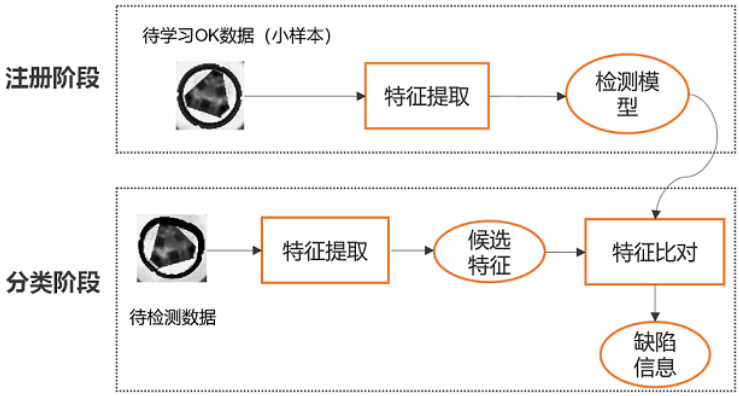


图14-304 图像异常检测算法原理

注册阶段

注册阶段，该算法的工作流程如下：

1. 从注册的合格样本（即OK图像）中提取图像特征，获取特性向量。
2. 根据所有注册样本的特性向量，构造统计模型，描述OK图像的特征分布。

检测阶段

检测阶段，该算法的工作流程如下：

1. 对检测样本按照与注册时相同的方式提取特征。
2. 将该特征与统计模型的特征进行比对。
3. 根据两者的相似度输出相似度得分。
4. 检测出得分低于阈值的图像区域作为缺陷区域。

使用方法

前后序模块

在流程中，该模块的前序模块一般为*图像源*。由于该模块的算法工作流程中存在模板匹配过程，所以无需进行粗定位。

主要配置步骤

在流程中调用该模块后，该模块的主要配置步骤如下：

1. 配置该模块的基本参数，详情参见*基本参数*。
2. 配置*缺陷模型*。

3. 配置该模块的*运行参数*。
4. 配置该模块的*结果显示*。
5. 执行或连续执行该模块，查看该模块的输出结果。

应用示例

下图为通过*异常检测*检测部件表面结构异常的示例。

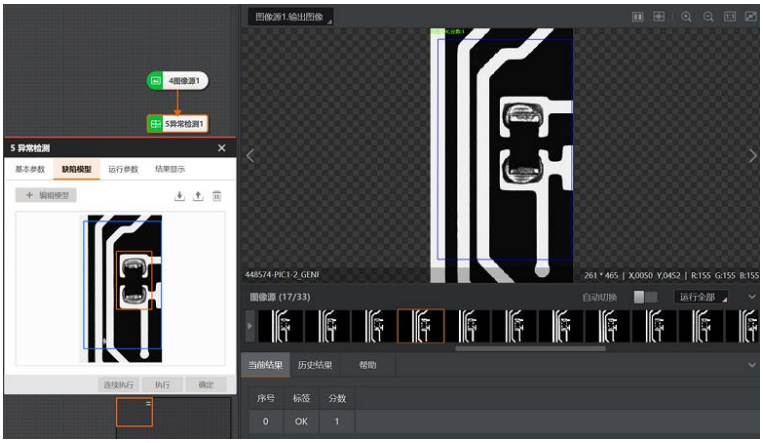
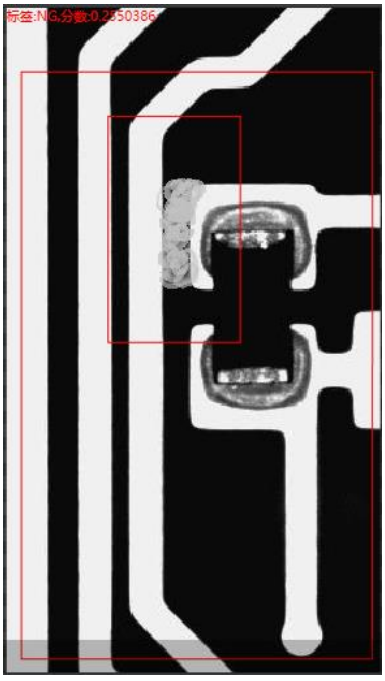
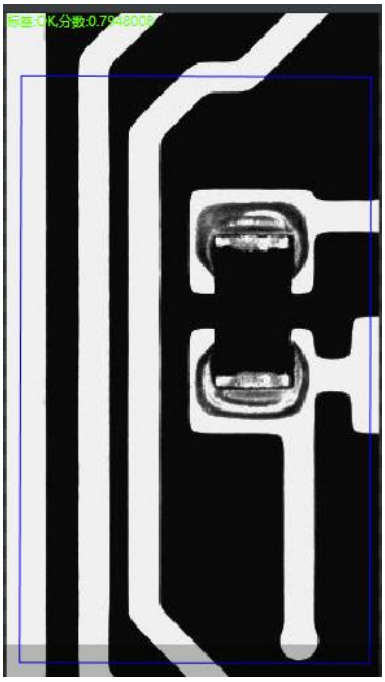


图14-305 应用示例

如下左图和右图分别为异常检测结果异常和正常的示例。

NG	OK
	

缺陷模型

*异常检测*模块需将目标图像与合格样本作比对，判断目标图像是否存在缺陷。创建缺陷模型的过程，即“注册上述合格样本，并基于合格样本进行算法训练”的过程。

前提条件

已执行一次流程，使*异常检测*模块获取到*图像源*输入的图像。

请参照如下步骤创建并配置缺陷模型。

操作步骤

1. 在*异常检测*模块的配置窗口，选择*缺陷模型*页签。
2. 单击*新建模型*，打开*异常检测*窗口。

   该窗口默认显示当前*图像源*模块采集的图像。如需基于其他图像进行模板配置，可单击*选择其他图像*。
3. 设计基准，建立定位模型。

   说明

   建立定位模型可避免因为位置偏差导致的误检。

   1) 在图像上特征明显的区域绘制掩膜。算法将在掩膜区域内提取图像特征。

      说明

      具体如何绘制掩膜区域参见*模块中模型配置的掩膜区域*章节。

   2) 进行如下可选操作。

可选操作	描述
删除掩膜	右击掩膜，并在弹出的右键菜单上单击*删除*。
复制掩膜	右击掩膜，并在弹出的右键菜单上单击*复制*。
调整掩膜位置	单击选中掩膜，并拖拽调整其位置。
选择匹配中心	单击，并在图像上的合适位置单击，将其设置为模板的匹配中心。
移动图像	单击后，将光标移动至图像上并拖拽图像进行移动。
缩放图像	单击/缩放图像；或将光标置于图像区域，并滚动鼠标滚轴缩放图像。
清空掩膜	单击清空掩膜。
撤销上一步操作	单击撤销上一步操作。
恢复至撤销前	单击取消撤销，恢复至撤销前的状态。
图像自适应	单击将图像大小设置为自适应模式。
全屏显示	单击将图像全屏显示。

3) 单击生成模板。

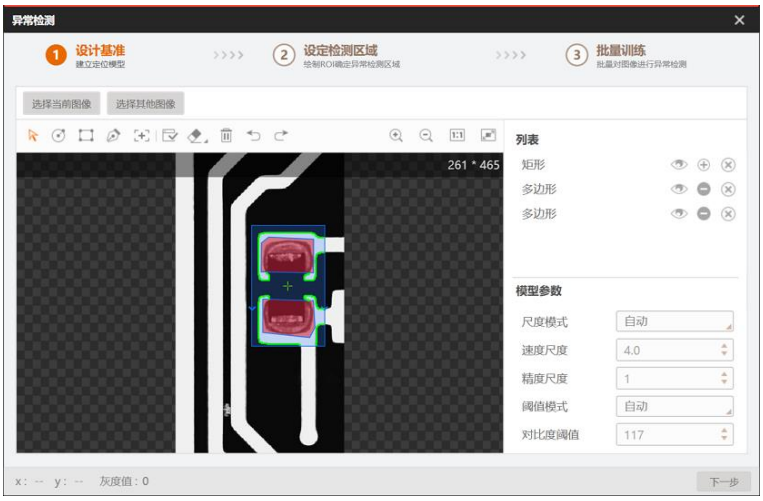


图14-306 设定基准

4) **可选操作**:如果模型中提取了不必要的轮廓点，单击，并将光标悬浮至这些轮廓点将其擦除。可单击右下角的三角形图标，并在弹出的浮窗滑动滑块调整“橡皮擦”的大小。

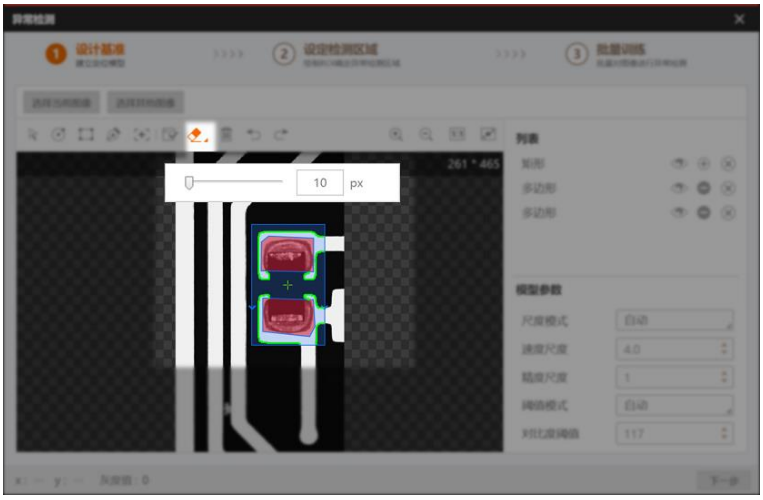


图14-307 调整“橡皮擦”大小

5) **可选操作**:在掩膜列表进行如下可选操作。

可选操作	描述
隐藏/显示掩膜	单击/隐藏或显示掩膜。
屏蔽掩膜	单击，再单击重新生成模板，可屏蔽该掩膜中的特征点提取。
删除掩膜	单击删除对应的掩膜。

6) **可选操作**:如果生成的定位模型无法满足需求，调整模型参数取值并重新生成模型，直至模型满足需求。

尺度模式、**速度尺度**、**精度尺度**、**阈值模式**和**对比度阈值**这些模型参数详情请参见*高精度匹配*模块的*参数配置*。其中**精度尺度**即*高精度匹配*运行参数中的**特征尺度**。

4. 单击 *下一步*，设定检测区域。
   1) 单击□。
   2) 在图像上拖动光标绘制检测区域。

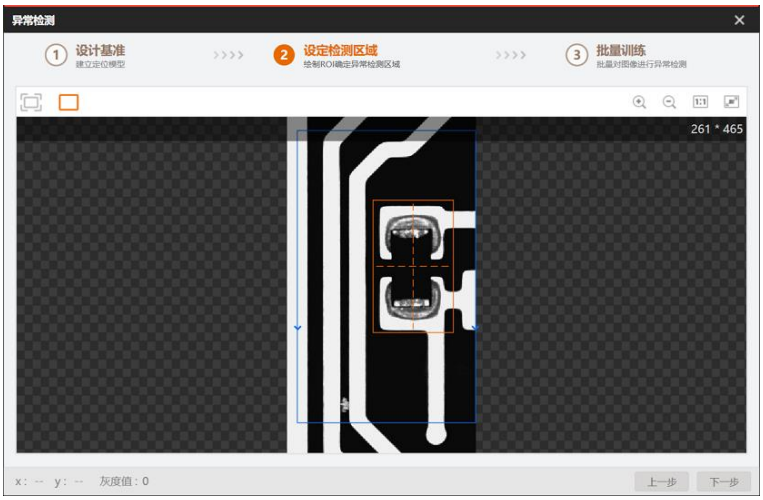


图14-308 设定检测区域

5. 单击 *下一步*，对图像进行批量训练。
   1) 单击⊕并在弹出菜单上按需选择操作项，加载多张建模图像（包括OK图像和NG图像）进行统计训练。

> 说明
> 至少需要一张OK图像进行建模，一般选择3~5张建模图像。

操作项	描述
当前图像	导入当前的建模图像。
缓存图像	导入已缓存的图像。
本地图像	从本地路径导入一张或多张图像。
导入文件夹	选择本地路径下的某个文件夹，将该文件夹下的所有图像批量导入。
批量导入OK图像	选择本地路径下的某个文件夹，将该文件夹下的所有图像批量导入为OK图像。
批量导入NG图像	选择本地路径下的某个文件夹，将该文件夹下的所有图像批量导入为NG图像。

   2) **可选操作**:设置**尺度模式**和**特征类型**。

尺度模式

定义缺陷检测精度的配置模式，分为**自动**和**手动**两种。默认为**自动**。如果**自动**模式满足针对缺陷的特征提取需求，则无需调节。

- **自动**：算法根据输入图像自动设置适配该图像的**尺度宽度**（具体定义见下文）。
- **手动**：选用该模式时，需手动设置**尺度宽度**取值。

尺度宽度

需检测出的缺陷的最小宽度（单位：pixel）。取值越小，缺陷检测精度越高，耗时越长。

建议根据实际检测需求合理设置。例如，假设图像中存在A缺陷（尺寸较大）和B缺陷（尺寸较小），但仅需检测出A缺陷，那么可将该参数取值设置为略大于B缺陷尺寸的取值。

特征类型

设置算法在模型训练阶段从图像中提取的特征类型，包括**全部**、**轮廓特征**和**灰度特征**。

- **全部**：提取轮廓特征和灰度特征。
- **轮廓特征**：仅提取轮廓特征。
- **灰度特征**：仅提取灰度特征。

3) 选择OK图像，并在“模型注册”处单击*OK*，将该图像标记为OK。
4) 选择NG图像，并在“模型注册”处单击*NG*，将该图像标记为NG。
5) 单击*训练*。
6) **可选操作**:在“模型验证”处，滑动滑块调整OK标准。

此处的标准数值表示验证图像与模型的相似度。数值越大，相似度越高。

说明

验证参数中的**匹配极性**、**角度范围**和**阈值类型**的详情，请参见*模板匹配*中的同名参数。**边缘阈值**详情请参见下文的*参数配置*。

7) 导入验证图像，并单击*模型验证*，获取统计结果。
8) 单击*完成*，返回*缺陷模型*页签。

图14-309 批量训练

6. 在*缺陷模型*页签进行如下可选操作。

编辑模板	单击*编辑模板*继续编辑模板。
清空模板	单击清空模板。
载入模板	单击从本地路径载入模板。
导出模板	单击将模板导出至本地路径。

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

分数阈值

低于评分阈值的目标将被判定为NG。

说明

缺陷模板选择继承时，运行参数只有该参数，无以下参数。

最小匹配分数

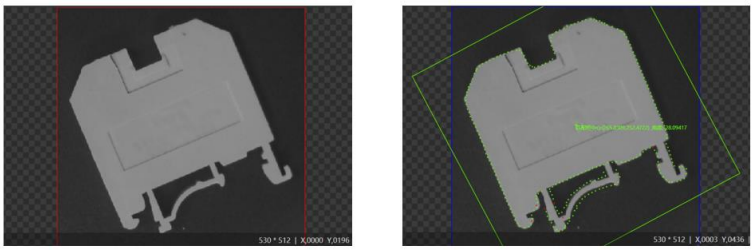
缺陷模型与图像中目标的相似程度，即相似度阈值。相似度达到该阈值时，目标才会被搜索到，最大取值为1，表示目标与模型完全一致。

匹配极性

极性表示特征图形到背景的颜色过渡情况。如果查找目标的边缘极性和缺陷模型的极性不一致时，仍要保证目标被查找到，则匹配极性需设置成**不考虑极性**。如不需要则可设置成**考虑极性**，可缩短查找时间。

角度范围

待匹配目标相对于已创建模型的角度变化范围，若要搜索有旋转变化的目标则需设置该参数，有效值范围-180~ 180。



角度范围：0°~45°
（未匹配成功）

角度范围：-45°~45°
（匹配成功）

图14-310 效果示例

阈值类型

设置边缘阈值的类型。边缘阈值指边缘对比度阈值，即轮廓点和背景的灰度值的差距阈值。仅大于该阈值的轮廓点可被提取。

自动阈值

根据目标图像自适应边缘阈值。

模板阈值

以模板的边缘阈值经过内部转换后作为匹配阶段的边缘阈值。

手动阈值

以手动设定的*边缘阈值*作为边缘阈值。

延拓阈值

延拓阈值为特征在图像边缘显示不全时，特征缺失的部分相对于完整的特征的比例。当被查找的目标被图像边缘截断时，设置延拓阈值可保证目标被找到。

下图中只要设置延拓阈值大于40时就可以保证图像上方被截断的目标被查找到。

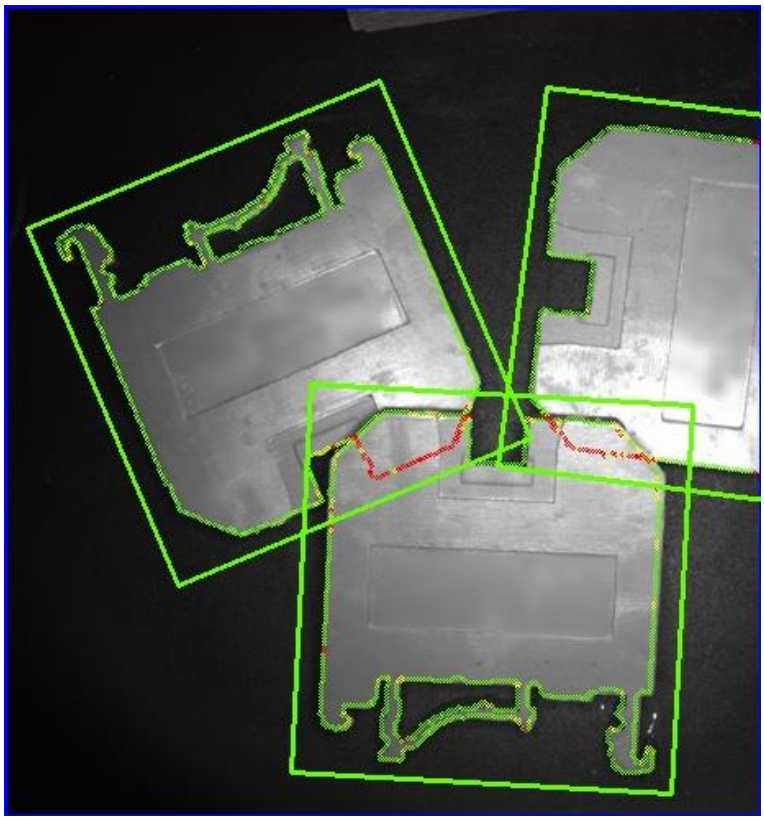


图14-311 效果示例

模块结果

*异常检测*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

对比状态

int型，代表将算法分数与设定阈值进行比较，大于该阈值输出1，表 示无缺陷，小于该阈值输出0，表示有缺陷 。

标签

string型，代表将算法分数与设定阈值进行比较，大于该阈值输出OK， 表示无缺陷，小于该阈值输出NG，表示有缺陷 。

分数

float型，表示匹配到图像的得分，1表示与模板图像完全相同。

检测区域个数

float型，表示检测区域个数。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

匹配状态

int型，1表示匹配成功，0表示匹配失败。

匹配框

表示将匹配对象框选起来的最小矩形框。

匹配框中心

匹配框中心X

float型，表示匹配框中心点的X坐标。

匹配框中心Y

float型，表示匹配框中心点的Y坐标。

匹配框宽度

float型，表示匹配框的宽度。

匹配框高度

float型，表示匹配框的高度。

角度

float型，表示匹配框较长边旋转至水平线方向的角度，顺时针为正，逆时针为负。

14.8.4 边缘模型缺陷检测

通过*边缘模型缺陷检测*模块，可将目标物体边缘与基准模型进行对比，输出边缘缺陷信息，如边缘偏移和断裂。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *边缘模型*
- *参数配置*

- *模块结果*

模块原理

该模块的边缘缺陷检测算法包括位置偏移缺陷检测、断裂缺陷检测和阶梯缺陷检测。

说明

该模块的边缘检测基于*卡尺工具*。

位置偏移缺陷检测

边缘位置缺陷检测模块通过检测边缘与模型边缘的距离进行缺陷判定。如果当前点的距离超过预设的阈值（即下文*参数配置*中的**位置偏移阈值**），则判定为位置偏移缺陷点。如果存在连续位置偏移缺陷点且长度大于预设的阈值（即下文*参数配置*中的**缺陷长度阈值**），则构成位置偏移缺陷区域。

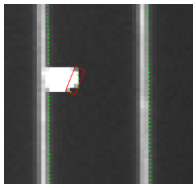


图14-320 位置偏移缺陷示例

断裂缺陷检测

如果查找边缘点失败，则当前卡尺检测区域被认定为断裂点。
此时将卡尺中心赋值为边缘点，如果连续相连的断裂点长度满足预设的阈值（即下文*参数配置*的**缺陷长度阈值**），则判定为是断裂缺陷区域。

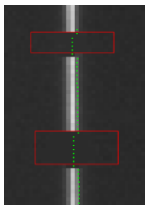


图14-321 断裂缺陷

阶梯缺陷检测

将检测出的边缘与基准模型中的边缘进行对比。如果相邻点在垂直方向上的偏离距离大于预设的阈值（即下文*参数配置*的**阶梯偏离高度**），则判定为阶梯点。如果相邻阶梯点的尺寸大于预设的阈值（即下文*参数配置*的**最小阶梯长度**，则认为是阶梯缺陷区域。

图14-322 阶梯缺陷

使用方法

前后序模块

如果待检测目标在视野内存在位姿变化，*边缘模型缺陷检测*的前序模块一般包括*图像源*、*位置修正*和*模板匹配*等模块。前序模块用于对边缘做粗定位，*边缘模型缺陷检测*进行精定位。
如果待检测目标在视野内无位姿变化，*边缘模型缺陷检测*可仅与*图像源*搭配使用。

说明

前序模块包含*位置修正*时，创建位置修正基准点时必须在一张图像上进行。需先运行一次流程，双击*位置修正*模块手动点击创建基准点。
*边缘模型缺陷检测*对后序模块无特殊要求。

主要配置步骤

在流程中调用该模块后，该模块的主要配置步骤如下：

1. 配置该模块的基本参数，详情参见*基本参数*。
2. 配置*边缘模型*。
3. 配置该模块的*运行参数*。
4. 配置该模块的*结果显示*。
5. 执行或连续执行该模块，查看该模块的输出结果。

应用示例

下图所示的应用示例中，与模型不匹配的边缘，在结果图像中标红显示。

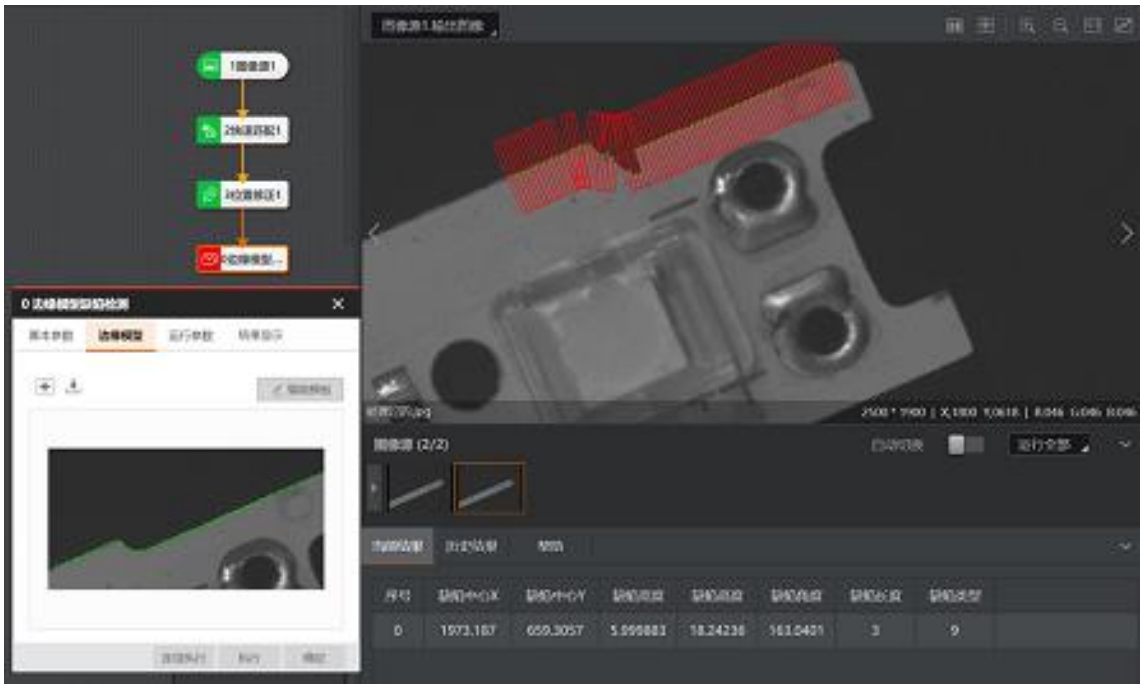


图14-323 应用示例

边缘模型

*边缘模型缺陷检测*模块需将目标图像的轮廓与基准图像比对，判断目标图像的轮廓是否存在缺陷。创建边缘模型即创建上述基准图像的过程。

前提条件

已执行一次流程，使*边缘模型缺陷检测*模块获取到*图像源*输入的图像。

请参照如下步骤创建并配置边缘模型。

操作步骤

1. 在*边缘模型缺陷检测*模块的配置窗口，选择*边缘模型*页签。

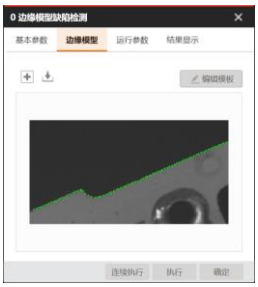


图14-324 边缘模型页签

2. 单击打开*模板配置*窗口。

   该窗口默认显示当前*图像源*模块采集的图像。如需基于其他图像进行模板配置，可单击*选择其他图像*。

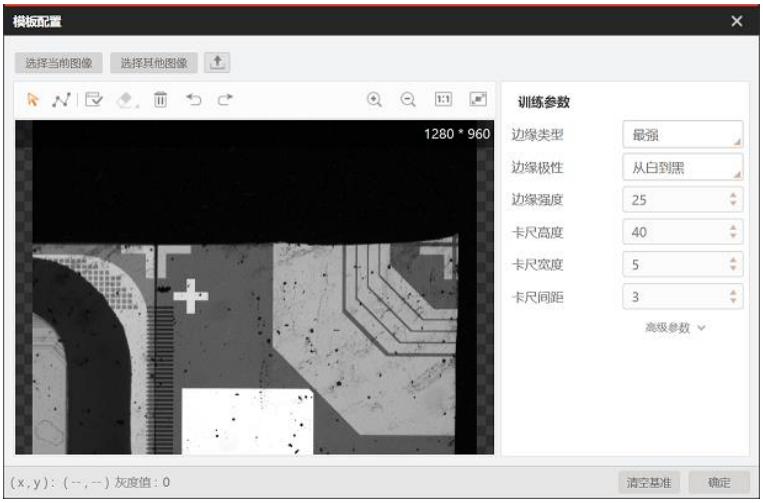


图14-325 模板配置窗口

3. 单击，并在图像上绘制待提取为模型的轮廓轨迹。

   单击可绘制轨迹的节点，拖动光标可绘制线段，双击可结束绘制。

4. **可选操作**:进行如下可选操作。

移动图像	单击后，将光标移动至图像上并拖拽图像进行移动。
缩放图像	单击/缩放图像；或将光标置于图像区域，并滚动鼠标滚轴缩放图

像。

清空轨迹	单击清空轨迹。
撤销上一步操作	单击撤销上一步操作。
恢复至撤销前	单击取消撤销，恢复至撤销前的状态。
图像自适应	单击将图像大小设置为自适应模式。
全屏显示	单击将图像全屏显示。
删除轨迹节点	将光标悬浮至轨迹正上方，直至显示轨迹节点（见下图 ）。此时右键单，并在弹出的右键菜单上单击*删除*。
插入轨迹节点	将光标悬浮至轨迹正上方，直至显示轨迹节点（见下图）。此时右键单，并在弹出的右键菜单上单击*插入点*。
删除轨迹节点	将光标悬浮至轨迹正上方，直至显示轨迹节点（见下图）。此时右键单，并在弹出的右键菜单上单击*删除点*。
闭合轨迹	将光标悬浮至轨迹正上方，直至显示轨迹节点（见下图）。此时右键单，并在弹出的右键菜单上单击*闭合轨迹*，将未闭合的路径轨迹闭合。
调整轨迹节点位置	将光标悬浮至轨迹正上方，直至显示轨迹节点（见下图）。此时拖拽节点调整其位置。
清空基准	如果模板中用于位置修正的基准点不符合要求，单击*清空基准*可重新设置用于位置修正的基准点。

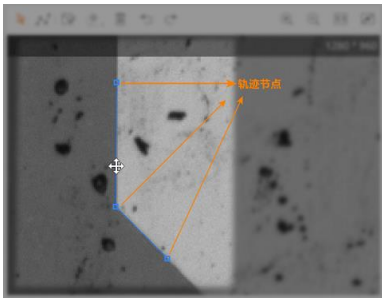


图14-326 轨迹节点

5. 单击生成模型。

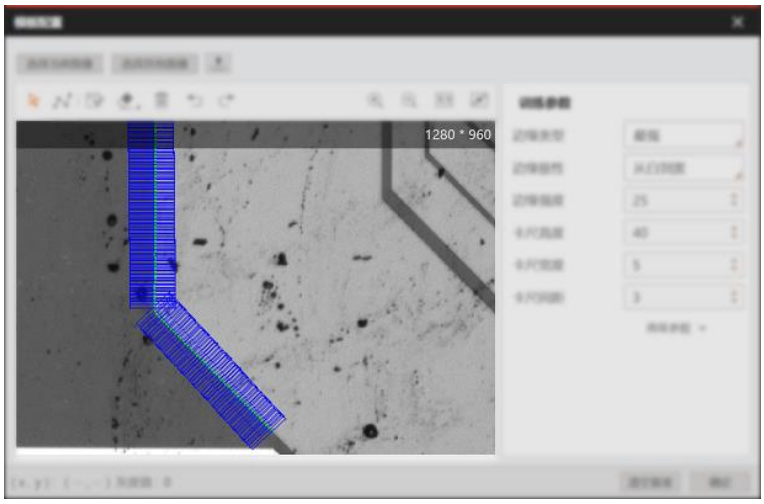


图14-327 模型效果示例

6. **可选操作**:如果模型中提取了不必要的轮廓点，单击，并将光标悬浮至这些轮廓点将其擦除。

   可单击右下角的三角形图标，并在弹出的浮窗滑动滑块调整“橡皮擦”的大小。

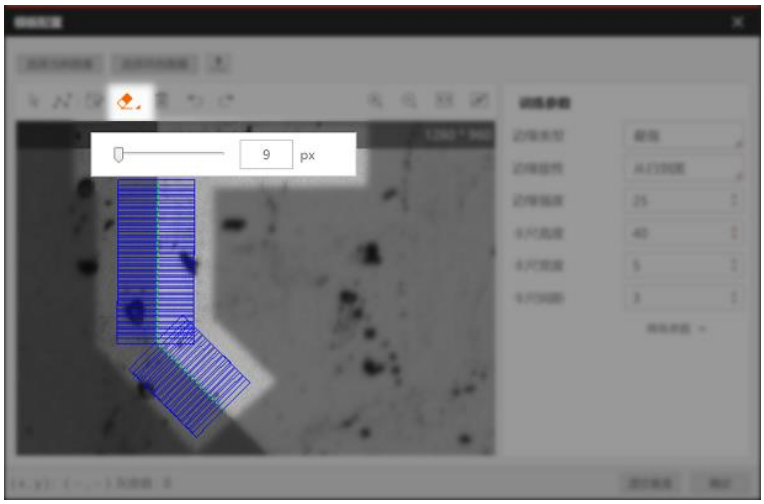


图14-328 调整“橡皮擦”大小

7. **可选操作**:如果基于默认取值的训练参数生成的模型无法满足需求，调整参数取值并重新生成模型，直至模型满足需求。

边缘类型

定义待查找的边缘类型。可设置为**最强**、**第一条**或**最后一条**。

最强

仅以下边缘类型可被检测出：查找方向上梯度大于下文提及的**边缘阈值**，且变化幅度最大的边缘。

第一条

仅以下边缘类型可被检测出：查找方向上梯度大于**边缘阈值**的第一条边缘。

最后一条

仅以下边缘类型可被检测出：查找方向上梯度大于**边缘阈值**的最后一条边缘。

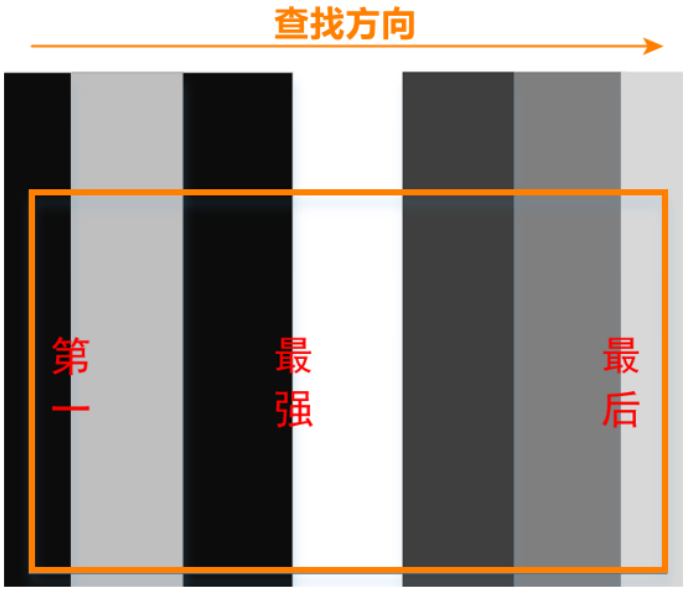


图14-329 边缘类型

边缘极性

定义待查找的边缘的极性。极性指灰度变化的类型，可设置为*任意极性*、**从黑到白**或**从白到黑**。此处的"黑"和"白"分别用来描述灰度值的高和低。

边缘强度

边缘强度即梯度阈值，取值范围0~255。仅梯度大于该值的边缘点可被检测到。数值越大，抗噪能力越强，得到的边缘数量越少，甚至导致目标边缘点被筛除。

卡尺高度

该值描述*卡尺*（可理解为"用于检测边缘点的ROI"）的高度。当边缘查找不准确时可适当增大该值。

卡尺宽度

该值描述*卡尺*的宽度。在一定范围内增大该值可以获取更加稳定的边缘点。噪点较多时建议取较大值，但相应的耗时将增大。

卡尺间距

该值描述相邻*卡尺*的间距。间距越小，获取的边缘点越多，但相应的耗时将增大。

边缘精细检测

如果不开启，则基于绘制轨迹放置卡尺并提取边缘点。
如果开启，算法首先将基于绘制轨迹放置卡尺并提取边缘点；然后使用边缘点形成新的轨迹，并再次放置卡尺提取边缘点。开启的作用是，通过实际查找的边缘点修正手动绘制的轨迹，降低手动绘制的轨迹不准确可能引入的风险，使边缘更加精确。

滤波尺寸

用于增强边缘和抑制噪声，最小值为1。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使得检测结果更加稳定。但如果边缘与边缘之间距离小于滤波尺寸，边缘位置的精度将受影响，甚至可能丢失边缘。

8. **可选操作**:单击 将模板保存至本地路径。

9. 单击*模板配置*窗口右下角的*确定*，完成模板配置，并返回*边缘模型*页签。
10. 在*边缘模型*页签进行如下可选操作。

编辑模板	单击*编辑模板*继续编辑模板。
载入模板	单击从本地路径载入模板。

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 边缘模型相关训练参数详情，请参见*边缘模型*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

运行参数中的检测参数与*边缘模型*中的训练参数相同，其余运行参数详情如下。

缺陷长度阈值

如果存在连续位置偏移缺陷点，且由这些缺陷点构成的轮廓的长度大于该参数值，则判定这些缺陷点所在区域存在位置偏移缺陷。

位置缺陷使能

开启并配置如下参数后，该模块可检测位置偏移缺陷。

位置偏移阈值

如果目标图像边缘点与建模图像的标准边缘点的距离大于该阈值，则判定为位置偏移缺陷待选点。

断裂缺陷使能

开启后，该模块可检测断裂缺陷。

阶梯缺陷使能

开启并按需配置如下子参数后，该模块可检测锯齿类缺陷。该类缺陷尺寸和面积较小，且偏离幅度较低。

阶梯偏离高度

检测图像中，如果相邻的两个边缘点高度偏差若大于该阈值，则判定为阶梯缺陷候选点。

最小阶梯长度

阶梯缺陷候选点相邻的个数超该值，则判定为阶梯缺陷。

灰度辅助检测

开启后，算法基于建模时的理想边缘灰度信息提取边缘，具体机制如下：
根据模型边缘灰度信息，对检测卡尺输出的边缘进行评分，其中平均灰度和灰度邻域评分各占0.5的权重，卡尺输出的后续边缘所占权重依次递减20%。最后统计评分信息，将得分最高的边缘输出。

滤波尺寸

用于增强边缘和抑制噪声，最小值为1。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使得检测结果

更加稳定。但如果边缘与边缘之间距离小于滤波尺寸，边缘位置的精度将受影响，甚至可能丢失边缘。

追踪容忍

距离阈值，用于边缘点修正，去除干扰点。若为0，则不作边缘点修正，若大于0，则在该距离阈值内寻找更符合边缘趋势的边缘点。

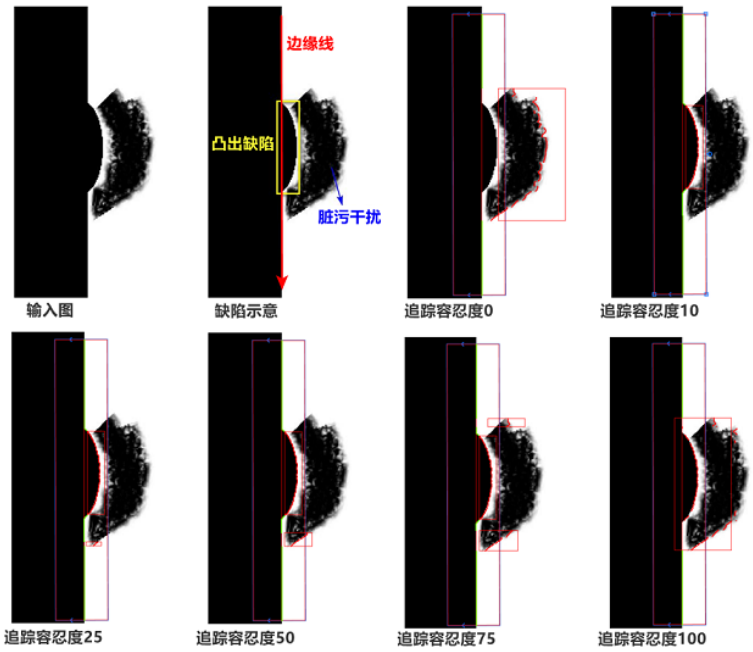


图14-330 追踪容忍效果示意

模块结果

*边缘模型缺陷检测*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

缺陷个数

int型，表示检测到的缺陷个数。

缺陷框

缺陷框中心点

缺陷框中心X

float型，表示缺陷框中心点的X坐标。

缺陷框中心Y

float型，表示缺陷框中心点的Y坐标。

缺陷框宽度

float型，表示缺陷框的宽度。

缺陷框高度

float型，表示缺陷框的高度。

缺陷框角度

float型，表示缺陷框以初始点开始顺时针旋转的角度。

卡尺框

卡尺中心点

卡尺中心X

float型，表示卡尺框中心点的X坐标。

卡尺中心Y

float型，表示卡尺框中心点的Y坐标。

卡尺宽度

float型，表示每个卡尺框的宽度，一般相等。

卡尺高度

float型，表示每个卡尺框的高度，一般相等。

卡尺角度

float型，表示每个卡尺框与水平方向的夹角。一般对应位置角度相差的大小为检测圆弧的角度范围。

缺陷卡尺起始索引

int型，表示根据卡尺宽度和卡尺间距，从边缘起始点开始顺序放置的序号点的起始序号点。

缺陷卡尺终止索引

int型，表示根据卡尺宽度和卡尺间距，从边缘起始点开始顺序放置的序号点的终止序号点。

缺陷类型

int型，表示边缘缺陷的类型。

- 6表示边缘位置偏移。
- 8表示边缘断裂缺陷 。
- 9表示边缘阶梯差缺陷。

缺陷长度

float型，表示沿着轨迹方向的缺陷长度。

边缘点

边缘点X

float型，表示检测到边缘点的X坐标。

边缘点Y

float型，表示检测到边缘点的Y坐标。

轮廓点状态

int型，表示是否能检测到每个轮廓。0表示未检测到，1表示检测到。

边缘点个数

int型，表示输出的边缘点个数。

理想卡尺点

理想卡尺点X

float型，表示理想中检测到边缘点的X坐标。

理想卡尺点Y

float型，表示理想中检测到边缘点的Y坐标。

14.8.5 边缘对模型缺陷检测

*边缘对模型缺陷检测*模块可将实际提取到的边缘对与预先建立的边缘对模型作比较，分析边缘对的存在性、位置、宽度等信息，判断是否存在边缘断裂等边缘对缺陷。该模块常用于待检边缘区域呈现不规则分布的情况，例如呈曲线分布。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *边缘模型*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块算法包括宽度缺陷检测、位置缺陷检测、断裂缺陷检测、阶梯缺陷检测和气泡缺陷检测。

说明

该模块的边缘检测基于*卡尺工具*。

宽度缺陷检测

将查找到的边缘对与模型中的边缘对进行比较，判断边缘对是否存在宽度缺陷，包括宽度过窄和过宽，如下图所示存在宽度过宽缺陷。

图14-342 宽度缺陷

位置缺陷检测

将模型中的边缘对信息与检测出的边缘对作比较，如果超过一定数量的连续多个卡尺内理想边缘对中心位置与实际边缘对中心位置的差值大于预设的阈值（（即下文*参数配置*中的**位置偏移阈值**），则当前卡尺位置存在边缘对位置缺陷。

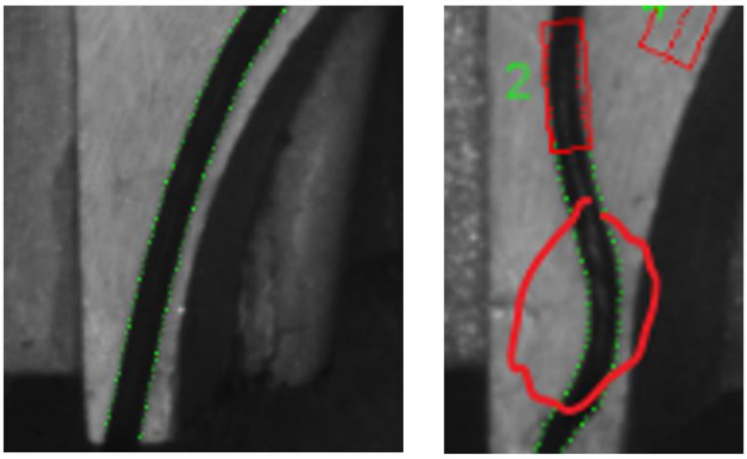


图14-343 位置缺陷

断裂缺陷检测

如果实际查找边缘点对失败，则判定当前卡尺区域为候选断裂点，并将卡尺中心赋值为边缘点对；如果相邻的断裂点长度满足缺陷长度阈值，则认为存在断裂缺陷。

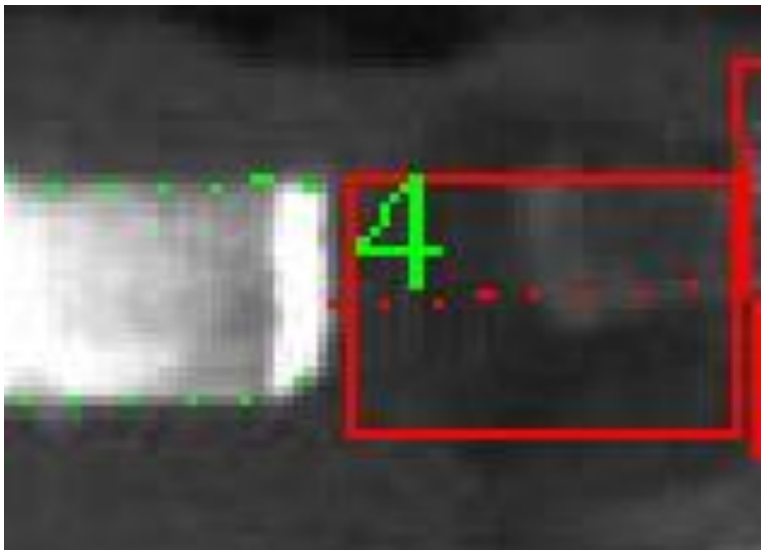


图14-344 断裂缺陷

阶梯缺陷

将检测出的边缘对与基准模型中的边缘对进行对比。如果相邻点在垂直方向上的偏离距离大于预设的阈值（即下文*参数配置*的**阶梯偏离高度**），则判定为阶梯点。如果相邻阶梯点的尺寸大于预设的阈值（即下文*参数配置*的**最小阶梯长度**，则认为是阶梯缺陷区域。

图14-345 阶梯缺陷

气泡缺陷检测

将模型边缘对平均灰度与查找到的边缘对的平均灰度进行比较，如果两者差值大于预设的阈值（即下文*参数配置*中的**灰度合格阈值**），则判定为缺陷候选点；如果相邻缺陷候选点的个数超过预设的阈值（即下文中的**气泡缺陷长度**，则判定相邻缺陷候选点所在位置存在气泡缺陷。

说明

平均灰度的定义为：边缘点对连线上逐点的灰度均值（双线性插值）。

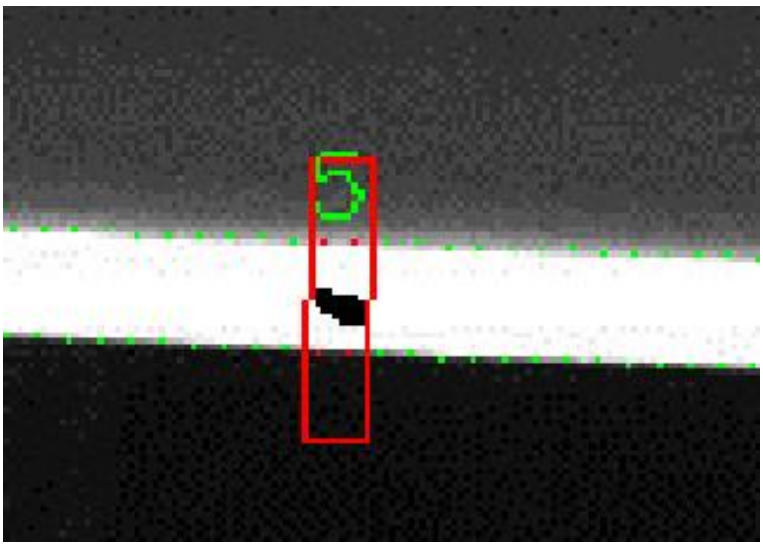


图14-346 气泡缺陷

使用方法

前后序模块

在流程中，*边缘模型缺陷检测*的：

- 前序模块一般为*图像源*。如果待检测物体在图像中存在位姿变化，也可搭配*模板匹配*和*位置修正*模块使用。

  说明

  前序模块包含*位置修正*时，创建位置修正基准点时必须在一张图像上进行。需先运行一次流程，双击*位置修正*模块手动点击创建基准点。
- 后序模块无特定要求。例如可搭配*脚本*和*发送数据*模块使用，将数据按指定格式发出。

主要配置步骤

在流程中调用该模块后，该模块的主要配置步骤如下：

1. 配置该模块的基本参数，详情参见*基本参数*。
2. 配置*边缘模型*。
3. 配置该模块的运行参数，详情参见下文的*参数配置*。
4. 配置该模块的*结果显示*。
5. 执行或连续执行该模块，查看该模块的输出结果。

边缘模型

该模块的边缘模型的创建与配置步骤，与*边缘模型缺陷检测*的*边缘模型*基本一致。两者区别在于该模块的边缘模型除了可通过手动绘制轨迹生成，也可通过设置起始范围自动生成，具体过程如下：

1. 单击**起始范围**处的圆形图标，并在模型图像上绘制圆形起始范围。
2. 单击*生成轨迹*自动生成边缘对模型。

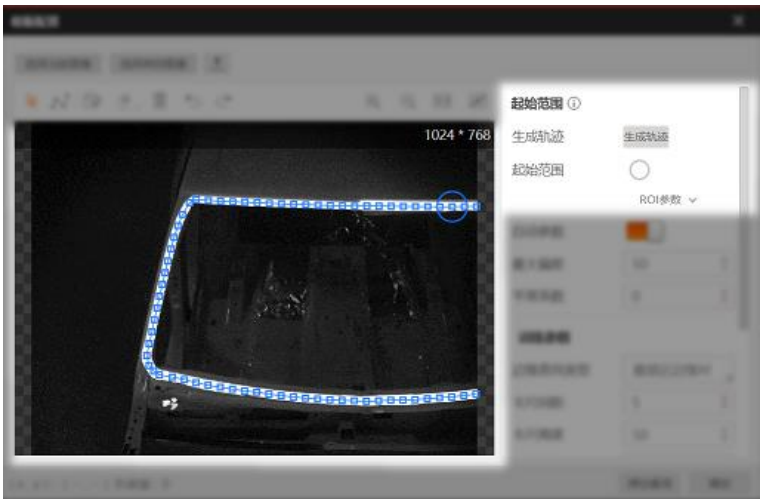


图14-347 自动生成轨迹

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

边缘查找类型

设置需查找的边缘对类型。

最宽边缘对

查找间距最大的边缘对。

最接近边缘对

查找与下文**理想宽度**取值最接近的边缘对。

最强最接近边缘对

查找边缘梯度最强且与下文**理想宽度**取值最接近的边缘对。

卡尺高度

该值描述*卡尺*（可理解为“用于检测边缘点的ROI”）的高度。当边缘查找不准确时可适当增大该值。

卡尺宽度

该值描述*卡尺*的宽度。在一定范围内增大该值可以获取更加稳定的边缘点。噪点较多时建议取较大值，但相应的耗时将增大。

理想宽度

设置边缘对的理想宽度。

边缘阈值

边缘阈值即梯度阈值，取值范围0~255。仅梯度大于该值的边缘点可被检测到。数值越大，抗噪能力越强，得到的边缘数量越少，甚至导致目标边缘点被筛除。

边缘0/1极性

定义待查找的两条边缘的极性。极性指灰度变化的类型，可设置为**从黑到白**、**从白到黑**或**任意极性**。此处的“黑”和“白”分别用来描述灰度值的低和高。

中心点使能

开启后，该模块将输出的边缘0和边缘1之间中点的X/Y轴坐标以及中点状态（1：正常，0：异常）。

缺陷长度阈值

如果存在连续位置偏移缺陷点，且由这些缺陷点构成的轮廓的长度大于该参数值，则判定这些缺陷点所在区域存在位置偏移缺陷。

宽度缺陷使能

开启后将检测宽度缺陷是否在合格比例内。

宽度合格比例

设置两条边缘之间的宽度的合格比例范围。以“将宽度合格比例设置为[50,150]”为例，该范围表示实际查找到的边缘对的宽度是模型边缘对宽度的50%至150%时宽度合格，否则将被作为宽度缺陷的候选边缘点对。

位置缺陷使能

开启并配置如下参数后，该模块可检测位置偏移缺陷。

位置偏移阈值

如果目标图像边缘点与建模图像的标准边缘点的距离大于该阈值，则判定为位置偏移缺陷待选点。

断裂缺陷使能

开启后将检测边缘断裂缺陷。

阶梯缺陷使能

开启并按需配置如下子参数后，可检测锯齿类缺陷。该类缺陷尺寸和面积较小，且偏离幅度较低。

阶梯偏离高度

检测图像中，如果相邻的两个边缘点高度偏差若大于该阈值，则判定为阶梯缺陷候选点。

最小阶梯长度

阶梯缺陷候选点相邻的个数超该值，则判定为阶梯缺陷。

气泡缺陷使能

灰度合格阈值

以默认的[75,150]为例，该取值范围表示：如果实际查找到的边缘对的灰度均值为模型中边缘对平均灰度的75%到150%时，则为OK，否则作为气泡缺陷的候选边缘点对；

灰度突变阈值

如果相邻像素点的灰度差异值大于该阈值，则判定该像素点为一个灰度突变缺陷。

气泡缺陷长度

如果被判定为气泡缺陷的相邻卡尺个数超过该值，则这些卡尺所在位置存在气泡缺陷。

最大突变次数

针对灰度突变来说，如果灰度突变个数大于该值，则判定当前卡尺存在气泡缺陷。

灰度辅助检测

开启后，算法基于建模时的理想边缘灰度信息提取边缘，具体机制如下：
根据模型边缘灰度信息，对检测卡尺输出的边缘进行评分，其中平均灰度和灰度邻域评分各占0.5的权重，卡尺输出的后续边缘所占权重依次递减20%。最后统计评分信息，将得分最高的边缘输出。

滤波尺寸

用于增强边缘和抑制噪声，最小值为1。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使得检测结果更加稳定。但如果边缘与边缘之间距离小于滤波尺寸，边缘位置的精度将受影响，甚至可能丢失边缘。

追踪容忍

距离阈值，用于边缘点修正，去除干扰点。若为0，则不作边缘点修正，若大于0，则在该距离阈值内寻找更符合边缘趋势的边缘点。

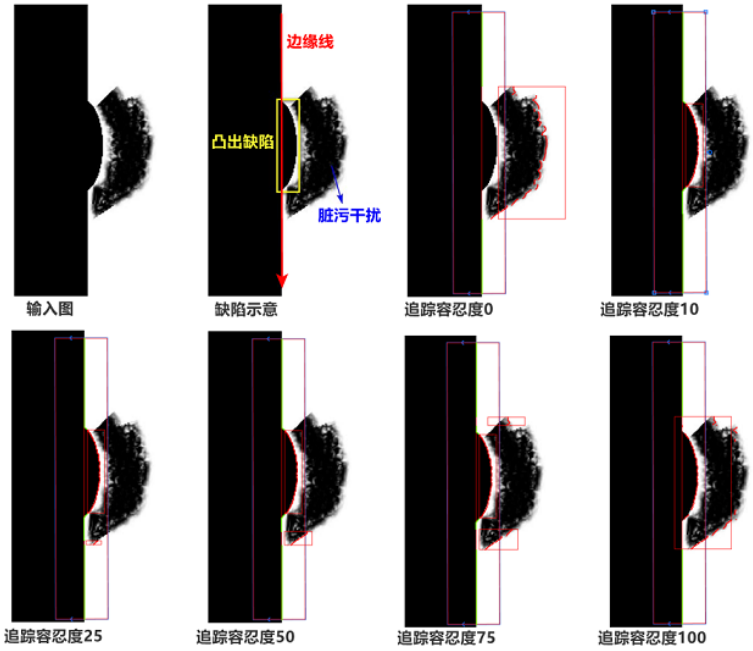


图14-348 追踪容忍效果示意

模块结果

*边缘对模型缺陷检测*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

缺陷个数

int型，表示检测到的缺陷个数。

边缘对个数

int型，代表生成的边缘对数量总和。

最大宽度

float型，表示生成的边缘对之间的最大宽度。

最小宽度

float型，表示生成的边缘对之间的最小宽度。

平均宽度

float型，表示生成的边缘对之间的平均宽度。

边缘对宽度

float型，代表边缘对的宽度。

卡尺框

卡尺中心点

卡尺中心X

float型，表示卡尺框中心点的X坐标。

卡尺中心Y

float型，表示卡尺框中心点的Y坐标。

卡尺宽度

float型，表示每个卡尺框的宽度，一般相等。

卡尺高度

float型，表示每个卡尺框的高度，一般相等。

卡尺角度

float型，表示每个卡尺框与水平方向的夹角。一般对应位置角度相差的大小为检测圆弧的角度范围。

缺陷框

缺陷框中心点

缺陷框中心X

float型，表示缺陷框中心点的X坐标。

缺陷框中心Y

float型，表示缺陷框中心点的Y坐标。

缺陷框宽度

float型，表示缺陷框的宽度。

缺陷框高度

float型，表示缺陷框的高度。

缺陷框角度

float型，表示缺陷框以初始点开始顺时针旋转的角度。

缺陷卡尺起始索引

int型，表示根据卡尺宽度和卡尺间距，从边缘起始点开始顺序放置的序号点的起始序号点。

缺陷卡尺终止索引

int型，表示根据卡尺宽度和卡尺间距，从边缘起始点开始顺序放置的序号点的终止序号点。

缺陷类型

int型，表示边缘缺陷的类型。

- 6表示边缘位置偏移。
- 8表示边缘断裂缺陷 。
- 9表示边缘阶梯差缺陷。

缺陷长度

float型，表示沿着轨迹方向的缺陷长度。

边缘*轮廓点（*代表0-1）

边缘*轮廓点X

float型，表示边缘直线*轮廓点的X坐标。

边缘*轮廓点Y

float型，表示边缘直线*轮廓点的Y坐标。

边缘中点

边缘中点X

float型，表示实际检测到的边缘0或边缘1的中点的X坐标。

边缘中点Y

float型，表示实际检测到的边缘0或边缘1的中点的Y坐标。

边缘*轮廓点状态（*表示0-1）

int型，表示用于检测出边缘直线的轮廓点的状态.1表示轮廓点符合要求，0表示轮廓点不符合要求。

边缘中点状态

int型，1表示正常，其他表示异常。

边缘点个数

int型，表示输出的边缘点个数。

理想边缘*边缘点（*代表0-1）

理想边缘*边缘点X

float型，代表理想中检测到的边缘0 的边缘点的X轴坐标。

理想边缘*边缘点Y

float型，代表理想中检测到的边缘0 的边缘点的Y轴坐标。

优化轨迹点

优化轨迹点X

float型，代表优化轨迹点的X轴坐标。

优化轨迹点Y

float型，代表优化轨迹点的Y轴坐标。

理想轨迹点

理想轨迹点X

float型，代表理想轨迹点的X轴坐标。

理想轨迹点Y

float型，代表理想轨迹点的Y轴坐标。

理想轨迹卡尺

理想轨迹卡尺中心

理想轨迹卡尺中心X

float型，代表卡尺框中心点X 轴坐标。

理想轨迹卡尺中心Y

float型，代表卡尺框中心点Y轴坐标。

理想轨迹卡尺宽度

float型，代表理想卡尺框的宽度，单位一般为像素。

理想轨迹卡尺高度

float型，代表理想卡尺框的高度，单位一般为像素。

理想轨迹卡尺角度

float型，代表理想卡尺框与水平方向的夹角，一般对应位置角度相 差的大小为检测圆弧角度范围。

优化轨迹状态

int型，1代表轨迹已成功优化，0代表优化失败。

14.8.6 直线边缘缺陷检测

*直线边缘缺陷检测*模块通过分析图像中的直线边缘特征，能够精确定位并标记缺陷，并输出缺陷的位置和大小等信息。该模块常用于待检边缘区域呈现明显的直线状分布的场景。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块将实际提取到的边缘与基准边缘直线比较，通过分析边缘的存在性和位置等信息，明确是否存在边缘缺陷。常见缺陷类型包括断裂和位置偏移等。

- 断裂：根据断裂与基准边缘直线的位置关系，细分为左断裂和右断裂。
- 位置偏移：根据缺陷与基准边缘直线的位置关系，细分为左缺陷、右缺陷。

该模的算法工作流程概览如下图所示。

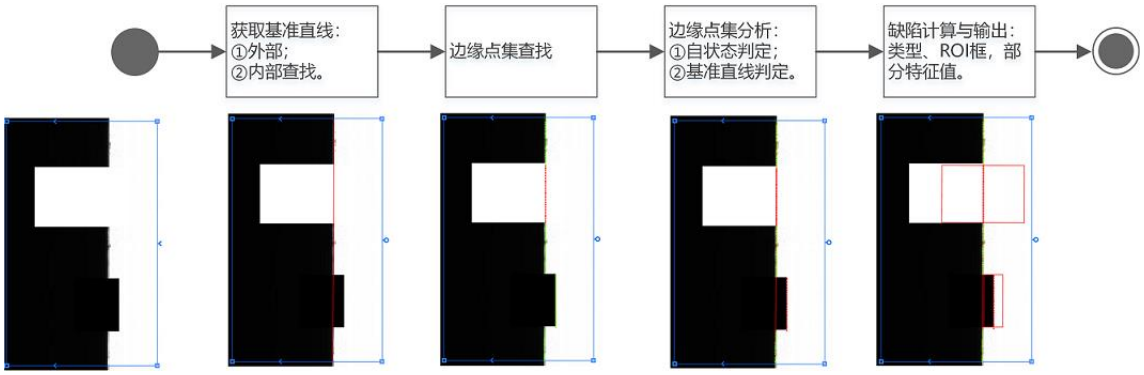


图14-349 算法工作流程概览

上图中各步骤解析如下。

1. 选定检测区域，获取基准边缘直线。
   获取基准边缘直线的方式分如下两种：
   - 方式1：外部生成基准直线边缘并直接传入该模块。
     该方式对应如下三种场景：
     - 前序模块已经获取该边缘直线。
     - 已有图集的待检边缘区域无法有效提取稳定边缘直线。
     - 基准边缘直线已知。
   - 方式2：该模块内部通过***直线查找***自行查找基准直线边缘。
2. 提取边缘点集。
   在基准边缘直线与检测ROI框的相交直线段上均等分布N个***卡尺工具***，每个卡尺提取一个边缘点，组成含有N个边缘点的边缘点集。换言之，即通过边缘采样的方式模拟待检边缘区域的边缘信息。

> 说明
> 如果卡尺查找边缘点失败，则用卡尺中心点作为该边缘点。

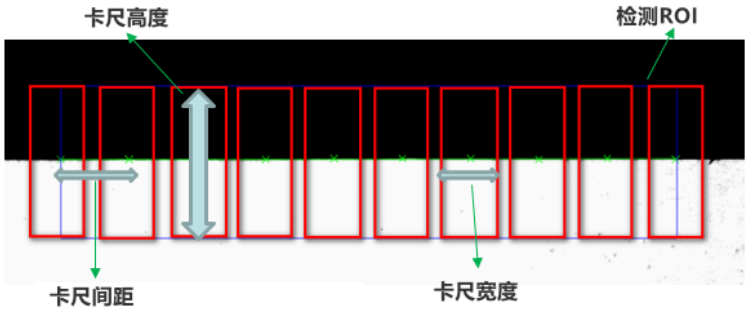


图14-350 卡尺工具的分布方式

3. 分析边缘点集。
   分如下两种分析方式：
   - 方式1：判定边缘点自身状态。如果查找失败，则为断裂边缘点，否则为OK边缘点。
   - 方式2：与基准直线比较。如果当前边缘点与基准边缘直线距离偏大，则认为是缺陷边缘点，否则为OK边缘点。

4. 计算缺陷并输出缺陷信息。
   a. 将连续的断裂边缘点聚类，得到断裂区域；将连续的缺陷边缘点聚类，得到缺陷区域。
   b. 分别计算每个区域的面积和尺寸特征，并输出满足大于一定面积或尺寸要求的缺陷区域。

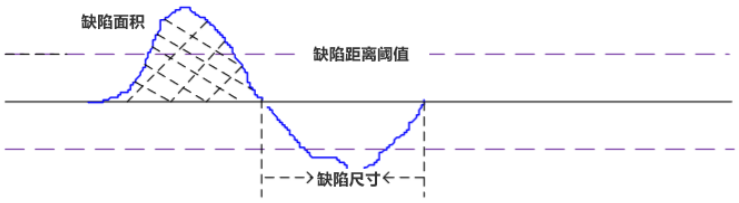


图14-351 缺陷面积与尺寸定义

上图中，水平实线为基准边缘直线，蓝色点集为实际检测的边缘点集。
某些场景下仅需要检测基准直线的同侧缺陷，其他场景基于基准直线明确边缘缺陷的位置。如下图所示，如果缺陷在基准直线轨迹方向的左侧，则为左断裂或左缺陷；如果缺陷在轨迹方向右侧，则为右断裂或右缺陷。

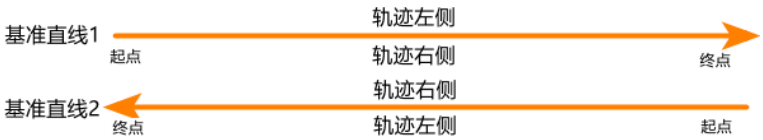


图14-352 缺陷极性

使用方法

在流程中，*直线边缘缺陷检测*的前后序模块详情如下。

表14-44 前后序模块

前后序模块	描述
前序模块	一般将*图像源*作为*直线边缘缺陷检测*的前序模块，提供图像输入。前序模块还可包括*直线查找*，以实现更精确的目标定位
后续模块	无特定要求

一般场景下，在流程中调用*直线边缘缺陷检测*后，完成该模块的ROI绘制即可对目标图像进行直线边缘缺陷检测。如果检测结果不理想，可调整下文*参数配置*中提及的运行参数，直至检测结果符合预期。

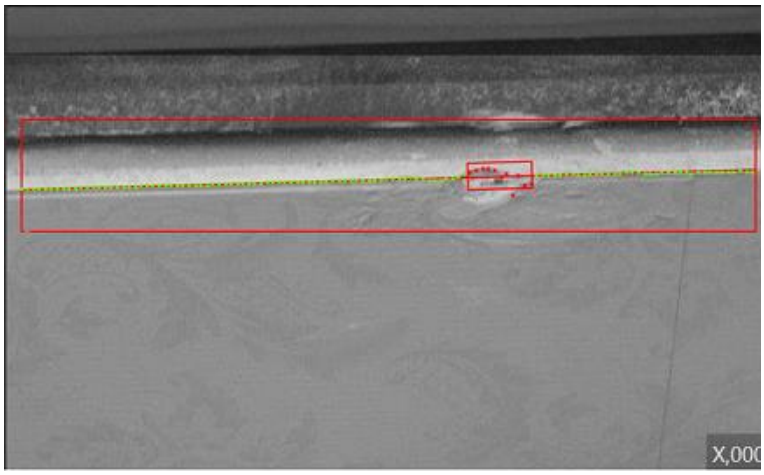


图14-353 检测结果示例

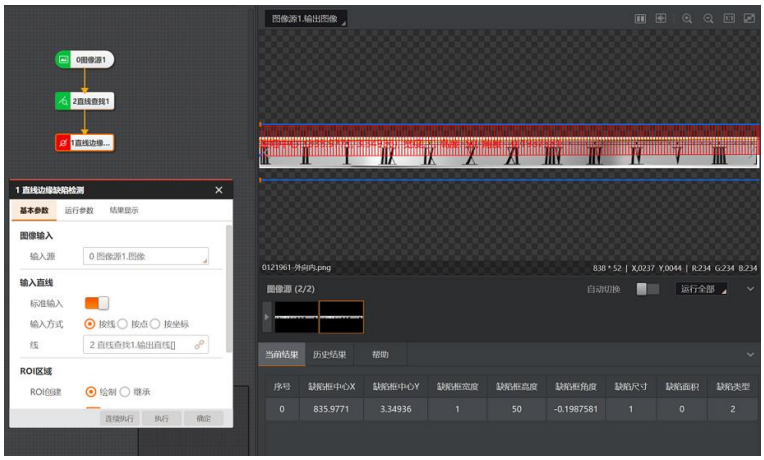


图14-354 应用示例

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情和部分基本参数详情。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

该模块的前序模块包含*直线查找*时，基本参数中需配置**输入直线类型**。

输入直线类型

设置直线的输入方式，包括**按线**、**按点**和**按坐标**。

按线

选择*直线查找*模块输出的直线作为输入直线。

按点

将**起点**和**终点**分别设置为*直线查找*模块输出直线的起点和终点。

按坐标

将**起点X坐标**、**起点Y坐标**、**终点X坐标**、**终点Y坐标**分别设置为*直线查找*模块输出直线的起点X坐标、起点Y坐标、终点X坐标和终点Y坐标。

可通过调整如下运行参数，定义当前模块如何处理输入的数据。

边缘类型

定义待查找的边缘类型。可设置为**最强**、**第一条**或**最后一条**。

最强

仅以下边缘类型可被检测出：查找方向上梯度大于下文提及的**边缘阈值**，且变化幅度最大的边缘。

第一条

仅以下边缘类型可被检测出：查找方向上梯度大于**边缘阈值**的第一条边缘。

最后一条

仅以下边缘类型可被检测出：查找方向上梯度大于**边缘阈值**的最后一条边缘。

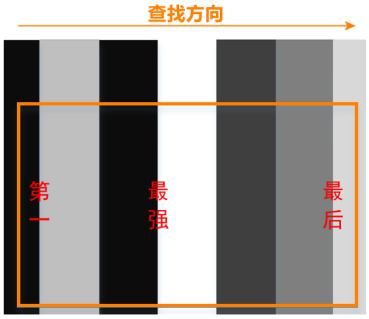


图14-355 边缘类型

边缘极性

定义待查找的边缘的极性。极性指灰度变化的类型，可设置为**从黑到白**、**从白到黑**或**任意极性**。此处的“黑”和“白”分别用来描述灰度值的高和低。

滤波尺寸

用于增强边缘和抑制噪声，最小值为1。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使得检测结果更加稳定。但如果边缘与边缘之间距离小于滤波尺寸，边缘位置的精度将受影响，甚至可能丢失边缘。

边缘阈值

边缘阈值即梯度阈值，取值范围0~255。仅梯度大于该值的边缘点可被检测到。数值越大，抗噪能力越强，得到的边缘数量越少，甚至导致目标边缘点被筛除。

卡尺高度

该值描述*卡尺*（可理解为“用于检测边缘点的ROI”）的高度。当边缘查找不准确时可适当增大该值。

卡尺宽度

该值描述*卡尺*的宽度。在一定范围内增大该值可以获取更加稳定的边缘点。噪点较多时建议取较大值，但相应的耗时将增大。

卡尺间距

该值描述相邻*卡尺*的间距。间距越小，获取的边缘点越多，但相应的耗时将增大。

缺陷极性

有**轨迹左侧**、**轨迹右侧**和**轨迹两侧缺陷**三种极性。详情见上文*模块原理*中的*图14-356*。

缺陷距离阈值

如果查找到的边缘点与基准边缘直线的距离大于该阈值，则判定为待筛选缺陷点。

缺陷尺寸/面积使能

如果开启**缺陷尺寸使能**和（或）**缺陷面积使能**，则根据对应阈值做进一步筛选。相关原理请参见上文*模块原理*中的*图14-356*。

模块结果

*直线边缘缺陷检测*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

缺陷个数

int型，表示检测到的缺陷个数。

缺陷框

缺陷框中心点

缺陷框中心X

float型，表示缺陷框中心点的X坐标。

缺陷框中心Y

float型，表示缺陷框中心点的Y坐标。

缺陷框宽度

float型，表示缺陷框的宽度。

缺陷框高度

float型，表示缺陷框的高度。

缺陷框角度

float型，表示缺陷框以初始点开始顺时针旋转的角度。

缺陷尺寸

float型，表示沿着轨迹方向的缺陷长度。

缺陷面积

float型，表示缺陷框的面积。

卡尺起始值

int型，表示根据卡尺宽度和卡尺间距从直线起始点开始顺序放置序号点的起始序号点。

卡尺终止值

int型，表示根据卡尺宽度和卡尺间距从直线起始点开始顺序放置序号点的终止序号点。

缺陷类型

int型，表示边缘缺陷的类型。

- 6表示边缘位置偏移。
- 8表示边缘断裂缺陷 。
- 9表示边缘阶梯差缺陷。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

边缘点

轮廓点X

float型，表示边缘轮廓点的X坐标。

轮廓点Y

float型，表示边缘轮廓点的Y坐标。

轮廓点状态

int型，表示是否能检测到每个轮廓。0表示未检测到，1表示检测到。

边缘点个数

int型，表示输出的边缘点个数。

卡尺框

卡尺中心点

卡尺中心X

float型，表示卡尺框中心点的X坐标。

卡尺中心Y

float型，表示卡尺框中心点的Y坐标。

卡尺宽度

float型，表示每个卡尺框的宽度，一般相等。

卡尺高度

float型，表示每个卡尺框的高度，一般相等。

卡尺角度

float型，表示每个卡尺框与水平方向的夹角。一般对应位置角度相差的大小为检测圆弧的角度范围。

理想卡尺点状态

int型，表示理想中直线边缘点的创建状态.1表示创建成功，0表示创建失败。

理想卡尺点数量

int型，表示理想中直线边缘点的数量。

标准直线

标准直线起点

标准直线起点X

float型，表示标准直线起点的X坐标 。

标准直线起点Y

float型，表示标准直线起点的Y坐标 。

标准直线终点

标准直线终点X

float型，表示标准直线终点的X坐标 。

标准直线终点Y

float型，表示标准直线终点的Y坐标 。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.8.7 直线对缺陷检测

*直线对缺陷检测*模块适用于检测发生形变或者断裂的一对直线之间的缺陷。该模块适用于检测矩形工件边缘的形变和缺损、判断工件边缘的规整程度、查找毛刺和污垢。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*

- *模块结果*

使用方法

该模块可作为*图像源*模块的后序模块，直接接收*图像源*的图像输入。
如果检测物在视野内存在姿态变化，该模块的前序模块中可加入*模板匹配*等定位模块进行粗定位；再使用*位置修正*和*直线查找*模块完成直线精定位；最后该模块将*直线查找*输出的直线作为基准边缘，用于后续的缺陷检测。
完成该模块的ROI绘制和运行参数配置后，即可对目标图像进行直线对缺陷检测。

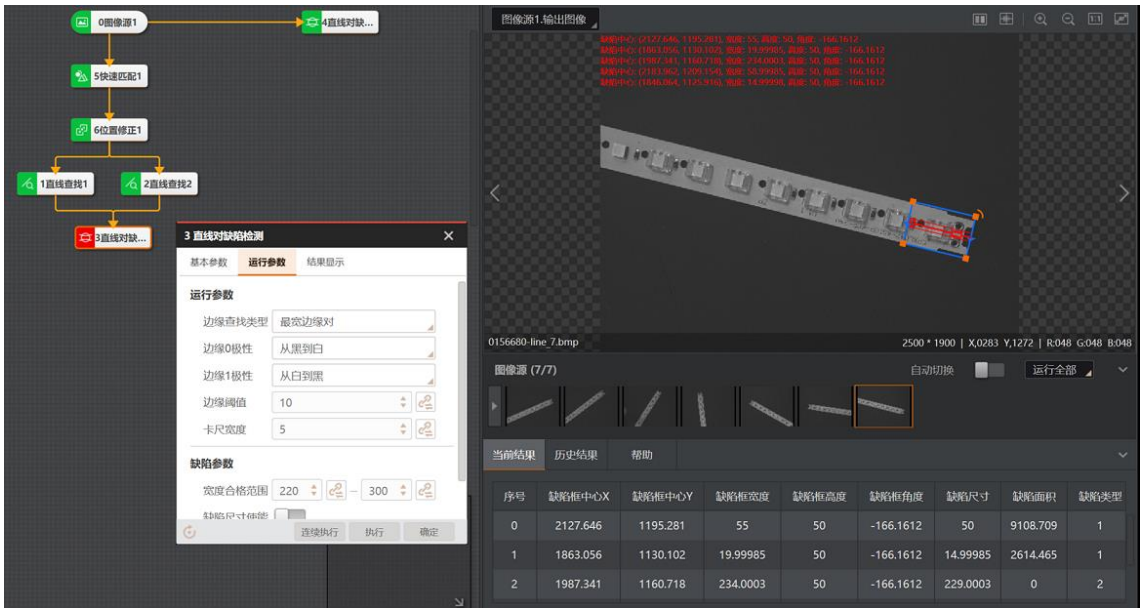


图14-356 应用示例

参数配置

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 该模块运行参数与*圆弧对缺陷检测*的类似，具体请参见该模块的同名参数。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模块结果

*直线对缺陷检测*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

缺陷个数

int型，表示检测到的缺陷个数。

缺陷框

缺陷框中心点

缺陷框中心X

float型，表示缺陷框中心点的X坐标。

缺陷框中心Y

float型，表示缺陷框中心点的Y坐标。

缺陷框宽度

float型，表示缺陷框的宽度。

缺陷框高度

float型，表示缺陷框的高度。

缺陷框角度

float型，表示缺陷框以初始点开始顺时针旋转的角度。

缺陷尺寸

float型，表示沿着轨迹方向的缺陷长度。

缺陷面积

float型，表示缺陷框的面积。

卡尺起始值

int型，表示根据卡尺宽度和卡尺间距从直线起始点开始顺序放置序号点的起始序号点。

卡尺终止值

int型，表示根据卡尺宽度和卡尺间距从直线起始点开始顺序放置序号点的终止序号点。

缺陷类型

int型，表示边缘缺陷的类型。

- 6表示边缘位置偏移。
- 8表示边缘断裂缺陷 。
- 9表示边缘阶梯差缺陷。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

边缘*轮廓点（*代表0-1）

边缘*轮廓点X

float型，表示边缘直线*轮廓点的X坐标。

边缘*轮廓点Y

float型，表示边缘直线*轮廓点的Y坐标。

边缘*轮廓点状态（*表示0-1）

int型，表示用于检测出边缘直线的轮廓点的状态.1表示轮廓点符合要求，0表示轮廓点不符合要求。

卡尺点

理想卡尺点X

float型，表示理想中检测到边缘点的X坐标。

理想卡尺点Y

float型，表示理想中检测到边缘点的Y坐标。

理想卡尺点状态

int型，表示理想中直线边缘点的创建状态.1表示创建成功，0表示创建失败。

理想卡尺点数量

int型，表示理想中直线边缘点的数量。

标准直线

标准直线起点

标准直线起点X

float型，表示标准直线起点的X坐标 。

标准直线起点Y

float型，表示标准直线起点的Y坐标 。

标准直线终点

标准直线终点X

float型，表示标准直线终点的X坐标 。

标准直线终点Y

float型，表示标准直线终点的Y坐标 。

标准直线

标准直线起点

标准直线起点X

float型，表示标准直线起点的X坐标 。

标准直线起点Y

float型，表示标准直线起点的Y坐标 。

标准直线终点

标准直线终点X

float型，表示标准直线终点的X坐标 。

标准直线终点Y

float型，表示标准直线终点的Y坐标 。

缺陷综合信息

最小宽度

float型，表示模块生成的直线对或圆弧对之间的最小宽度。

最大宽度

float型，表示模块生成的直线对或圆弧对之间的最大宽度。

平均宽度

float型，表示模块生成的直线对或圆弧对之间的平均宽度。

近似面积

float型，表示模块生成的直线对或圆弧对之间的近似面积总和。

最小边缘点*（*表示0-1）

最小边缘点X

float型，表示直线对之间生成的最小宽度间距中下直线边缘点的X坐标。

最小边缘点Y

float型，表示直线对之间生成的最小宽度间距中下直线边缘点的Y坐标。

最小边缘点*极性（*表示0-1）

int型，1表示从黑到白，2表示从白到黑。

最小边缘分数

float型，表示根据算法计算出的最小边缘对分数。

最小边缘距离

float型，表示最小边缘对之间的距离。

最小边缘状态

int型，1表示找到最小边缘对，0表示没找到。

最大边缘点*（*表示0-1）

最大边缘点X

float型，表示直线对之间生成的最大宽度间距中下直线边缘点的X坐标。

最大边缘点Y

float型，表示直线对之间生成的最大宽度间距中下直线边缘点的Y坐标。

最大边缘点*极性（*表示0-1）

int型，1表示从黑到白，2表示从白到黑。

最大边缘分数

float型，表示根据算法计算出的最大边缘对分数。

最大边缘距离

float型，表示最大边缘对之间的距离。

最大边缘状态

int型，1表示找到最大边缘对，0表示没找到。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.8.8 圆弧对缺陷检测

*圆弧对缺陷检测*模块可检测圆弧的凹凸部分和断裂部分，并输出相关信息。该模块适用于检测“呈现圆环状分布，且具有一定径向宽度”的边缘区域。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

*圆弧对缺陷检测*模块一般将实际提取到的边缘点对与基准（同心）圆弧对比较，通过分析边缘对的存在性、宽度等信息，明确是否存在边缘对缺陷。常见缺陷类型有断裂、凸起或凹陷等。

该模块基本算法原理与*直线边缘缺陷检测*基本相同，差异点如下：

- 待检区域应呈现出明显的具有一定径向宽度的圆环分布。
- 如果基准圆弧对需要该模块自行检测，则使用*圆查找*分别查找圆环外径圆和内径圆，并组成同心圆对。
- 该模块查找的是边缘点对，而非边缘点。
- 该模块无缺陷极性的认定，仅检测目标线条是否存在断裂或宽度异常（凸出或凹陷）缺陷。

使用方法

该模块的前序模块一般为*图像源*和*圆查找*。

该模块主要配置步骤如下：

1. 针对待检测的圆弧对，绘制ROI。
2. 基于前序的两个*圆查找*模块输出的圆弧半径数据（两者相减）和实际检测需求，判定圆弧宽度合格范围。
3. 在*运行参数*页签设置*圆弧宽度合格范围*参数。
4. 执行一次该模块，输出检测结果图像。

5. 如果检测效果不理想，调整下文*参数配置*中提及的运行参数，并再度执行该模块，直至检测结果符合预期。

下图示例中，输出图像中标为红色的圆弧对，即为宽度不符合预期的缺陷圆弧对。

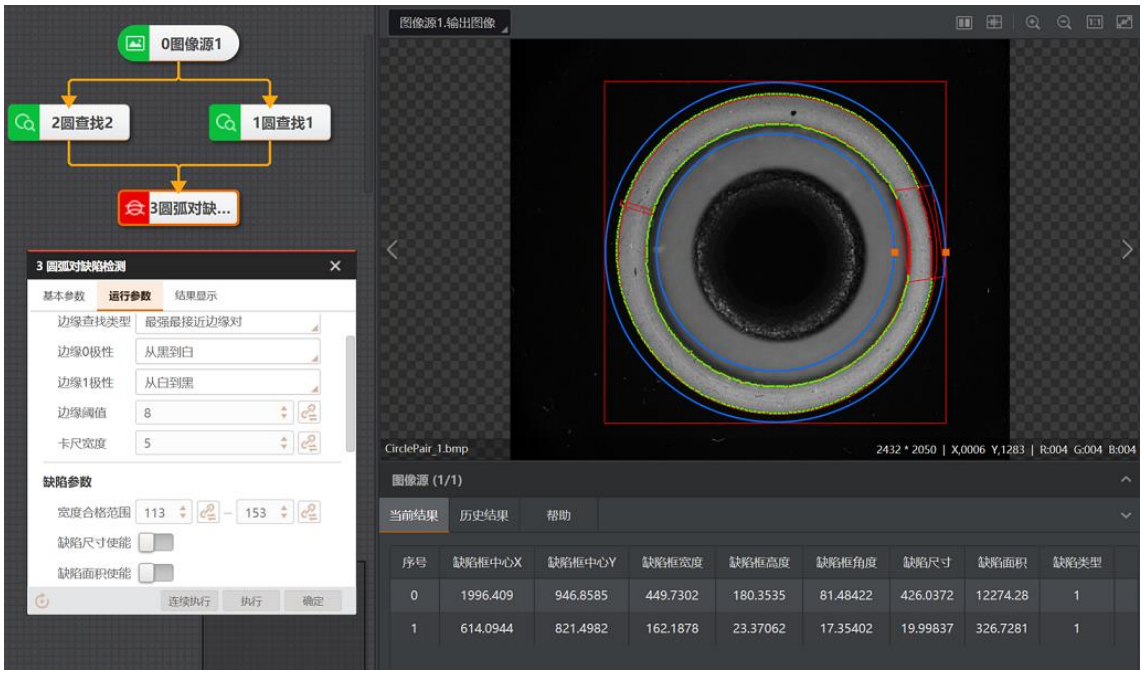


图14-357 应用示例

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

边缘查找类型

设置需查找的边缘对类型。

最宽边缘对

查找间距最大的边缘对。

最接近边缘对

查找与下文**理想宽度**取值最接近的边缘对。

最强最接近边缘对

查找边缘梯度最强且与下文**理想宽度**取值最接近的边缘对。

边缘0/1极性

定义待查找的两条边缘的极性。极性指灰度变化的类型，可设置为**从黑到白**、**从白到黑**或**任意极性**。此处的“黑”和“白”分别用来描述灰度值的低和高。

边缘阈值

边缘阈值即梯度阈值，取值范围0~255。仅梯度大于该值的边缘点可被检测到。数值越大，抗噪能力越强，得到的边缘数量越少，甚至导致目标边缘点被筛除。

卡尺宽度

该值描述*卡尺*的宽度。在一定范围内增大该值可以获取更加稳定的边缘点。噪点较多时建议取较大值，但相应的耗时将增大。

宽度合格范围

该参数为圆弧对缺陷检测的主要调节参数，只有在该参数范围内的圆弧对宽度才算作合格，超出范围的视作缺陷，在设置该参数前可使用卡尺工具测量出大致的圆弧对宽度。

图14-358 圆弧对宽度范围示意图

缺陷尺寸使能

多个缺陷点投影到基准（同心）圆弧，组成的像素尺寸大于**缺陷尺寸阈值**，则判定为缺陷尺寸生效。

缺陷面积使能

缺陷轮廓与基准（同心）圆弧围成的面积是缺陷面积，开启后，仅面积大于**缺陷面积阈值**的缺陷能被查找到。

理想宽度

内外两圆弧的理想间距。

卡尺高度

详情参见*直线边缘缺陷检测*模块的*卡尺高度*。

滤波尺寸

详情参见*直线边缘缺陷检测*模块的*滤波尺寸*。

卡尺间距

详情参见*直线边缘缺陷检测*模块的*卡尺间距*。

卡尺数量

详情参见*圆查找*模块的*卡尺数量*。

剔除点数

误差过大而被排除不参与拟合的最小点数量。一般情况下，离群点越多，该值应设置越大，为获取更佳查找效果，建议配合**剔除阈值**设置。

剔除阈值

允许离群点到拟合圆的最大像素距离，值越小，排除点越多。

容忍角度

可接受的目标角度差。

追踪容忍角度

边缘追踪所允许偏移的最大像素。

模块结果

*圆弧对缺陷检测*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

缺陷个数

int型，表示检测到的缺陷个数。

检测圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示圆弧ROI中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示圆弧ROI中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示圆弧ROI的内径。

检测圆弧外径

float型，表示圆弧ROI的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示圆弧ROI起始点相对于圆心的角度。如果起始点位于X轴正方向，则为0度，顺时针旋转则角度随之增大。

检测圆弧角度范围

float型，表示圆弧ROI从起始边开始至终止边所跨过的角度范围。

缺陷框

缺陷框中心点

缺陷框中心X

float型，表示缺陷框中心点的X坐标。

缺陷框中心Y

float型，表示缺陷框中心点的Y坐标。

缺陷框宽度

float型，表示缺陷框的宽度。

缺陷框高度

float型，表示缺陷框的高度。

缺陷框角度

float型，表示缺陷框以初始点开始顺时针旋转的角度。

缺陷尺寸

float型，表示沿着轨迹方向的缺陷长度。

缺陷面积

float型，表示缺陷框的面积。

卡尺起始值

int型，表示根据卡尺宽度和卡尺间距从直线起始点开始顺序放置序号点的起始序号点。

卡尺终止值

int型，表示根据卡尺宽度和卡尺间距从直线起始点开始顺序放置序号点的终止序号点。

缺陷类型

int型，表示边缘缺陷的类型。

- 6表示边缘位置偏移。
- 8表示边缘断裂缺陷 。
- 9表示边缘阶梯差缺陷。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

边缘*轮廓点（*代表0-1）

边缘*轮廓点X

float型，表示边缘直线*轮廓点的X坐标。

边缘*轮廓点Y

float型，表示边缘直线*轮廓点的Y坐标。

边缘*轮廓点状态（*表示0-1）

int型，表示用于检测出边缘直线的轮廓点的状态.1表示轮廓点符合要求，0表示轮廓点不符合要求。

边缘*轮廓点数（*表示0-1）

int型，表示检测到的直线*的边缘点个数。

卡尺点

理想卡尺点X

float型，表示理想中检测到边缘点的X坐标。

理想卡尺点Y

float型，表示理想中检测到边缘点的Y坐标。

理想卡尺点状态

int型，表示理想中直线边缘点的创建状态.1表示创建成功，0表示创建失败。

理想卡尺点数量

int型，表示理想中直线边缘点的数量。

标准圆环

标准圆环圆心

标准圆环圆心X

float型，表示标准圆环中心点的X坐标。

标准圆环圆心Y

float型，表示标准圆环中心点的Y坐标。

标准圆环内径

float型，表示标准圆环内侧圆环的圆半径。

标准圆环外径

float型，表示标准圆环外侧圆环的圆半径。

标准圆环起始角度

float型，表示标准圆环起始点相对于圆心的角度。如果起始点位于X轴正方向，则为0度，顺时针旋转则角度随之增大。

标准圆环角度范围

float型，表示标准圆环从起始边开始至终止边所跨过的角度范围。

缺陷综合信息

最小宽度

float型，表示模块生成的直线对或圆弧对之间的最小宽度。

最大宽度

float型，表示模块生成的直线对或圆弧对之间的最大宽度。

平均宽度

float型，表示模块生成的直线对或圆弧对之间的平均宽度。

近似面积

float型，表示模块生成的直线对或圆弧对之间的近似面积总和。

最小边缘点*（*表示0-1）

最小边缘点X

float型，表示直线对之间生成的最小宽度间距中下直线边缘点的X坐标。

最小边缘点Y

float型，表示直线对之间生成的最小宽度间距中下直线边缘点的Y坐标。

最小边缘点*极性（*表示0-1）

int型，1表示从黑到白，2表示从白到黑。

最小边缘分数

float型，表示根据算法计算出的最小边缘对分数。

最小边缘距离

float型，表示最小边缘对之间的距离。

最小边缘状态

int型，1表示找到最小边缘对，0表示没找到。

最大边缘点*（*表示0-1）

最大边缘点X

float型，表示直线对之间生成的最大宽度间距中下直线边缘点的X坐标。

最大边缘点Y

float型，表示直线对之间生成的最大宽度间距中下直线边缘点的Y坐标。

最大边缘点*极性（*表示0-1）

int型，1表示从黑到白，2表示从白到黑。

最大边缘分数

float型，表示根据算法计算出的最大边缘对分数。

最大边缘距离

float型，表示最大边缘对之间的距离。

最大边缘状态

int型，1表示找到最大边缘对，0表示没找到。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.8.9 圆弧边缘缺陷检测

*圆弧边缘缺陷检测*模块可检测工件或产品上的弧边缘缺陷，如断裂、凹陷、凸点、磨损等问题。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块的主要检测途径是在圆弧上自动创建一定数量的*卡尺*，比对相邻卡尺中部分圆弧中心点x轴、y轴和角度偏移，并根据预设的阈值大小判断缺陷是否成立。
如下图所示，检测结果中红框标注部分即圆弧缺陷，绿点即正常的圆弧边缘。

图14-359 检测结果示例

使用方法

在流程中，*圆弧边缘缺陷检测*模块的前后序模块详情如下。

表14-45 前后序模块

前后序模块	描述
前序模块	通常为*图像源*，为*圆弧边缘缺陷检测*提供图像输入。前序模块还可包括*圆查找*，以实现更精确的目标定位
后序模块	无特定要求

*圆弧边缘缺陷检测*具体的配置方法如下图所示，当圆轮廓比较模糊时建议开启**标准输入**。

图14-360 配置方法简易图示

参数配置

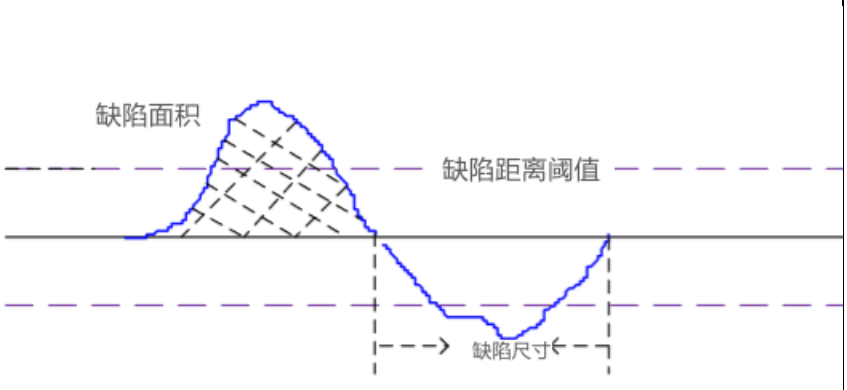
参数	描述
圆输入	可以选择“按圆”输入，直接链接前面圆查找的输出圆。也可以选择“按参数”自定义圆的圆心坐标、半径
ROI区域	可以继承也可以绘制ROI区域
边缘类型	有最强、第一条和最后一条三种类型
边缘极性	有从白到黑、从黑到白和任意极性三种极性
滤波尺寸	用于增强边缘和抑制噪声，最小值为1。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使得检测结果更加稳定，但如果边缘与边缘之间距离小于滤波尺寸时反而会影响边缘位置的精度甚至丢失边缘，该值须要根据实际情况设置
边缘阈值	边缘阈值即梯度阈值，范围0~255，只有边缘梯度阈值大于该值的边缘点才被检测到。数值越大，抗噪能力越强，得到的边缘数量越少，甚至导致目标边缘点被筛除
卡尺高度	在ROI中环形分布若干个边缘点查找ROI，该值描述扫描边缘点查找ROI的区域高度。当边缘查找不准确时可适当增大该值
卡尺宽度	在一定范围内增大该值可以获取更加稳定的边缘点
卡尺间距	在ROI中环形分布若干个边缘点查找ROI，每个ROI之间的像素间距
缺陷极性	有轨迹左侧、右侧和轨迹两侧等三种极性，沿着检测框BOX的方向看，检测边缘的左侧为轨迹左侧，其他的依次对应
缺陷距离阈值	边缘点距离拟合直线的距离，若距离大于阈值，则判定为待筛选缺陷点，若尺寸或面积使能打开，则需要进一步根据对应阈值进行筛选
缺陷尺寸使能	多个缺陷点投影到拟合直线，组成的像素尺寸大于阈值，则判定为缺陷尺寸生效 
缺陷面积使能	缺陷轮廓与标准直线围成的面积是缺陷面积，缺陷面积在使能设置范围内的缺陷才可能被查找到，如下图所示

表14-46 高级参数

参数	描述
卡尺数量	用于扫描边缘点的ROI区域数量
剔除点数	误差过大而被排除不参与拟合的最小点数量。一般情况下，离群点越多，该值应设置越大，为获取更佳查找效果，建议与剔除距离结合使用
剔除阈值	允许离群点到拟合圆的最大像素距离，值越小，排除点越多
追踪容忍度	边缘追踪所允许偏移的最大像素

模块结果

*圆弧边缘缺陷检测*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

缺陷个数

int型，表示检测到的缺陷个数。

检测圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示圆弧ROI中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示圆弧ROI中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示圆弧ROI的内径。

检测圆弧外径

float型，表示圆弧ROI的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示圆弧ROI起始点相对于圆心的角度。如果起始点位于X轴正方向，则为0度，顺时针旋转则角度随之增大。

检测圆弧角度范围

float型，表示圆弧ROI从起始边开始至终止边所跨过的角度范围。

缺陷框

缺陷框中心点

缺陷框中心X

float型，表示缺陷框中心点的X坐标。

缺陷框中心Y

float型，表示缺陷框中心点的Y坐标。

缺陷框宽度

float型，表示缺陷框的宽度。

缺陷框高度

float型，表示缺陷框的高度。

缺陷框角度

float型，表示缺陷框以初始点开始顺时针旋转的角度。

缺陷尺寸

float型，表示沿着轨迹方向的缺陷长度。

缺陷面积

float型，表示缺陷框的面积。

卡尺起始值

int型，表示根据卡尺宽度和卡尺间距从直线起始点开始顺序放置序号点的起始序号点。

卡尺终止值

int型，表示根据卡尺宽度和卡尺间距从直线起始点开始顺序放置序号点的终止序号点。

缺陷类型

int型，表示边缘缺陷的类型。

- 6表示边缘位置偏移。
- 8表示边缘断裂缺陷 。
- 9表示边缘阶梯差缺陷。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

边缘点

轮廓点X

float型，表示边缘轮廓点的X坐标。

轮廓点Y

float型，表示边缘轮廓点的Y坐标。

轮廓点状态

int型，表示是否能检测到每个轮廓。0表示未检测到，1表示检测到。

边缘点个数

int型，表示输出的边缘点个数。

卡尺点

理想卡尺点X

float型，表示理想中检测到边缘点的X坐标。

理想卡尺点Y

float型，表示理想中检测到边缘点的Y坐标。

理想卡尺点状态

int型，表示理想中直线边缘点的创建状态.1表示创建成功，0表示创建失败。

理想卡尺点数量

int型，表示理想中直线边缘点的数量。

标准圆环

标准圆环圆心

标准圆环圆心X

float型，表示标准圆环中心点的X坐标。

标准圆环圆心Y

float型，表示标准圆环中心点的Y坐标。

标准圆环内径

float型，表示标准圆环内侧圆环的圆半径。

标准圆环外径

float型，表示标准圆环外侧圆环的圆半径。

标准圆环起始角度

float型，表示标准圆环起始点相对于圆心的角度。如果起始点位于X轴正方向，则为0度，顺时针旋转则角度随之增大。

标准圆环角度范围

float型，表示标准圆环从起始边开始至终止边所跨过的角度范围。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.8.10 边缘组合缺陷检测

*边缘组合缺陷检测*模块可组合*直线边缘缺陷检测*和*圆弧边缘缺陷检测*进行边缘缺陷检测，并输出缺陷个数、缺陷位置和缺陷大小等信息。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

在流程中，该模块的：

- 前序模块一般为*图像源*、*模板匹配*和*位置修正*。这些模块搭配使用可对存在位姿变化的物料进行特征定位。。
- 后序模块可使用*脚本*和*发送数据*，将数据按指定格式发出。

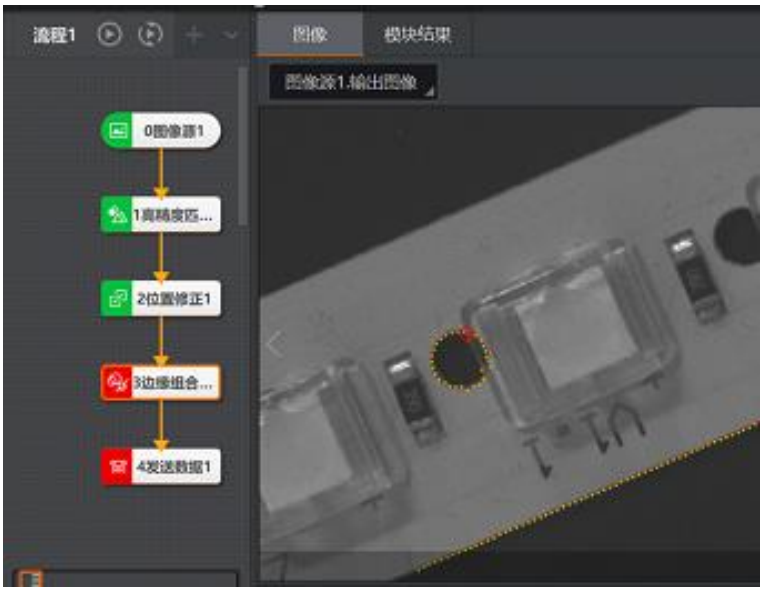


图14-361 应用示例

参数配置

可在该模块配置窗口的*运行参数*页签配置*直线边缘缺陷检测*和*圆弧边缘缺陷检测*模块的基本参数和运行参数。

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 运行参数详情，请参见*直线边缘缺陷检测*和*圆弧边缘缺陷检测*。结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

图14-362 运行参数页签

模块结果

*边缘组合缺陷检测*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

缺陷个数

int型，表示检测到的缺陷个数。

缺陷框

缺陷框中心点

缺陷框中心X

float型，表示缺陷框中心点的X坐标。

缺陷框中心Y

float型，表示缺陷框中心点的Y坐标。

缺陷框宽度

float型，表示缺陷框的宽度。

缺陷框高度

float型，表示缺陷框的高度。

缺陷框角度

float型，表示缺陷框以初始点开始顺时针旋转的角度。

缺陷尺寸

float型，表示沿着轨迹方向的缺陷长度。

缺陷面积

float型，表示缺陷框的面积。

卡尺起始值

int型，表示根据卡尺宽度和卡尺间距从直线起始点开始顺序放置序号点的起始序号点。

卡尺终止值

int型，表示根据卡尺宽度和卡尺间距从直线起始点开始顺序放置序号点的终止序号点。

缺陷类型

int型，表示边缘缺陷的类型。

- 6表示边缘位置偏移。
- 8表示边缘断裂缺陷 。
- 9表示边缘阶梯差缺陷。

边缘点

轮廓点X

float型，表示边缘轮廓点的X坐标。

轮廓点Y

float型，表示边缘轮廓点的Y坐标。

轮廓点状态

int型，表示是否能检测到每个轮廓。0表示未检测到，1表示检测到。

边缘点个数

int型，表示输出的边缘点个数。

卡尺点

理想卡尺点X

float型，表示理想中检测到边缘点的X坐标。

理想卡尺点Y

float型，表示理想中检测到边缘点的Y坐标。

理想卡尺点状态

int型，表示理想中直线边缘点的创建状态.1表示创建成功，0表示创建失败。

理想卡尺点数量

int型，表示理想中直线边缘点的数量。

标准圆环

标准圆环圆心

标准圆环圆心X

float型，表示标准圆环中心点的X坐标。

标准圆环圆心Y

float型，表示标准圆环中心点的Y坐标。

标准圆环内径

float型，表示标准圆环内侧圆环的圆半径。

标准圆环外径

float型，表示标准圆环外侧圆环的圆半径。

标准圆环起始角度

float型，表示标准圆环起始点相对于圆心的角度。如果起始点位于X轴正方向，则为0度，顺时针旋转则角度随之增大。

标准圆环角度范围

float型，表示标准圆环从起始边开始至终止边所跨过的角度范围。

标准直线

标准直线起点

标准直线起点X

float型，表示标准直线起点的X坐标 。

标准直线起点Y

float型，表示标准直线起点的Y坐标 。

标准直线终点

标准直线终点X

float型，表示标准直线终点的X坐标 。

标准直线终点Y

float型，表示标准直线终点的Y坐标 。

标准直线角度

float型，表示标准直线相对于X轴正方向顺时针偏移的角度。

14.8.11 边缘对组合缺陷检测

*边缘对组合缺陷检测*可组合*直线对缺陷检测*和*圆弧对缺陷检测*进行边缘对缺陷检测，并输出缺陷的数量、位置和面积等信息。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

在流程中，该模块的：

- 前序模块可为*图像源*、*模板匹配*和*位置修正*。这些模块搭配使用可对存在位姿变化的物料进行特征定位。还可在前序模块中搭配*圆查找*和*直线查找*，获取边缘直线或圆弧作为该模块的基准边缘，提高缺陷查找效率。
- 后序模块可使用*脚本*和*发送数据*，将数据按指定格式发出。

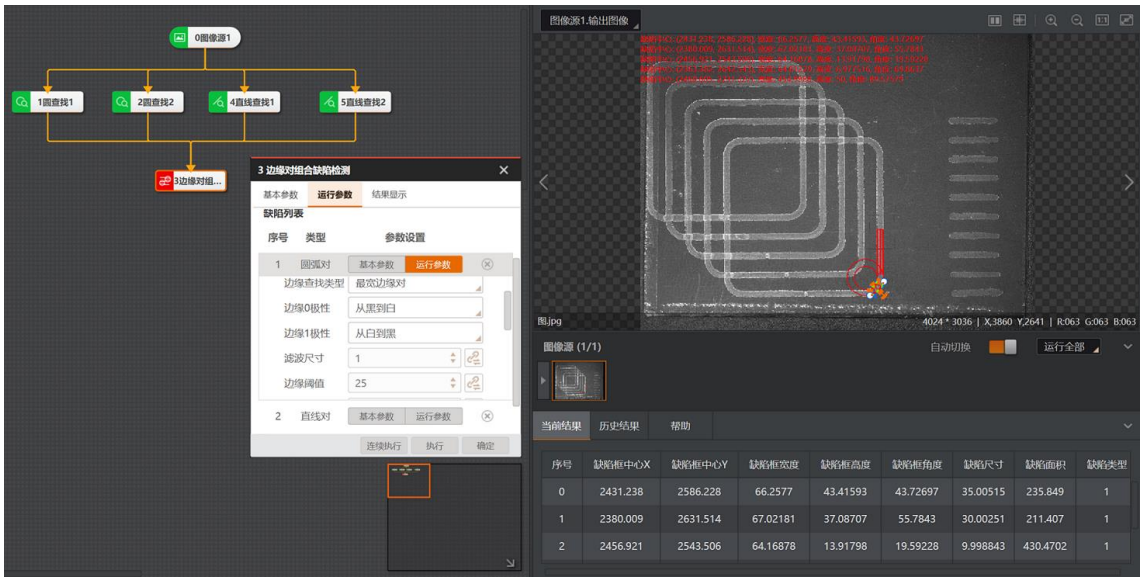


图14-363 应用示例

参数配置

可在该模块配置窗口的*运行参数*页签配置这两个模块的基本参数和运行参数。

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 运行参数详情，请参见*直线对缺陷检测*和*圆弧对缺陷检测*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

图14-364 运行参数页签

模块结果

*边缘对组合缺陷检测*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

缺陷个数

int型，表示检测到的缺陷个数。

缺陷框

缺陷框中心点

缺陷框中心X

float型，表示缺陷框中心点的X坐标。

缺陷框中心Y

float型，表示缺陷框中心点的Y坐标。

缺陷框宽度

float型，表示缺陷框的宽度。

缺陷框高度

float型，表示缺陷框的高度。

缺陷框角度

float型，表示缺陷框以初始点开始顺时针旋转的角度。

缺陷尺寸

float型，表示沿着轨迹方向的缺陷长度。

缺陷面积

float型，表示缺陷框的面积。

卡尺起始值

int型，表示根据卡尺宽度和卡尺间距从直线起始点开始顺序放置序号点的起始序号点。

卡尺终止值

int型，表示根据卡尺宽度和卡尺间距从直线起始点开始顺序放置序号点的终止序号点。

缺陷类型

int型，表示边缘缺陷的类型。

- 6表示边缘位置偏移。
- 8表示边缘断裂缺陷 。
- 9表示边缘阶梯差缺陷。

边缘*轮廓点（*代表0-1）

边缘*轮廓点X

float型，表示边缘直线*轮廓点的X坐标。

边缘*轮廓点Y

float型，表示边缘直线*轮廓点的Y坐标。

边缘*轮廓点状态（*表示0-1）

int型，表示用于检测出边缘直线的轮廓点的状态.1表示轮廓点符合要求，0表示轮廓点不符合要求。

边缘*轮廓点数（*表示0-1）

int型，表示检测到的直线*的边缘点个数。

边缘中点

边缘中点X

float型，表示实际检测到的边缘0或边缘1的中点的X坐标。

边缘中点Y

float型，表示实际检测到的边缘0或边缘1的中点的Y坐标。

边缘中点状态

int型，1表示正常，其他表示异常。

边缘中点数

int型，代表“直线0与直线1”或“圆弧0与圆弧1”对应轮廓点连线中点的个数。

卡尺点

理想卡尺点X

float型，表示理想中检测到边缘点的X坐标。

理想卡尺点Y

float型，表示理想中检测到边缘点的Y坐标。

理想卡尺点状态

int型，表示理想中直线边缘点的创建状态.1表示创建成功，0表示创建失败。

理想卡尺点数量

int型，表示理想中直线边缘点的数量。

标准圆环

标准圆环圆心

标准圆环圆心X

float型，表示标准圆环中心点的X坐标。

标准圆环圆心Y

float型，表示标准圆环中心点的Y坐标。

标准圆环内径

float型，表示标准圆环内侧圆环的圆半径。

标准圆环外径

float型，表示标准圆环外侧圆环的圆半径。

标准圆环起始角度

float型，表示标准圆环起始点相对于圆心的角度。如果起始点位于X轴正方向，则为0度，顺时针旋转则角度随之增大。

标准圆环角度范围

float型，表示标准圆环从起始边开始至终止边所跨过的角度范围。

标准直线

标准直线起点

标准直线起点X

float型，表示标准直线起点的X坐标 。

标准直线起点Y

float型，表示标准直线起点的Y坐标 。

标准直线终点

标准直线终点X

float型，表示标准直线终点的X坐标 。

标准直线终点Y

float型，表示标准直线终点的Y坐标 。

标准直线角度

float型，表示标准直线相对于X轴正方向顺时针偏移的角度。

缺陷综合信息

最小宽度

float型，表示模块生成的直线对或圆弧对之间的最小宽度。

最大宽度

float型，表示模块生成的直线对或圆弧对之间的最大宽度。

平均宽度

float型，表示模块生成的直线对或圆弧对之间的平均宽度。

近似面积

float型，表示模块生成的直线对或圆弧对之间的近似面积总和。

14.8.12 边缘位置趋势分析

*边缘位置趋势分析*模块可通过边缘点的距离信息分析出物体边缘的走势，输出图像中“边缘点坐标”和“边缘点与ROI边缘距离”等位置信息。通过这些信息可进一步获取到期望的图像边缘点。
本节包含如下内容：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块工作原理如下。

1. 根据预设的运行参数在ROI区域内获取符合要求的卡尺区域集合。
2. 在每个卡尺区域获取一个边缘点，并获取所有边缘点到ROI上边线的距离信息（同时可获取其中的最大值、最小值、平均值等）。
3. 根据设置的距离阈值提取满足要求的点集，并得到该点集距离中的最大距离、最小距离及平均距离，同时分别输出一个最大距离和最小距离对应的点。

使用方法

该模块前序后模块详情见下表。

表14-47 前后序模块

前后序模块	描述
前序模块	如果待检测目标在视野内存在位姿变化，该模块的前序模块一般可包括*图像源*、*模板匹配*、*BLOB分析*和*位置修正*等。其中*模板匹配*或*BLOB分析*用于进行粗定位，*位置修正*用于实时修正检测区域。

前后序模块	描述
	如果待检测目标在视野内无位姿变化，该模块可仅与*图像源*搭配使用。
后序模块	该模块后序模块可接*点集*，以获取图像边缘点和最大/最小距离点。

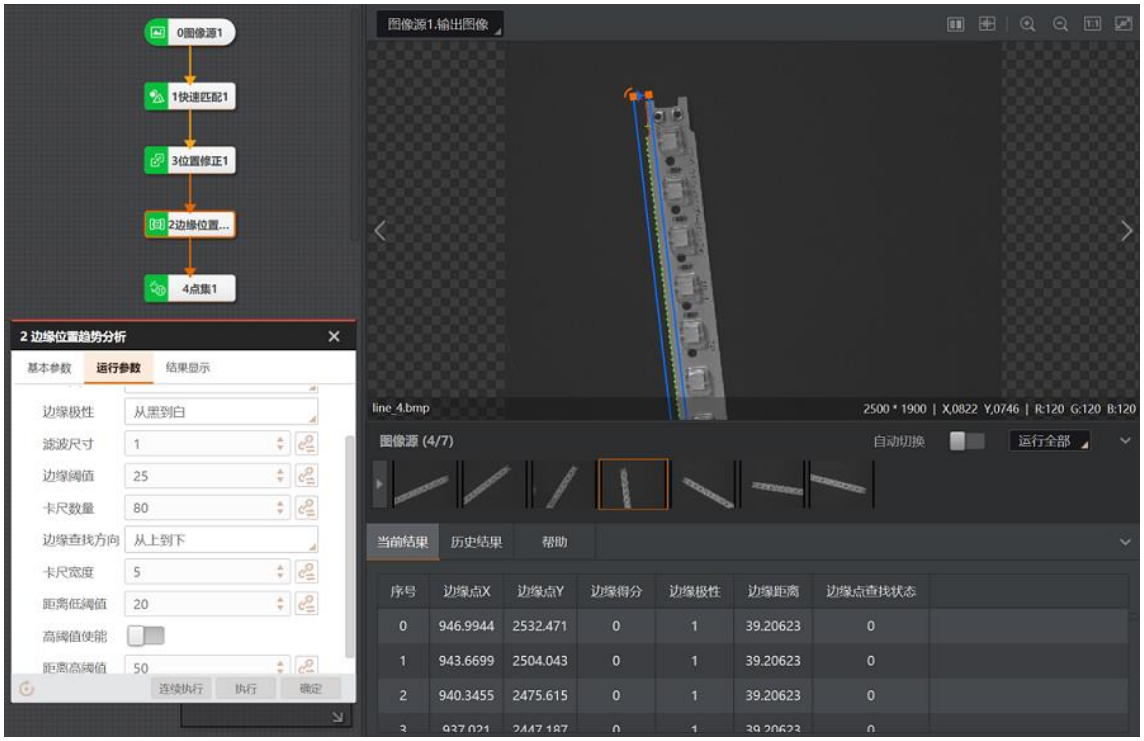


图14-365 应用示例

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

表14-48 运行参数

参数	描述
边缘类型	可设置边缘检测的类型，可选最强、第一条边缘和最后一条边缘。 ● 最强：只检测扫描范围内梯度阈值最大的边缘点集合。 ● 第一条边缘：只检测扫描范围内与搜索起始点最近的边缘点集合。 ● 最后一条边缘：只检测扫描范围内与搜索终止点最近的边缘点集合。
边缘极性	可设置边缘检测的极性，可选任意极性、从黑到白、从白到黑。

参数	描述
	● 从黑到白：从灰度值低的区域过渡到灰度值高的区域的边缘。 ● 从白到黑：从灰度值高的区域过渡到灰度值低的区域的边缘。 ● 任意极性：以上两种边缘均可检测。
滤波尺寸	用于增强边缘和抑制噪声，最小值为1。需根据实际需求设置。 当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使检测结果更稳定。但若边缘与边缘之间距离小于滤波尺寸，反而会影响边缘位置的精度甚至丢失边缘。
边缘阈值	边缘阈值即梯度阈值，范围0~255。 当边缘梯度阈值大于该值的边缘点，方可被检测到。 数值越大，抗噪能力越强，得到的边缘数量越少，甚至导致目标边缘点被筛除。
卡尺数量	查找ROI区域内，用于扫描边缘点的卡尺ROI数量。
边缘查找方向	可设置查找边缘的方向，可选从上到下、从左到右。 ● 从上到下：ROI角度为0°时，表示相对于设置的ROI区域，按从上往下的顺序查找边缘点。若调整ROI角度，则查找方向需同步调整角度。 ● 从左到右：ROI角度为0°时，表示相对于设置的ROI区域，按从左往右的顺序查找边缘点。若调整ROI角度，则查找方向需同步调整角度。
卡尺宽度	即查找边缘点ROI的区域宽度，在一定范围内增大该值可获取更稳定的边缘点。 同时边缘点ROI的区域高度由查找ROI的高度决定。
距离低阈值	对应距离最小值。需配合高阈值一起使用，高阈值相关介绍请见高阈值使能和距离高阈值参数。 ● 当设置的距离低阈值＜距离高阈值时，则边缘距离满足“≥低阈值且≤高阈值”的边缘点集组成目标点集。 ● 当设置的距离低阈值≥距离高阈值时，则边缘距离满足“＞低阈值或＜高阈值”的边缘点组成目标点集。
高阈值使能	开启该功能时，根据所有边缘点集的边缘距离分布自适应计算距离高阈值；关闭该功能时，则自定义设置距离高阈值。
距离高阈值	仅在关闭高阈值使能时，有该参数。对应距离的最大值。

模块结果

*边缘位置趋势分析*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

边缘点个数

int型，表示输出的边缘点个数。

边缘点提取总数

int型，代表边缘趋势上的边缘点个数。

边缘点最小距离

float型，代表边缘点之间的最小距离 。

最小距离索引点

点X

float型，代表最小距离的点的X轴坐标。

点Y

float型，代表最小距离的点的Y轴坐标。

边缘点最大距离

float型，代表边缘点之间的最大距离。

最大距离索引点

点X

float型，代表最大距离的点的X轴坐标。

点Y

float型，代表最大距离的点的Y轴坐标。

边缘点平均距离

float型，代表边缘点之间的平均距离。

目标边缘点总数

int型，代表边缘趋势上的边缘点个数。

目标边缘点最小距离

float型，代表边缘趋势上的边缘点之间的最小距离。

目标边缘点最大距离

float型，代表边缘趋势上的边缘点之间的最大距离。

目标边缘点平均距离

float型，代表边缘趋势上的边缘点之间的平均距离。

卡尺数量

int型，对应运行参数中的卡尺数量。

边缘点

边缘点X

float型，表示检测到边缘点的X坐标。

边缘点Y

float型，表示检测到边缘点的Y坐标。

边缘得分

float型，表示边缘对的得分。

边缘极性

int型，表示边缘点的极性。

边缘距离

float型，表示边缘点之间的距离。

边缘点查找状态

int型，表示边缘点是否在边缘上。1表示正常，其他表示异常。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.8.13 边缘对位置趋势分析

*边缘对位置趋势分析*模块可输出图像中边缘对之间的信息（如边缘对的距离）。通过这些信息可筛选点位。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块的工作原理如下。

1. 根据预设的运行参数在ROI区域内获取符合要求的卡尺区域集合。
2. 在每个卡尺区域获取一个边缘点对，并获取所有边缘点对各自的距离信息（同时可获取其中的最大值、最小值、平均值等）。
3. 最终根据设置的距离阈值提取满足要求的点对集，并得到该点对集距离中的最大距离、最小距离及平均距离，同时分别输出一个最大距离和最小距离对应的点对。

使用方法

该模块前序后模块详情见下表。

表14-49 前后序模块

前后序模块	描述
前序模块	如果待检测目标在视野内存在位姿变化，该模块的前序模块一般可包括*图像源*、*模板匹配*、*BLOB分析*和*位置修正*等。其中*模板匹配*或*BLOB分析*用于进行粗定位，*位置修正*用于实时修正检测区域。 如果待检测目标在视野内无位姿变化，该模块可仅与*图像源*搭配使用。
后序模块	该模块后序模块可接*点集*，以获取图像边缘点和最大/最小距离点。还可接*脚本*和*发送数据*，以将数据按指定格式发出。

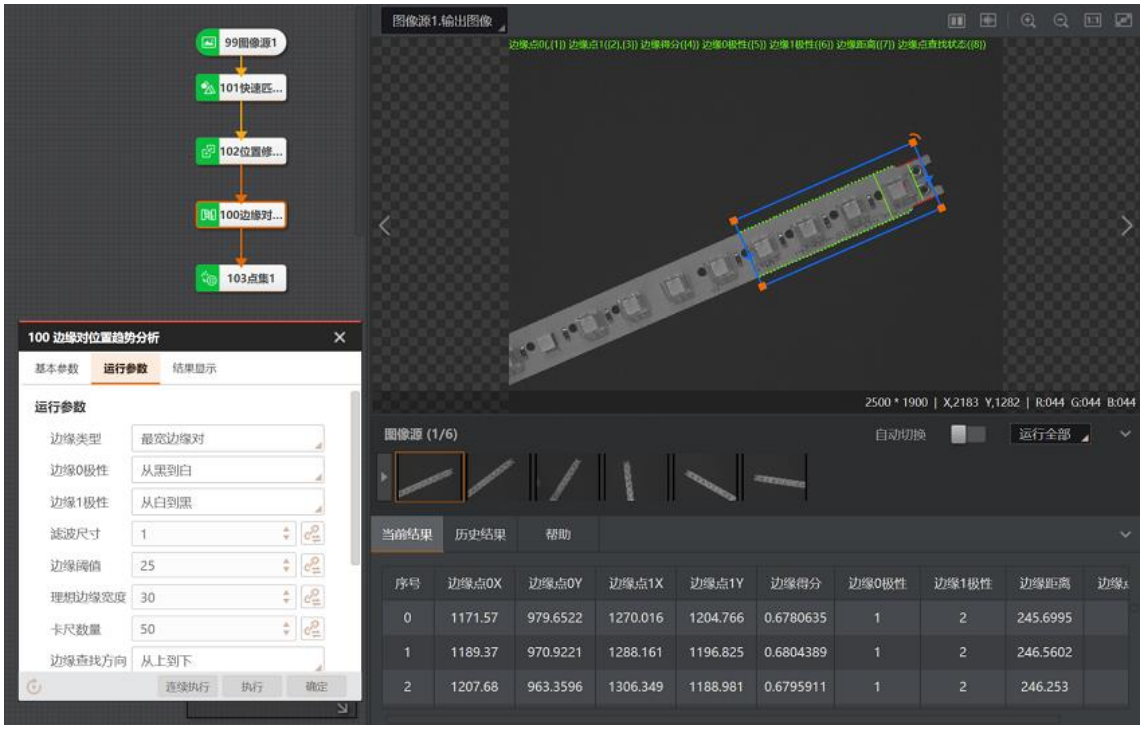


图14-366 应用示例

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

表14-50 运行参数

参数	描述
边缘类型	设置边缘检测的类型，可选最宽边缘对、最窄边缘对、最强边缘对、最弱边缘对、第一个边缘对、最后一个边缘对、最接近边缘对、最不接近边缘对。 ● 最宽边缘对：检测扫描范围内间距最大的边缘对集合。 ● 最窄边缘对：检测扫描范围内间距最小的边缘对集合。 ● 最强边缘对：检测扫描范围内边缘对平均梯度值最大的边缘对集合。 ● 最弱边缘对：检测扫描范围内边缘对平均梯度值最小的边缘对集合。 ● 第一个边缘对：检测扫描范围内边缘对中心与搜索起始点最近的边缘对集合。 ● 最后一个边缘对：检测扫描范围内边缘对中心与搜索终止点最近的边缘对集合。 ● 最接近边缘对：检测扫描范围内边缘对距离与理想边缘宽度 ● 参数差异最小的边缘对集合。 ● 最不接近边缘对：检测扫描范围内边缘对距离与理想边缘宽度 ● 参数异最大的边缘对集合。
边缘0/1极性	可设置边缘0/1检测的极性，可选任意极性、从黑到白、从白到黑。 ● 从黑到白：从灰度值低的区域过渡到灰度值高的区域的边缘。 ● 从白到黑：从灰度值高的区域过渡到灰度值低的区域的边缘。 ● 任意极性：以上两种边缘均可检测。 边缘0为边缘对中的首边缘，边缘1为边缘对中的尾边缘。
滤波尺寸	用于增强边缘和抑制噪声，最小值为1。当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使得检测结果更加稳定，但如果边缘与边缘之间距离小于滤波尺寸时反而会影响边缘位置的精度甚至丢失边缘，该值须要根据实际情况设置。
边缘阈值	边缘阈值即梯度阈值，范围0~255，只有边缘梯度阈值大于该值的边缘点才被检测到。数值越大，抗噪能力越强，得到的边缘数量越少，甚至导致目标边缘点被筛除。
理想边缘宽度	期望找到的边缘对集合中每对边缘的绝对距离。 当**边缘类型**选择最接近边缘对或最不接近边缘对时生效，选择其他边缘类型时该参数无效。
卡尺数量	查找ROI区域内，用于扫描边缘点的卡尺ROI数量。
边缘查找方向	可设置查找边缘的方向，可选从上到下、从左到右。 ● 从上到下：ROI角度为0°时，表示相对于设置的ROI区域，按从上往下的顺序查找边缘点。若调整ROI角度，则查找方向需同步调整角度。 ● 从左到右：ROI角度为0°时，表示相对于设置的ROI区域，按从左往右的顺序查找边缘点。若调整ROI角度，则查找方向需同步调整角度。
卡尺宽度	即查找边缘点ROI的区域宽度，在一定范围内增大该值可获取更稳定的边缘点。 同时边缘点ROI的区域高度由查找ROI的高度决定。

参数	描述
距离低阈值	对应距离最小值。需配合高阈值一起使用，高阈值相关介绍请见高阈值使能和距离高阈值参数。 ● 当设置的距离低阈值＜距离高阈值时，则边缘距离满足“≥低阈值且≤高阈值”的边缘点对集组成目标点对集合。 ● 当设置的距离低阈值≥距离高阈值时，则边缘距离满足“＞低阈值或＜高阈值”的边缘点对集组成目标点对集合。
高阈值使能	开启该功能时，根据所有边缘点对集的边缘距离分布自适应计算距离高阈值；关闭该功能时，则自定义设置距离高阈值。
距离高阈值	仅在关闭高阈值使能时，有该参数。对应距离的最大值。
中心点使能	开启后，该模块将输出的边缘0和边缘1之间中点的X/Y轴坐标以及中点状态（1：正常，0：异常）。

模块结果

*边缘对位置趋势分析*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

边缘对个数

int型，代表共查找的边缘对个数。

边缘对提取总数

int型，代表查找的边缘对有效个数。

边缘对最小距离

float型，代表边缘对中的最小距离。

最小距离拟合直线

拟合直线点*（*代表0-1）

拟合点*X

float型，代表边缘对中最小距离的边缘*的点的X轴坐标。

拟合点*Y

float型，代表边缘对中最小距离的边缘*的点的Y轴坐标。

边缘对最大距离

float型，代表边缘对中的最大距离。

最大距离拟合直线

拟合直线点*（*代表0-1）

拟合点*X

float型，代表边缘对中最大距离的边缘*的点的X轴坐标。

拟合点*Y

float型，代表边缘对中最大距离的边缘*的点的Y轴坐标。

边缘对平均距离

float型，代表边缘对的平均距离。

目标边缘对总数

int型，代表有效边缘对的总个数。

目标边缘对最小距离

float型，代表有效边缘对间的最小距离。

目标边缘对最大距离

float型，代表有效边缘对间的最大距离。

目标边缘对平均距离

float型，代表有效边缘对间的平均距离。

卡尺数量

int型，对应运行参数中的卡尺数量。

边缘点*（*代表0-1）

边缘点*X

float型，代表边缘对中的边缘*的X轴坐标。

边缘点*Y

float型，代表边缘对中的边缘*的Y轴坐标。

边缘中点

边缘中点X

float型，表示实际检测到的边缘0或边缘1的中点的X坐标。

边缘中点Y

float型，表示实际检测到的边缘0或边缘1的中点的Y坐标。

边缘中点状态

int型，1表示正常，其他表示异常。

边缘得分

float型，表示边缘对的得分。

边缘*极性（*代表0-1）

int型，代表边缘对中边缘*的极性。

边缘距离

float型，表示边缘点之间的距离。

边缘点查找状态

int型，表示边缘点是否在边缘上。1表示正常，其他表示异常。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.9 2D标定

“2D标定”分类下的模块主要用于生成两个二维坐标系之间的转换关系（即标定文件），并进行应用。

14.9.1 N点标定

N点标定模块主要用于计算相机的图像坐标系和运动机构的物理坐标系之间的转换关系。通过输入多个一一对应的图像像素点和运动机构物理点，计算得出两个坐标系之间的转换关系（即标定文件）。在需要视觉引导运动机构进行抓取、纠偏和对位等动作的应用场景中应用较为广泛。

说明

该模块使用时需确保N≥4。较为常见的是9点标定和12点标定。若运动机构运动是共轴的，需进行9次平移，此时使用9点标定；若运动机构做不共轴运动，进行9次平移后还需进行3次旋转，此时使用12点标定。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*
- *调试建议*

模块原理

在与机器臂相关的视觉任务中，比较关键的是将机器臂的物理坐标与相机特征点的像素坐标进行关联。当机器臂在一个特定的平面运动时，其运动状态主要为平移和旋转这两种。该模块主要就是用来确定平移或旋转的变化在图像坐标系和物理坐标系间的对应关系。

关于平移

对于一组有N个点的坐标，可通过一个平移转换关系将这组坐标映射到另一个位置。
对应公式为$P^w=HP^I$，其中P^I表示像素坐标，P^w表示物理坐标，H表示转换关系。通过该转换关系可从像素坐标转换到物理坐标。
同理，可得到公式$P^I=H^{-1}P^w$。其中H^{-1}表示与H相反的转换关系。通过该转换关系可从物理坐标转换到像素坐标。
实际标定时，一般会存在一个基准量，物理坐标与像素坐标均会减去该基准量，因此H和H^{-1}代表的是像素坐标变化量和世界坐标变化量之间的转换关系。

关于旋转

当运动机构需进行旋转有关任务时，需使用N点标定进行旋转标定，从而确定旋转轴中心的位置，并计算得到旋转的变换关系。
旋转前后的公式如下所示。其中ΔP^w表示旋转前后的变化量，T是旋转前点的位置，R是旋转的变换矩阵。

$$\Delta P^w = T - R * T$$

对于上述公式中的T满足如下公式。其中$P_{rot}{}^w$表示旋转中心。

$$T = HP^I - P_{rot}{}^w$$

通过以上2个公式，可解决得到旋转中心的坐标。

使用方法

该模块使用时，需通过前序模块获取图像点和物理点。图像点通过*模板匹配*相关模块、*位置修正*模块和其他可实现精定位的模块获取。物理点可通过模块自动生成，也可接收通信数据。选择接收通信数据时，需通过*接收数据*和*协议解析*模块实现。下图为某个方案中部分模块搭建的示意。

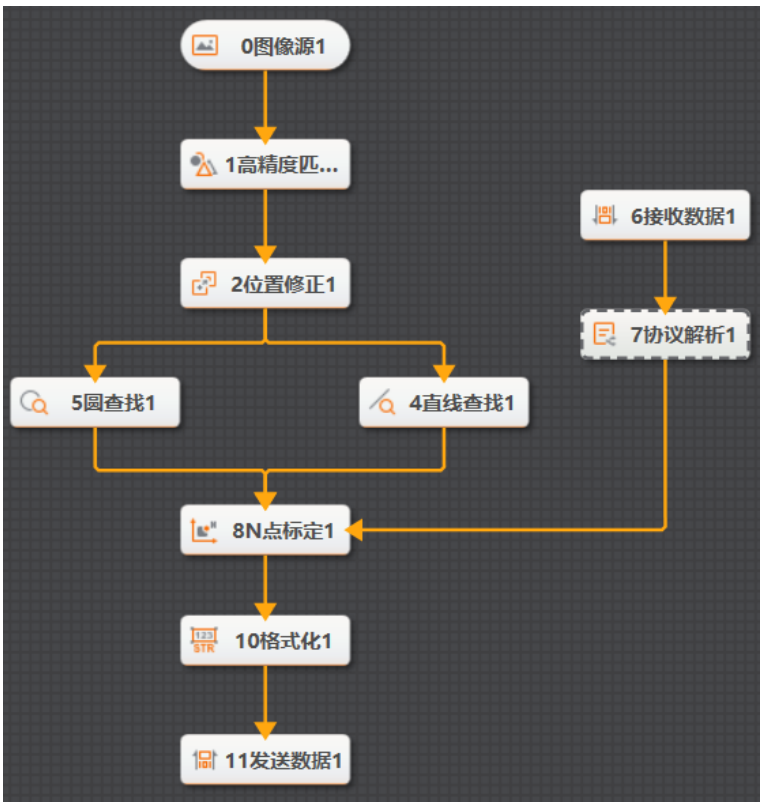


图14-367 模块使用示例

其次，后序模块一般为*单点抓取*、*单点对位*、*单点纠偏*等模块，引导运动机构进行抓取、纠偏、对位等动作。

参数配置

此处仅对该模块的基本参数以及运行参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

- 基本参数：

标定点获取

可选触发获取和手动输入两种方式。
选择触发获取时，还需设置以下参数：

标定点输入

可选按点、按坐标输入。

图像点

图像坐标X/Y

图像角度

图像标定点的位置及角度信息，一般从前序模块订阅。

物理点

物理坐标X/Y

物理角度

运动机构的坐标点的位置及角度信息。每个图像点对应一个运动机构的物理点。

说明

该参数与物理坐标系参数使用时需二选一，无法同时使用。推荐使用物理坐标系参数自动生成。

示教

启用后，可通过相关设置判断外部输入的信号是否为示教信号。

外部输入字符

可订阅外部输入的字符，例如外部通信的TRIGGER STRING。

外部触发字符

判断**外部输入字符**是否为示教信号的依据。当**外部输入字符**与该参数内容一致时，则判断该信号为示教信号。

平移次数

设置平移运动的输入点数，只针对X/Y方向的平移，一般设置为9。

旋转次数

设置旋转运动的输入点数。旋转轴与图像中心不共轴时，需设置该参数，一般设置为3，且旋转是在第5个点的位置进行。
点击可在编辑标定点页签查看并编辑各个点对应的图像坐标、物理坐标及角度。**标定点获取**选择手动输入时，需通过此处自定义或导入标定点的信息。

自定义

双击数据直接修改即可。

导入

可加载已有的点集对信息文件（txt格式）。

导出

可将当前显示的点集对信息导出到本地。

清空标定点

清空当前显示的点集对信息。

物理坐标系参数

可通过设置以下参数自定义物理坐标系。

说明

仅在未设置**物理点**、**物理坐标X/Y**或**物理角度**时，该分类的参数可见且可设置。

基准点X/Y

对应图像标定原点的物理点坐标，单位为mm。使用相对坐标时，一般设置为（0,0）；使用绝对坐标时，设置为第5个点的物理坐标。

偏移X/Y

运动机构每次运动时X/Y方向的物理偏移量，可正可负，单位为mm。即第5个点相对第1个点在X/Y方向的偏移量。

移动优先

可设置运动机构优先偏移的方向，可选X优先、Y优先。

换向移动次数

可设置运动机构每移动多少次进行换向移动。

基准角度

运动机构旋转的初始角度。

角度偏移

运动机构每次旋转的角度。

举例：假设旋转3次，且旋转角度依次为*-10° → 0° → 10°*，则**基准角度**为0，**角度偏移**为10。

下图为部分参数设置的示意图，其中**平移次数**为9，**旋转次数**为3，**基准点X/Y**均为0，**偏移量X/Y**均为5，**移动优先**为X优先，**换向移动**为3。

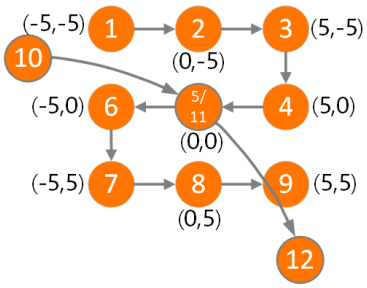


图14-368 参数效果

使用相对坐标

可设置运动机构的物理坐标系为相对坐标或绝对坐标。开启时，为相对坐标；未开启时，为绝对坐标。默认关闭。开启后，需配置**标定原点**参数，设置第几个点为标定原点。一般设置为4。因为物理坐标系从0开始计数，中间的点为原点。

标定文件路径

点击可自定义选择标定文件的存储路径，也可通过订阅的方式加载已有的标定文件或新建标定文件。新建标定文件时，在选择的路径下，自定义输入***文件名***并单击***打开***即可，如下图所示。

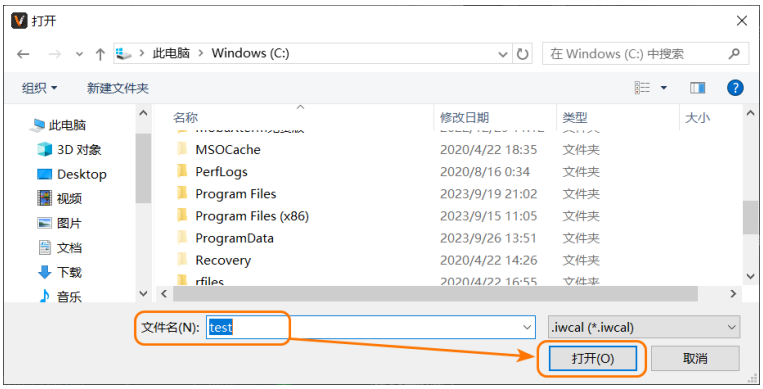


图14-369 新建标定文件

更新文件

开启该参数后，该模块进行新一轮标定时，会将新的标定结果更新到**标定文件路径**处选择的标定文件中。否则，标定文件不更新。

生成标定文件

点击**生成标定文件**按钮可将该模块生成的标定文件另存为。

- 运行参数：

相机模式

需跟进现场实际情况选择，可选相机静止上相机位（相机固定不动且在被测物上方）、相机静止下相机位（相机固定不动且在被测物下方）、相机运动（相机跟随运动机构运动）。

自由度

可设置拟合homo矩阵时的自由度。可选**缩放、旋转、纵横比、倾斜、平移及透射**（透视变换），**缩放、旋转、纵横比、倾斜及平移**（仿射变换）和**缩放、旋转及平移**（相似性变换）这三种，自由度逐步降低，推荐使用默认选项。

举例：正方形通过透视变换可能会变成梯形，通过仿射变换可能会变成矩形，通过相似性变换虽

还是正方形但大小会发生变化。

权重函数

可选最小二乘、Huber、Tukey三种算法权重函数，推荐使用默认选项。
选择Huber或Tukey时，需设置**权重系数**参数。

权重系数

对应选择函数的削波因子，推荐使用默认值。

模块结果

*N点标定*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

标定状态

float型，0表示标定失败，1表示标定成功。

评估标定误差状态

int型，0表示误差在正常范围内，1表示不正常的标定结果。

标定图像点

图像坐标X

float型，表示标定时特征点像素坐标X数值。

图像坐标Y

float型，表示标定时特征点像素坐标Y数值。

标定物理点

转换坐标X

float型，表示标定时机构物理坐标X数值。

转换坐标Y

float型，表示标定时机构物理坐标Y数值。

平移像素平均误差

float型，表示平移像素过程中，测量值与真实值之间的平均差异。 误差越大，测量结果越不准确。

说明

平移像素指将图像中的像素点按照给定的偏移量移动。

旋转像素平均误差

float型，表示旋转像素过程中，测量值与真实值之间的平均差异。 误 差越大，测量结果越不准确。

说明

旋转像素指将图像中的像素点按照给定的偏移量旋转。

旋转轴图像点

旋转轴图像坐标X

float型，表示旋转中心在图像坐标系中的坐标X 。

旋转轴图像坐标Y

float型，表示旋转中心在图像坐标系中的坐标Y 。

旋转中心物理点

旋转中心物理坐标X

float型，表示旋转中心在物理坐标系中的坐标X 。

旋转中心物理坐标Y

float型，表示旋转中心在物理坐标系中的坐标Y 。

角度旋转一致性

int型，表示旋转轴图像点和旋转中心物理点的旋转角度一致性。

平移像素最大误差

float型，表示平移像素过程中，测量值与真实值之间的最大差异。

说明

平移像素指将图像中的像素点按照给定的偏移量移动。

平移像素最大误差对应点数

int型，表示平移像素过程中，测量值与真实值之间最大差异的对应点数。

平移估计真实误差

float型，表示平移像素完成后，测量值与真实值之间的差异。

平移像素真实最大误差

float型，表示平移像素完成后，测量值与真实值之间的最大差异 。

旋转像素最大误差

float型，表示旋转像素过程中，测量值与真实值之间的最大差异。

说明

旋转像素指将图像中的像素点按照给定的偏移量旋转。

旋转像素最大误差对应点数

float型，表示旋转像素过程中，测量值与真实值之间最大差异的对应点数。

旋转真实平均误差

float型，表示旋转像素完成后，测量值与真实值之间的平均差异。

旋转真实最大误差

float型，表示旋转像素完成后，测量值与真实值之间的最大差异。

尺度

float型，表示世界坐标系中单位长度对应图像坐标系中的像素数。

x偏移

float型，表示图像坐标系原点到机构物理坐标系原点的偏移值X，单位为像素。

y偏移

float型，表示图像坐标系原点到机构物理坐标系原点的偏移值Y，单位为像素。

旋转

float型，表示机构物理坐标系相对于图像坐标系的旋转角度（单位为弧 度）。

- 当旋转θ为正值时，机构物理坐标系X轴沿逆时针方向旋转θ 后，其X轴与图像坐标系X轴方向一致；
- 当旋转θ为负值时，机构物理坐标系X轴沿逆时针方向旋转-θ 后，其X轴与图像坐标系X轴方向一致。

像素精度

float型，表示单个像素对应物理坐标系下的尺寸。

调试建议

使用该模块标定时，若反馈标定失败或存在较大误差。可按照以下方面查看能否解决。

- 平移误差较大时，需查看图像中的平移运动轨迹是否正常。通过图像点的X/Y方向位移轨迹是否互相平行来判断。若不平行，会导致标定误差增大。此时可查看不平行轨迹对应点的具体情况，可能是机构运动误差导致，也可能是前序模块输出存在误差导致。

  说明

  X轨迹和Y轨迹夹角可以不是90°，此时可能为相机非垂直拍摄，也可能机构本身X、Y并非垂直，该情况不会导致标定误差增加。

- 旋转误差较大时，需查看旋转中心的位置是否合理。若旋转中心位置不正确，检查输入角度是否有误。
  - 某些大半径场景，由于机构限制，需要较大的旋转半径，所以需要提高旋转中心的准确性。建议多旋转几次，增加旋转数据输入，可提高标定结果的准确性。
  - 小角度场景，为得到更准确的旋转中心，一般旋转角度不能太小，用于计算旋转中心的点不能太近。若旋转角度很小，可考虑多运动几次，多个点计算的旋转中心更加准确。

14.9.2 N图像标定

N图像标定模块的作用和用途与N点标定模块相同。两个模块的不同之处在于图像坐标系，N点标定是订阅前序模块输出的图像点，而N图像标定是使用海康自研标定板确定图像中像素点的位置偏移。

说明

N图像标定相较*N点标定*的精度更高，但必须使用海康自研标定板。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*

- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块使用的海康自研标定板已提前标注每个角点的坐标，计算相同标注坐标对应的像素位置就能得到图像中相同特征点在不同图像中的图像坐标。再根据接收的运动机构物理坐标信息，就能得到图像坐标系和运动机构物理坐标系的转换关系（即标定文件）。

说明

- 获取到对应的点信息后，计算转换关系的原理与N点标定的*模块原理*一致。
- 关于海康自研标定板的介绍，参见标定板标定的*模块原理*，此处不详细展开。

使用方法

该模块使用时需确保前序模块中有图像源模块。需要通过图像源模块获取海康自研标定板的图像。

说明

图像源模块需确保至少有4张以上的标定板图像。

模块使用效果如下图所示。

图14-370 使用效果

参数配置

此处仅对该模块的基本参数以及运行参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

- 基本参数：

  输入源

  可设置该模块的图像数据来源。一般直接订阅图像源模块的的图像。

  标定点输入

  可选按点、按坐标输入。

  物理点

物理坐标X/Y

运动机构坐标点的位置信息。每个图像点对应一个运动机构的物理点。

说明

该参数与物理坐标系参数使用时需二选一，无法同时使用。推荐使用物理坐标系参数自动生成。

旋转角度

运动机构坐标点的角度信息。

说明

该参数与物理坐标系参数使用时需二选一，无法同时使用。推荐使用物理坐标系参数自动生成。

平移次数

设置平移运动的输入点数，只针对X/Y方向的平移，一般设置为9。

旋转次数

设置旋转运动的输入点数。旋转轴与图像中心不共轴时，需设置该参数，一般设置为3，且旋转是在第5个点的位置进行。

物理坐标系参数

此部分实现的功能、涉及的参数以及设置方法均与N点标定中的*物理坐标系参数*一致，此处不再赘述。

矩阵修正

该模块生成的标定文件中，仅平移标定时，默认将第一张图像中棋盘格左上角角点在图像中的点作为图像坐标系的原点；包含旋转标定时，默认将图像旋转中心作为物理坐标系的原点。
若该对应关系无法满足要求，可开启该参数自行定义图像原点和物理原点的位置。

输入方式

设置**图像点**和**物理点**的获取方式，可选按点、按坐标。

图像点

图像坐标X/Y

可设置图像坐标系原点的位置信息，一般从前序模块订阅。

物理点

物理坐标X/Y

可设置运动机构物理坐标原点的位置信息。

说明

每个图像点对应一个运动机构的物理点。

标定文件路径

更新文件

生成标定文件

以上3个参数为标定类模块共有参数，功能与操作基本一致，相关介绍参见*N点标定中相关参数*的介绍。

清除图像

可清除已缓存的参与标定的图像。一般需要重新标定用于清除图像。

- 运行参数：

相机移动

相机存在相对运动时，则需要启用该参数。否则，无需开启。会影响旋转一致性。

说明

该参数设置时，需根据现场实际情况选择，否则会影响旋转一致性。

标定板类型

可选海康标定板I型、海康标定板II型。需根据实际使用的标定板类型选择。

灰度对比度

可设置棋盘格图像中相邻黑白格子间的对比度最小值，推荐使用默认值。

说明

若图像对比度较低，使用默认值时角点提取失败，可尝试适当降低该参数数值重新运行。

中值滤波状态

可设置提取角点前是否执行中值滤波。可选执行滤波和无滤波，推荐使用默认值。

亚像素窗口

可选自适应和设置值，推荐使用默认设置。
若选择自适应时，标定失败，可尝试改为设置值并通过**设置窗口大小**手动调整窗口大小。

模块结果

*N图像标定*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

标定状态

float型，0表示标定失败，1表示标定成功。

评估标定误差状态

int型，0表示误差在正常范围内，1表示不正常的标定结果。

旋转方向

int型，代表机器臂的旋转方向，可通过调整旋转角度调整现实三维物 理坐标系方向。

信息数量

int型，代表收集、存储、传递的信息数量。

标定图像点

图像坐标X

float型，表示标定时特征点像素坐标X数值。

图像坐标Y

float型，表示标定时特征点像素坐标Y数值。

平移像素平均误差

float型，表示平移像素过程中，测量值与真实值之间的平均差异。 误差越大，测量结果越不准确。

说明

平移像素指将图像中的像素点按照给定的偏移量移动。

平移像素最大误差

float型，表示平移像素过程中，测量值与真实值之间的最大差异。

说明

平移像素指将图像中的像素点按照给定的偏移量移动。

平移像素最大误差对应点数

int型，表示平移像素过程中，测量值与真实值之间最大差异的对应点数。

平移估计真实误差

float型，表示平移像素完成后，测量值与真实值之间的差异。

平移像素真实最大误差

float型，表示平移像素完成后，测量值与真实值之间的最大差异 。

旋转像素平均误差

float型，表示旋转像素过程中，测量值与真实值之间的平均差异。 误 差越大，测量结果越不准确。

说明

旋转像素指将图像中的像素点按照给定的偏移量旋转。

旋转像素最大误差

float型，表示旋转像素过程中，测量值与真实值之间的最大差异。

说明

旋转像素指将图像中的像素点按照给定的偏移量旋转。

旋转像素最大误差对应点数

float型，表示旋转像素过程中，测量值与真实值之间最大差异的对应点数。

旋转真实平均误差

float型，表示旋转像素完成后，测量值与真实值之间的平均差异。

旋转真实最大误差

float型，表示旋转像素完成后，测量值与真实值之间的最大差异。

机构平移最大误差所在图片索引

int型，代表进行平移过程中，测量值与真实值之间的最大差异。指出产生最大差异的图片所在位置。

说明

机构平移指机械手按照给定的偏移量移动。

机构平移图像移动量与机构移动量偏差

float型，代表机构平移过程中，机构平移图像移动量和机构移动量的差异。

机构平移图像尺度变化

float型，代表机构平移过程中图像的尺度变化。

机构平移图像之间旋转变化量

float型，代表机构平移过程中，平移图像的旋转变化值。

机构平移最大误差距离误差

int型，代表机构平移过程中，测量值与真实值之间最大差异的图片距离误差值。

机构平移最大误差图像尺度变化

float型，代表机构平移过程中，测量值与真实值之间最大差异的图片尺度变化。

机构平移最大误差图像之间旋转变化量

float型，代表机构平移完成后，测量值与真实值之间最大差异图片之间的旋转变化量。

机构旋转平均误差

float型，代表机构旋转过程中，计算旋转图像导致计算转化矩阵的平均误差，单位为mm。

说明

机构旋转指机械手按照给定的偏移量旋转。

机构旋转最大误差

float型，代表机构旋转过程中，计算旋转图像导致计算转化矩阵的最大 误差，单位为mm。

机构旋转最大误差所在图片索引

float型，代表机构旋转过程中，测量值与真实值之间最大差异的图片所在位置。

旋转中心坐标

旋转中心坐标X

float型，代表通过旋转图像计算出的旋转中心图像坐标X。

旋转中心坐标Y

float型，代表通过旋转图像计算出的旋转中心图像坐标Y。

x方向向量

机构坐标系x方向X

float型，代表标定得到机构物理坐标系X轴单位向量的X值。

机构坐标系x方向Y

float型，代表标定得到机构物理坐标系X轴单位向量的Y值。

y方向向量

机构坐标系y方向X

float型，代表标定得到机构物理坐标系Y轴单位向量的X值。

机构坐标系y方向Y

float型，代表标定得到机构物理坐标系Y轴单位向量的Y值。

y方向和x方向移动比

float型，代表Y方向占X方向移动比例。

当前图像个数

int型，表示当前图像是所有图像中的第几个。

图像总个数

int型，表示图像的总个数。

14.9.3 标定板标定

标定板标定模块可通过输入的标定板图像，根据图像坐标位置和物理坐标位置，计算并输出图像坐标系到物理坐标系的转换关系（即标定文件）。得到转换关系后，可以将图像中标定板平面上的任意一个像素点转换到对应的物理坐标系当中。

说明

标定板标定的结果只能将与标定板处于同一平面内的像素转换至标定板物理坐标系中，与标定板不处于同一平面内的像素点无法利用标定板标定的结果进行坐标系转换。

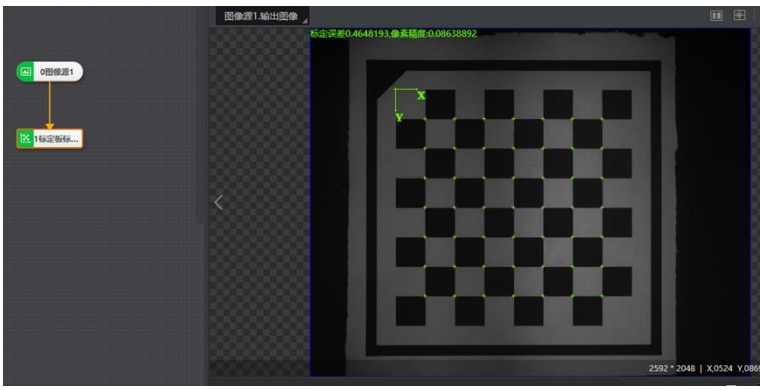


图14-371 模块运行效果

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*

- *模块结果*
- *调试建议*

模块原理

进行标定板标定时，可使用多种不同类型的棋盘格，具体分为棋盘格标定板、圆标定板、海康标定板（包括海康标定板I型、海康标定板II型、海康扩展标定板I型、海康扩展标定板II型）。海康标定板的原理为在棋盘格标定板的基础上，部分棋盘格用带位置信息的码替代。其中I型标定板为1个码占据4个棋盘格位置，II型标定板为码均放置在标定板的白格中。各类型标定板示意图如下图所示。

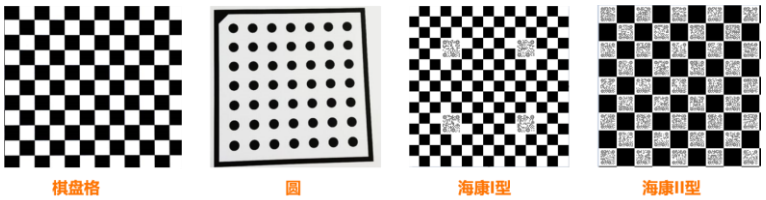


图14-372 标定板类型

说明

- 海康常规标定板的行数和列数最大支持255，海康扩展标定板的行数和列数最大支持1000，其余没差别。
- 海康标定板可通过VM3D自带的*标定板生成工具*生成。

海康标定板与其他两种标定板相比，由于码已记录角点的物理坐标信息和方向信息，故其自带一个物理坐标系。当该模块选择的标定板类型为海康标定板时，VM3D直接使用其自带的物理坐标系。
以上四种类型的标定板其图像坐标系均为：图像左上角为坐标原点，水平向右为X轴，垂直向下为Y轴。
但不同类型标定板的物理坐标系存在差异：

- 棋盘格标定板/圆标定板：以左上角第一个角点为坐标原点，坐标轴与棋盘格的边平行。

  说明

  当提取到的角点列数大于行数时，坐标系的位置和方向会发生变化，特征点数量较多的方向为X轴，如下图所示。

- 海康标定板：由于码记录角点的物理坐标信息和方向信息，因此无论标定板如何放置，都有相同的默认物理坐标系。

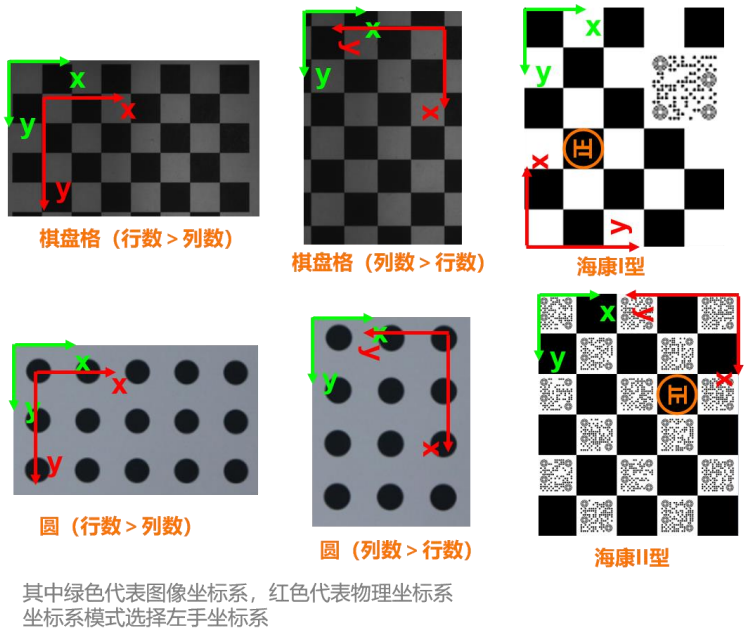


图14-373 标定板坐标系示意图

不同标定板类型适用的场景有所差异：

- 若仅需使用一个相机，由于此时无需过多关注标定的物理坐标系的原点位置，推荐使用棋盘格标定板或圆标定板。
- 若需要使用多个相机且多个相机需转换到同一个物理坐标系，由于每个相机的视野不同，拍摄的棋盘格区域也有所不同，推荐使用海康标定板。

说明

使用海康标定板时，需解译标定板上的码，此时需保证所拍摄标定板的图像中码足够大且足够清晰（推荐码占据100个像素左右），否则可能导致标定失败。

使用方法

该模块主要在测量和定位类项目中使用。

- 测量类项目：可使用该模块的标定结果将图像中的特定点转换到物理坐标系下，然后在物理坐标系进行测量。
- 定位类项目：可借助该模块实现多个相机坐标系的关联。使多个相机标定到同一个物理坐标系下。

该模块使用时，需确保前序模块有*图像源*模块。图像源模块用于获取标定板的图片，供该模块标定使用。

参数配置

此处仅对该模块基本参数的标定文件以及运行参数进行介绍，基本参数的图像输入和结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*基本参数*和*结果显示*。

- 基本参数的标定文件：

  标定文件路径

  更新文件

  生成标定文件

以上3个参数为标定类模块共有参数，功能与操作基本一致，相关介绍参见*N点标定中相关参数*的介绍。

- 运行参数：

原点X

原点Y

可设置默认物理坐标系原点进行X/Y方向的平移，单位为mm。该参数数值为负数时，以X/Y轴反方向平移；该参数数值为正数时，以X/Y轴正方向平移。

旋转角度

可设置物理坐标系的旋转方向和角度。该参数数值为负数时，以逆时针方向旋转对应的角度；该参数数值为正数时，以顺时针方向旋转对应的角度。

坐标系模式

可设置物理坐标系的类型，可选左手坐标系和右手坐标系。两种坐标系如下图所示。

说明

假设下图中棋盘格中各个格子的边长为1mm，则上述4个参数的设置效果如下图所示。

图14-374 运行参数设置效果

物理尺寸

对应棋盘格各个格子的边长或圆点阵中相邻圆的圆心距，单位为mm。

说明

该参数需根据标定板上的真实大小填写，否则标定得到的转换关系会失真。

标定板类型

可选棋盘格标定板、圆标定板、海康标定板I型、海康标定板II型、海康I型扩展、海康II型扩展。各类型标定板的介绍请参见上文的*模块原理*。

选择不同类型的标定板，部分需设置的参数有所差异。

选择除圆标定板外的标定板类型时

需设置**中值滤波状态**参数。

中值滤波状态

可设置提取角点前是否执行中值滤波。可选执行滤波和无滤波，推荐使用默认设置。

选择圆标定板时

需设置**点圆度**、**边缘提取阈值**和**圆点类型**参数。

点圆度

可设置圆形度的最小值。识别到的区域圆形度低于设置的数值时，则认为不是有效的圆形区域。

边缘提取阈值

可设置圆边缘两侧的灰度差有效范围。当灰度差不在该范围内时，则认为不是有效圆形区域。

圆点类型

可设置识别的圆点类型，可选白底黑圆和黑底白圆。

自由度

可设置拟合homo矩阵时的自由度。可选**缩放、旋转、纵横比、倾斜、平移及透射**（透视变换），**缩放、旋转、纵横比、倾斜及平移**（仿射变换）和**缩放、旋转及平移**（相似性变换）这三种，自由度逐步降低，推荐使用默认选项。
举例：正方形通过透视变换可能会变成梯形，通过仿射变换可能会变成矩形，通过相似性变换虽还是正方形但大小会发生变化。

权重函数

可选最小二乘法、Huber、Tukey三种算法权重函数，推荐使用默认选项。
选择Huber或Tukey时，需设置**权重系数**参数。

权重系数

对应选择函数的削波因子，推荐使用默认值。

模块结果

*标定板标定*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

标定误差

float型，表示标定过程中，标定测量值与真实值间的差异。 标定误差越大，测量结果越不准确。相机标定允许误差范围在0.1~0.5之间。

尺度

float型，表示世界坐标系中单位长度对应图像坐标系中的像素数。

标定点

标定点X

float型，表示标定板角点像素坐标X。

标定点Y

float型，表示标定板角点像素坐标Y。

标定原点

标定原点X

float型，代表标定板左上角第一个角点坐标X。

标定原点Y

float型，代表标定板左上角第一个角点坐标Y。

坐标X向量

坐标X向量X

float型，代表标定板物理坐标系X轴单位向量的X值。

坐标X向量Y

float型，代表标定板物理坐标系X轴单位向量的Y值。

坐标Y向量

坐标Y向量X

float型，代表标定板物理坐标系Y轴单位向量的X值。

坐标Y向量Y

float型，代表标定板物理坐标系Y轴单位向量的Y值。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

标定点数

int型，表示提取到的分布规则的标定板的特征点的数量。

平移X

float型，表示利用计算得到的标定矩阵，将世界坐标系原点映射到图像坐标系得到的坐标 X 。

平移Y

float型，表示利用计算得到的标定矩阵，将世界坐标系原点映射到图像坐标系得到的坐标 Y 。

旋转

float型，表示机构物理坐标系相对于图像坐标系的旋转角度（单位为弧 度）。

- 当旋转θ为正值时，机构物理坐标系X轴沿逆时针方向旋转θ 后，其X轴与图像坐标系X轴方向一

致；

- 当旋转θ为负值时，机构物理坐标系X轴沿逆时针方向旋转-θ 后，其X轴与图像坐标系X轴方向一致。

斜切

float型，表示世界坐标系的Y轴旋转角度与X轴旋转角度之差（单位为弧度）。

宽高比

float型，表示世界坐标系的Y轴缩放量与X轴缩放量的比例。

像素精度

float型，表示单个像素对应物理坐标系下的尺寸。

调试建议

使用该模块标定时，若反馈标定失败。可按照以下方法操作看能否解决。

1. 确认图像源模块输入的图像是否为标定板图像。
2. 确认**标定板类型**参数的选择是否正确，需和图像源模块输入的标定板图像的类型保持一致。
3. 确认其他参数是否设置合理。例如圆标定板的**圆点类型**是否与实际标定板图像类型一致，**点圆度**参数是否设置的过大，**边缘提取阈值**参数是否设置的不合理。

14.9.4 相机映射

相机映射模块主要用于计算两个图像坐标系间的映射关系。通过输入一系列一一对应的点计算得出两个图像坐标系的仿射变换矩阵（即标定文件）。该模块在多相机定位引导类场景中应用较为广泛。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

该模块主要配合特征提取类的模块使用。该模块作为后序模块，订阅前序模块提取到的两个图像坐标系下一一对应的点，从而计算仿射变换矩阵。

下图为该模块实际应用的流程示意图，使用的特征提取类模块为边缘交点模块，上相机的边缘交点1/2/3/4分别与下相机的边缘交点5/6/7/8进行映射。

图14-375 相机映射使用示意

参数配置

此处仅对该模块的基本参数以及运行参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

- 基本参数的标定文件：

  输入方式

  可设置**示教点*-运行点***的点信息输入方式，可选按点、按坐标。选择按点时，自定义或订阅的数据为点的坐标；选择按坐标时，自定义或订阅的数据为点X和点Y，从而组成点的坐标。

  示教点*-运行点*

  可设置两个图像坐标系下点与点的映射。至少需设置两组映射关系，也可通过+增加映射关系。

  说明

  设置映射时，需确保每组参数左侧订阅的点属于同一个图像坐标系，右侧订阅的点也需遵循该原则。但左右两侧的点应属于不同的图像坐标系。

  标定文件路径

  更新文件

  生成标定文件

  以上3个参数为标定类模块共有参数，功能与操作基本一致，相关介绍参见*N点标定中相关参数*的介绍。

- 运行参数：

  自由度

  可设置拟合homo矩阵时的自由度。可选**缩放、旋转、纵横比、倾斜、平移及透射**（透视变换），**缩放、旋转、纵横比、倾斜及平移**（仿射变换）和**缩放、旋转及平移**（相似性变换）这三种，自由度逐步降低，推荐使用默认选项。
  举例：正方形通过透视变换可能会变成梯形，通过仿射变换可能会变成矩形，通过相似性变换虽还是正方形但大小会发生变化。

  权重函数

  可选最小二乘法、Huber、Tukey三种算法权重函数，推荐使用默认选项。
  选择Huber或Tukey时，需设置**权重系数**参数。

  权重系数

  对应选择函数的削波因子，推荐使用默认值。

模块结果

*相机映射*模块的模块结果具体如下：

x方向比例

float型，表示运行点所在坐标系到示教点所在坐标系的X坐标比例。

y方向比例

float型，表示运行点所在坐标系到示教点所在坐标系的Y坐标比例。

标定状态

float型，0表示标定失败，1表示标定成功。

平移X

float型，表示利用计算得到的标定矩阵，将世界坐标系原点映射到图像坐标系得到的坐标 X 。

平移Y

float型，表示利用计算得到的标定矩阵，将世界坐标系原点映射到图像坐标系得到的坐标 Y 。

旋转

float型，表示机构物理坐标系相对于图像坐标系的旋转角度（单位为弧 度）。

- 当旋转θ为正值时，机构物理坐标系X轴沿逆时针方向旋转θ 后，其X轴与图像坐标系X轴方向一致；
- 当旋转θ为负值时，机构物理坐标系X轴沿逆时针方向旋转-θ 后，其X轴与图像坐标系X轴方向一致。

尺度

float型，表示世界坐标系中单位长度对应图像坐标系中的像素数。

斜切

float型，表示世界坐标系的Y轴旋转角度与X轴旋转角度之差（单位为弧度）。

宽高比

float型，表示世界坐标系的Y轴缩放量与X轴缩放量的比例。

14.9.5 映射标定

映射标定模块的作用和用途与相机映射模块相同。两个模块的不同之处在于获取点集的方式，相机映射是订阅前序特征提取类模块输出的点集，而映射标定是通过海康自研标定版的图像或对应的文件。

说明

关于海康自研标定板的介绍，参见标定板标定的*模块原理*，此处不详细展开。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

假设有两组点，在坐标系I_1、I_2为P_1^I、P_2^I，在坐标系W_1、W_2为P_1^W、P_2^W。其中坐标系I_1、I_2不是同一坐标系（假设为图像坐标系），坐标系W是物理坐标系。
则可以分别计算出从I坐标系映射到W坐标系的关系H_1、H_2满足下图所示两个公式。

$$P_1^W = H_1 P_1^I$$

$$P_2^W = H_2 P_2^I$$

由于P_1^W与P_2^W的坐标系是相同的，对于I_2中每一点P_2^I，如果将这一点映射到坐标系W中，再将其映射到I_1中，便可以实现从I_2映射到I_1，对应的公式如下所示，其中H_1^{-1}表示H_1的逆映射关系。

$$P_{2\to1}^{I} = {H_1}^{-1}H_2P_2^I$$

映射标定就是需要计算最终的映射矩阵$H_1^{-1}H_2$。

使用方法

该模块使用时需确保前序模块中有2个图像源模块。需要通过图像源模块分别获取两个相机采集的海康自研标定板图像。

参数配置

此处仅对该模块的基本参数以及运行参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

- 基本参数：

输入方式

选择模块所需信息的输入方式，可选图像输入或文件输入。

图像输入

选择图像输入时，需通过前序模块获取带海康自研标定板的图像。

输入源1/2

分别选择2张前序模块输出的图像。

形状

可选择全屏或绘制矩形ROI，相关操作参见*ROI绘制*。

标定点输入

设置物理点的输入方式，可选按点、按坐标输入。

物理点

物理坐标X/Y

物理角度

运动机构坐标点的位置及角度信息。每个图像点对应一个运动机构的物理点。

示教

启用后，可通过相关设置判断外部输入的信号是否为示教信号。

外部输入字符

可订阅外部输入的字符，例如外部通信的TRIGGER STRING。

外部触发字符

判断**外部输入字符**是否为示教信号的依据。当**外部输入字符**与该参数内容一致时，则判断该信号为示教信号。

文件输入

选择文件输入时，需通过前序模块获取海康自研标定板的标定文件。

标定文件1/2

点击选择海康自研标定板图像对应的标定文件。

刷新信号

可自定义或订阅数据，作为标定文件是否刷新的信号。
- 参数为0或空值时，仅在模块第一次运行时加载选择的标定文件，后续不再更新。
- 参数为非0数值且非空值时，每次模块运行时会重新加载选择的标定文件。确保读取的标定文件是最新的。

标定文件路径

更新文件

生成标定文件

以上3个参数为标定类模块共有参数，功能与操作基本一致，相关介绍参见*N点标定中相关参数*的介绍。

- 运行参数：

标定板类型

可选海康标定板I型、海康标定板II型。需根据实际使用的标定板类型选择。

自由度

可设置拟合homo矩阵时的自由度。可选**缩放、旋转、纵横比、倾斜、平移及透射**（透视变换），**缩放、旋转、纵横比、倾斜及平移**（仿射变换）和**缩放、旋转及平移**（相似性变换）这三种，自由度逐步降低，推荐使用默认选项。
举例：正方形通过透视变换可能会变成梯形，通过仿射变换可能会变成矩形，通过相似性变换虽还是正方形但大小会发生变化。

权重函数

可选最小二乘、Huber、Tukey三种算法权重函数，推荐使用默认选项。
选择Huber或Tukey时，需设置**权重系数**参数。

权重系数

对应选择函数的削波因子，推荐使用默认值。

灰度对比度

中值滤波状态

亚像素窗口

需分别对输入源1和2的以上三个参数进行设置，参数对应的功能以及设置方法均与N图像标定中的*此部分参数*一致，此处不再赘述。

模块结果

*映射标定*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

标定状态

float型，0表示标定失败，1表示标定成功。

X方向比例

float型，表示运行点所在坐标系到示教点所在坐标系的X坐标比例。

Y方向比例

float型，表示运行点所在坐标系到示教点所在坐标系的Y坐标比例。

映射误差

float型，代表进行映射过程中，映射测量值与真实值之间的差异。 映射误差越大，测量结果越不准确 。

当前角点

当前角点X坐标

float型，代表第一幅标定板图像中提取的角点坐标X数值。

当前角点Y坐标

float型，代表第一幅标定板图像中提取的角点坐标Y数值。

目标角点

目标角点X坐标

float型，代表第二幅标定板图像中提取的角点坐标X数值 。

目标角点Y坐标

float型，代表第二幅标定板图像中提取的角点坐标Y数值 。

映射角点

映射角点X坐标

float型，代表第一幅图中角点映射到第二幅图像中的X坐标。

映射角点Y坐标

float型，代表第一幅图中角点映射到第二幅图像中的Y坐标。

当前角点数

int型，代表当前图像提取角点的个数。

目标角点数

int型，代表目标图像提取角点的个数。

映射角点数

int型，代表当前图像提取角点能映射到目标图像角点的数目。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

图像1/2标定状态

int型，0代表标定失败，1代表标定成功。

单像素精度1/2

float型，代表单个像素对应物理坐标系下的尺寸。

14.9.6 畸变标定

畸变标定模块主要用于对带畸变的标定板图像进行标定，生成相应的畸变校正文件。该模块可应用于定位测量类项目。畸变的主要来源为相机成像时的径向和透视畸变。

说明

实际使用时，通过该模块生成校正文件后，还需使用*畸变校正*模块对图像进行校正，方可降低畸变所引入的偏差。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*
- *调试建议*

模块原理

首先介绍该模块能处理的畸变类型，分为径向畸变、透视畸变以及径向透视畸变三种。

- 径向畸变：以畸变中心（一般为图像中心）为中心点，沿径向方向产生的畸变。一般是由于镜头不同区域的聚光能力不同或其他原因，导致被测物发生扭曲变形。离中心点距离越远，畸变越大。

  说明

  径向畸变校正的目标是使得校正后图像中原本发生扭曲的直线恢复成笔直的状态。

- 透视畸变：即近大远小的畸变。一般是由于被测物与相机之间存在一定倾斜，从而导致图像中被测物边缘夹角与实际相比发生变化的现象。典型现象为棋盘格的格子宽度近大远小。校正后的棋盘格的格子大小完全相同，所有格子宽度以设置的校正点附近格子宽度为基准长度进行校正。

  说明

  透视畸变校正的目标是使得校正后图像中被测物的夹角与实际保持一致。

- 径向透视畸变：顾名思义，既存在径向畸变，又存在透视畸变。

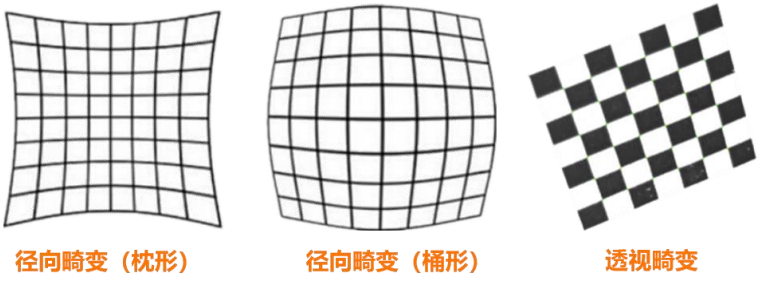


图14-376 畸变类型

若需要基于发生畸变的图像，得到没有失真的图像以便后续模块（例如拼接、测量类模块）处理，则需要进行畸变标定。该模块算法计算出对应的校正系数后，点击***生成标定文件***可将畸变校正系数以标定文件的方式保存。

说明

其中针对径向透视畸变，会同时得出径向校正系数以及透视校正系数。

畸变标定需借助标定板来完成。标定板可以是棋盘格标定板、圆型标定板或海康自研标定板。

说明

- 关于标定板的介绍，参见标定板标定的*模块原理*，此处不详细展开。
- 海康自研标定板也可以作为普通棋盘格标定板使用。该模块使用海康自研标定板时，无需译码，查找棋盘格角点即可。

使用方法

该模块主要配合*图像源*模块和*畸变校正*模块使用。前序模块为图像源模块，使该模块可订阅带畸变的标定板图像；生成的标定文件供畸变校正模块订阅，可对存在相同问题的图像进行校正。

参数配置

此处仅对该模块的基本参数以及运行参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

- 基本参数：

  输入源

  选择前序模块输出的带畸变的标定板图像。

  形状

  可选择全屏或绘制矩形ROI，相关操作参见*ROI绘制*。

  标定文件路径

  更新文件

  生成标定文件

  以上3个参数为标定类模块共有参数，功能与操作基本一致，相关介绍参见*N点标定中相关参数*的介绍。

- 运行参数：

  校正点输入

可选按点、按坐标输入。

校正中心X/Y

校正中心点

设置畸变校正的中心点。

说明

畸变类型中包含径向畸变时，需将校正中心点设置到图像中心，此时校正效果最好。

畸变类型

可选透视畸变、径向畸变和径向透视畸变，根据实际情况选择即可。

标定板类型

可选棋盘格标定板、圆标定板，根据实际情况选择即可。

说明

该模块使用棋盘格标定时，仅依赖棋盘格的角点坐标信息，因此使用海康自研标定板图像标定时该参数选择棋盘格标定板即可。

自由度

可设置拟合homo矩阵时的自由度。可选**缩放、旋转、纵横比、倾斜、平移及透射**（透视变换），**缩放、旋转、纵横比、倾斜及平移**（仿射变换）和**缩放、旋转及平移**（相似性变换）这三种，自由度逐步降低，推荐使用默认选项。
举例：正方形通过透视变换可能会变成梯形，通过仿射变换可能会变成矩形，通过相似性变换虽还是正方形但大小会发生变化。

中值滤波状态

可设置提取角点前是否执行中值滤波。可选执行滤波和无滤波，推荐使用默认值。

权重函数

可选最小二乘、Huber、Tukey三种算法权重函数，推荐使用默认选项。
选择Huber或Tukey时，需设置**权重系数**参数。

权重系数

对应选择函数的削波因子，推荐使用默认值。

模块结果

*畸变标定*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

标定误差

float型，表示标定过程中，标定测量值与真实值间的差异。 标定误差越大，测量结果越不准确。相机标定允许误差范围在0.1~0.5之间。

标定点数

int型，表示提取到的分布规则的标定板的特征点的数量。

标定点

标定点X

float型，表示标定板角点像素坐标X。

标定点Y

float型，表示标定板角点像素坐标Y。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

调试建议

使用该模块进行标定时，建议确保以下内容：

- 标定时，建议将标定板占满视野，此时标定效果最好。
- 畸变类型中包含径向畸变时，需要将校正中心点设置到图像中心，此时径向畸变矫正的效果最好。
- 畸变类型中包含透视畸变时，若图像中提取到的特征点行数大于列数，会对图像进行旋转。若不希望旋转，建议拍摄之前保证图像中的特征点行数小于列数。

14.9.7 平移旋转标定

平移旋转标定模块与N点标定模块大同小异。
本节内容包含：

- *模块原理&使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理&使用方法

该模块的底层标定算法同***N点标定***。同时新增组合标定功能，用于小视野旋转标定拟合旋转中心。可通过旋转大角度后再平移回视野范围内提取像素点的方法，推算出大角度旋转后的实际像素点，从而实现小视野大角度类型的旋转标定。

同理，该模块的使用方法与N点标定模块也大同小异，此处不再赘述。

参数配置

此处仅对该模块的基本参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

标定类型

可选平移标定、平移旋转标定。
选择平移旋转标定时，还需设置以下参数：

旋转次数

设置旋转运动的输入点数。旋转轴与图像中心不共轴时，需设置该参数，一般设置为3，且旋转是在第4点的位置进行。

组合标定

开启该参数后，该模块支持平移并旋转后，再平移回视野的标定方式。该方式对平移精度要求较高。
若小视野场景中机构只能小角度旋转，从而导致旋转中心拟合不准确。此时可启用该参数控制机构旋转较大角度再平移回视野的方式进行旋转中心标定。

标定点获取

可选触发获取、手动输入。一般选择触发获取。选择手动输入时，该模块可单独运行，即手动输入坐标点生成标定矩阵。
选择触发获取时，还需设置以下参数：

标定点输入

图像坐标X/Y

图像点

图像角度

物理坐标X/Y

物理点

物理角度

示教

以上参数与N点标定模块相同，功能与操作一致，相关介绍参见*N点标定中相关参数*的介绍。

相机模式

可选相机运动、相机静止，根据实际情况选择即可。

自由度

可设置拟合homo矩阵时的自由度。可选**缩放、旋转、纵横比、倾斜、平移及透射**（透视变换），**缩放、旋转、纵横比、倾斜及平移**（仿射变换）和**缩放、旋转及平移**（相似性变换）这三种，自由度逐步降低，推荐使用默认选项。
举例：正方形通过透视变换可能会变成梯形，通过仿射变换可能会变成矩形，通过相似性变换虽还是正方形但大小会发生变化。

平移次数

设置平移运动的输入点数，只针对X/Y方向的平移，一般设置为9。

标定文件路径

更新文件

生成标定文件

以上3个参数为标定类模块共有参数，功能与操作基本一致，相关介绍参见*N点标定中相关参数*的介绍。

清空标定点

可将标定点坐标全部重置为0。

模块结果

*平移旋转标定*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

标定状态

float型，0表示标定失败，1表示标定成功。

坐标系左右手一致性

int型，1表示机构是右手坐标系，-1表示机构是左手坐标系。

标定图像点

图像坐标X

float型，表示标定时特征点像素坐标X数值。

图像坐标Y

float型，表示标定时特征点像素坐标Y数值。

标定物理点

转换坐标X

float型，表示标定时机构物理坐标X数值。

转换坐标Y

float型，表示标定时机构物理坐标Y数值。

平移像素平均误差

float型，表示平移像素过程中，测量值与真实值之间的平均差异。 误差越大，测量结果越不准确。

说明

平移像素指将图像中的像素点按照给定的偏移量移动。

旋转像素平均误差

float型，表示旋转像素过程中，测量值与真实值之间的平均差异。 误 差越大，测量结果越不准确。

说明

旋转像素指将图像中的像素点按照给定的偏移量旋转。

旋转轴图像点

旋转轴图像坐标X

float型，表示旋转中心在图像坐标系中的坐标X 。

旋转轴图像坐标Y

float型，表示旋转中心在图像坐标系中的坐标Y 。

旋转中心物理点

旋转中心物理坐标X

float型，表示旋转中心在物理坐标系中的坐标X 。

旋转中心物理坐标Y

float型，表示旋转中心在物理坐标系中的坐标Y 。

角度旋转一致性

int型，表示旋转轴图像点和旋转中心物理点的旋转角度一致性。

平移像素最大误差

float型，表示平移像素过程中，测量值与真实值之间的最大差异。

说明

平移像素指将图像中的像素点按照给定的偏移量移动。

平移像素最大误差对应点数

int型，表示平移像素过程中，测量值与真实值之间最大差异的对应点数。

平移估计真实误差

float型，表示平移像素完成后，测量值与真实值之间的差异。

平移像素真实最大误差

float型，表示平移像素完成后，测量值与真实值之间的最大差异 。

旋转像素最大误差

float型，表示旋转像素过程中，测量值与真实值之间的最大差异。

说明

旋转像素指将图像中的像素点按照给定的偏移量旋转。

旋转像素最大误差对应点数

float型，表示旋转像素过程中，测量值与真实值之间最大差异的对应点数。

旋转真实平均误差

float型，表示旋转像素完成后，测量值与真实值之间的平均差异。

旋转真实最大误差

float型，表示旋转像素完成后，测量值与真实值之间的最大差异。

尺度

float型，表示世界坐标系中单位长度对应图像坐标系中的像素数。

x偏移

float型，表示图像坐标系原点到机构物理坐标系原点的偏移值X，单位为像素。

y偏移

float型，表示图像坐标系原点到机构物理坐标系原点的偏移值Y，单位为像素。

旋转

float型，表示机构物理坐标系相对于图像坐标系的旋转角度（单位为弧 度）。

- 当旋转θ为正值时，机构物理坐标系X轴沿逆时针方向旋转θ 后，其X轴与图像坐标系X轴方向一致；
- 当旋转θ为负值时，机构物理坐标系X轴沿逆时针方向旋转-θ 后，其X轴与图像坐标系X轴方向一致。

像素精度

float型，表示单个像素对应物理坐标系下的尺寸。

14.9.8 旋转标定

旋转标定模块实现的功能即平移旋转标定模块中旋转部分的功能。通常在单相机与运动机构的旋转中心标定场景使用。

说明

使用该模块时，需确保运动是纯旋转且无平移，每次旋转角度需严格相等，至少旋转3次。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块的原理与*平移旋转标定*中旋转标定部分相同。
平移旋转标定模块的**标定类型**支持选择平移标定或平移旋转标定，对应生成的标定文件为平移的标定文件或平移旋转的标定文件，无法生成只有旋转信息的标定文件。故如需使用只有旋转的标定文件时，可考虑通过该模块生成。

使用方法

该模块使用时，需与平移旋转标定模块配合使用。此时平移旋转标定模块的**标定类型**通常选择平移标定。

参数配置

此处仅对该模块的基本参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

输入源

选择前序模块输出的需标定图像。

输入方式

可选按点、按坐标输入方式明确图像点的来源。

图像坐标X/Y

图像点

图像标定点的位置信息，一般从前序模块订阅。

物理旋转角度

运动机构每次旋转的物理角度。

旋转次数

设置旋转运动的输入点数。旋转轴与图像中心不共轴时，需设置该参数，一般设置为3，且旋转是在第5个点的位置进行。

反向纠正

旋转半径很大或物理旋转角度很小时，若拟合得到的旋转中心坐标与实际偏差较大，可启用该参数重新进行旋转标定。

加载标定文件

点击可自定义选择或新建标定文件，也可通过订阅的方式加载已有的标定文件或新建标定文件。

说明

仅支持xml和iwcal格式的标定文件。

刷新信号

可自定义或订阅数据，作为标定文件是否刷新的信号。

- 参数为0或空值时，仅在模块第一次运行时加载选择的标定文件，后续不再更新。
- 参数为非0数值且非空值时，每次模块运行时会重新加载选择的标定文件。确保读取的标定文件是最新的。

模块结果

*旋转标定*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

剩余标定次数

int型，代表标定流程距离标定完成剩余的标定次数。

旋转轴图像点

旋转轴图像坐标X

float型，表示旋转中心在图像坐标系中的坐标X 。

旋转轴图像坐标Y

float型，表示旋转中心在图像坐标系中的坐标Y 。

旋转中心物理点

旋转中心物理坐标X

float型，表示旋转中心在物理坐标系中的坐标X 。

旋转中心物理坐标Y

float型，表示旋转中心在物理坐标系中的坐标Y 。

旋转像素平均误差

float型，表示旋转像素过程中，测量值与真实值之间的平均差异。 误 差越大，测量结果越不准确。

说明

旋转像素指将图像中的像素点按照给定的偏移量旋转。

旋转真实平均误差

float型，表示旋转像素完成后，测量值与真实值之间的平均差异。

14.9.9 标定加载

标定加载模块可加载部分模块生成的标定文件（xml格式），并输出相关信息。

说明

当前仅N点标定、N图像标定和映射标定模块生成的标定文件，可通过该模块加载使用。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

该模块通过加载标定文件实现读取并输出标定文件里的标定矩阵、旋转中心、标定误差和像素精度等信息，也可手动输入图像基准坐标、拍照基准坐标、示教坐标等信息供后续订阅。
该模块主要用于排查标定问题，也可将加载的标定矩阵输出给计算类模块使用。一般单独使用，用于查看标定文件数据；也可配合*N点标定*、*平移旋转标定*等标定模块生成的标定文件使用。

参数配置

该模块参数主要分为以下几类：

标定文件

需设置**标定文件路径**、**刷新信号**和**方案存矩阵**参数。

标定文件路径

点击选择需加载的标定文件。

说明

仅支持加载xml格式的文件。

刷新信号

可自定义或订阅数据，作为标定文件是否刷新的信号。

- 参数为0或空值时，仅在模块第一次运行时加载选择的标定文件，后续不再更新。
- 参数为非0数值且非空值时，每次模块运行时会重新加载选择的标定文件。确保读取的标定文件是最新的。

方案存矩阵

启用该参数后，可将标定文件数据存入方案中。即使方案未加载标定文件，也能正常运行。

图像基准坐标

通过**X**、**Y**和**R**分别设置图像基准坐标系的原点和角度，供后续模块订阅。可自定义设置，也可从前序模块订阅。

拍照基准坐标

通过**X**、**Y**和**R**分别设置拍照基准坐标系的原点和角度，供后续模块订阅。可自定义设置，也可从前序模块订阅。

示教坐标

通过**X**、**Y**和**R**分别设置示教坐标系的原点和角度，供后续模块订阅。可自定义设置，也可从前序模块订阅。

标定信息

可查看所加载标定文件的相关信息，如下图所示。

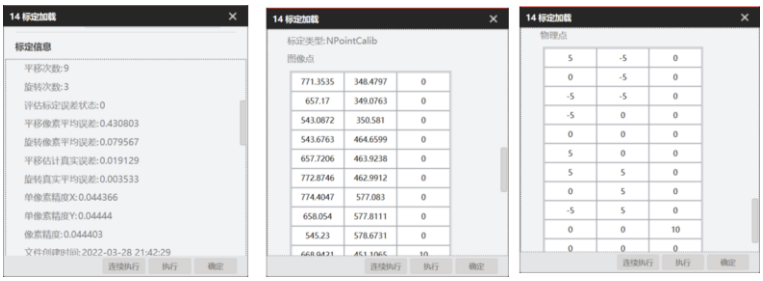


图14-377 标定信息

模块结果

*标定加载*模块的模块结果具体如下：

角度旋转一致性

int型，表示旋转轴图像点和旋转中心物理点的旋转角度一致性。

坐标系左右手一致性

int型，1表示机构是右手坐标系，-1表示机构是左手坐标系。

旋转中心图像坐标

旋转中心图像坐标点

旋转中心图像坐标X

float型，代表旋转中心在图像坐标系中坐标X。

旋转中心图像坐标Y

float型，代表旋转中心在图像坐标系中坐标Y。

旋转中心图像坐标R

float型，代表旋转中心在图像坐标系中角度R。

旋转中心物理坐标

旋转中心物理坐标点

旋转中心物理坐标X

float型，代表旋转中心在物理坐标系中坐标X。

旋转中心物理坐标Y

float型，代表旋转中心在物理坐标系中坐标Y。

旋转中心物理坐标R

float型，代表旋转中心在物理坐标系中角度R。

图像基准坐标

图像基准坐标点

图像基准坐标X

float型，代表目标在基准位姿时特征点的像素坐标X。

图像基准坐标Y

float型，代表目标在基准位姿时特征点的像素坐标Y。

图像基准坐标R

float型，代表目标在基准位姿时特征边角度R。

拍照基准坐标

拍照基准坐标点

拍照基准坐标X

float型，代表通常为运动机构N点标定的第5点（如果点 位为9或12点情况）坐标X。

拍照基准坐标Y

float型，代表通常为运动机构N点标定的第5点（如果点 位为9或12点情况）坐标Y。

拍照基准坐标R

float型，代表通常为运动机构N点标定的第5点（如果点位为9或12点情况）角度R。

示教坐标

示教坐标点

示教坐标X

float型，代表目标在基准位姿时运动机构去抓取或贴合时的坐标X。

示教坐标Y

float型，代表目标在基准位姿时运动机构去抓取或贴合时的坐标Y。

示教坐标R

float型，代表目标在基准位姿时运动机构去抓取或贴合时的角度R。

目标拍照坐标

目标拍照坐标点

目标拍照坐标X

float型，代表映射标定时运动机构在目标拍照位的坐标X。

目标拍照坐标Y

float型，代表映射标定时运动机构在目标拍照位的坐标Y。

目标拍照坐标R

float型，代表映射标定时运动机构在目标拍照位的角度R。

对象拍照坐标

对象拍照坐标点

对象拍照坐标X

float型，代表映射标定时运动机构在对象拍照位的坐标X。

对象拍照坐标Y

float型，代表映射标定时运动机构在对象拍照位的坐标Y。

对象拍照坐标R

float型，代表映射标定时运动机构在对象拍照位的角度R。

标定矩阵

float型，代表图像坐标系与物理坐标系的转换关系。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

14.10 3D标定

3D标定的作用是建立和优化相机视图与现实空间坐标之间的映射关系，从而实现对环境中物体位置、尺寸及方向的高精度感知，包含直线标定、静态标定、动态标定、旋转标定和拼接标定模块。

14.10.1 直线标定

直线标定模块可将倾斜轮廓补正并平移至z=0 平面。在设置图像输入源、ROI区域和运行参数后点击标定，即可在下一次流程中执行直线标定操作，输出直线标定结果，如下图所示。

本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

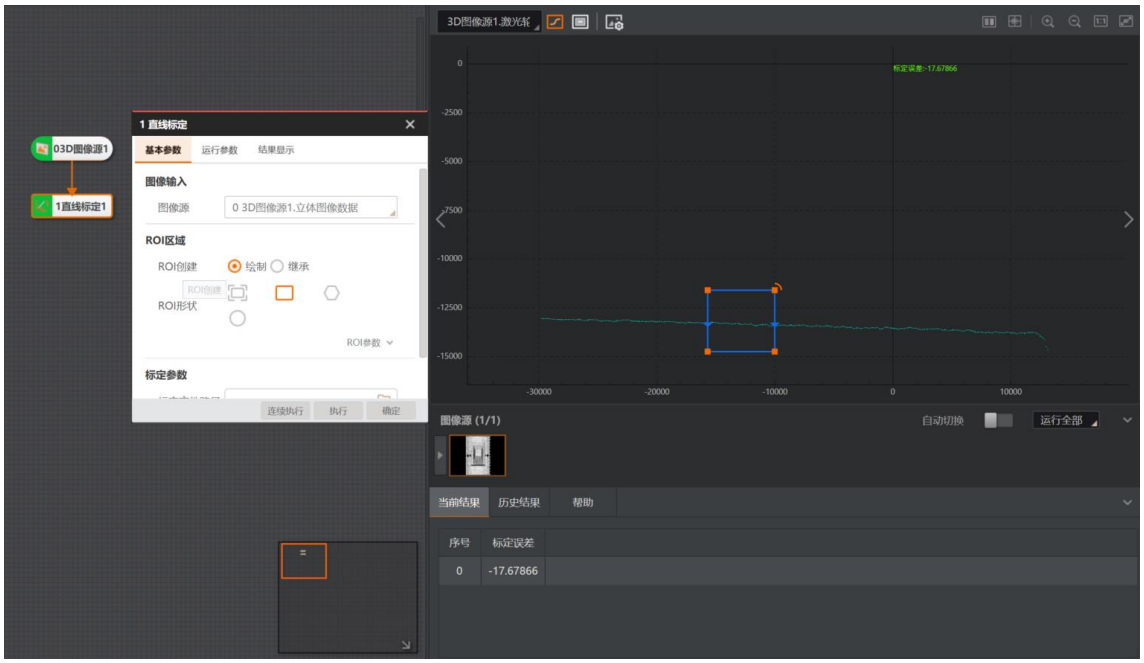


图14-378 直线标定执行效果

参数配置

基本参数包括**图像输入**和**ROI区域**。其中**图像输入**的介绍请参考*动态标定*，**ROI区域**介绍请参考*平面检测-深度图*。

运行参数处可设置以下参数。

线查找阈值

用于筛选参与标定的直线。若误差大于设置值，则不参与标定。

点查找阈值

用于筛选参与标定的点。若误差大于设置值，则不参与标定。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

坐标转换信息

x方向的平移

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要沿x轴移动的距离。

y方向的平移

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要沿y轴移动的距离。

z方向的平移

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要沿z轴移动的距离。

绕x旋转角度

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要绕x轴旋转的角度。

绕y旋转角度

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要绕y轴旋转的角度。

绕z旋转角度

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要绕z轴旋转的角度。

z方向放大比例

double型，表示从传感器坐标系转换为世界坐标系，z轴坐标的缩放比例。

扫描速度

float型，表示传感器扫描的速度。

标定误差

float型，表示标定过程中，标定测量值与真实值间的差异。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆

检测圆半径

float型，代表检测圆的半径。

检测圆中心点

检测圆中心X

float型，代表检测圆中心点的X坐标。

检测圆中心Y

float型，代表检测圆中心点的Y坐标。

14.10.2 静态标定

*静态标定*模块可矫正X方向（横向）和Z方向（高度）的安装误差，提高X和Z方向的测量精度。使用时，需保持设备与被测物相对位置固定。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

在设置图像输入源、ROI区域、标定参数及运行参数后点击标定，即可在下一次流程中执行静态标定操作，并输出标定结果，如下图所示。

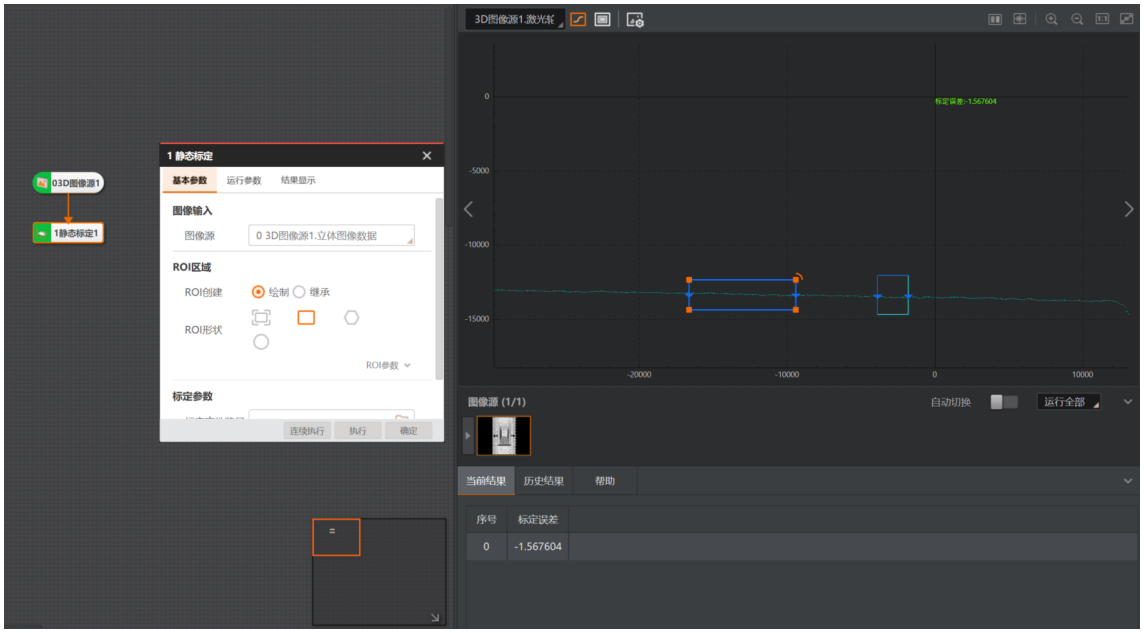


图14-379 静态标定执行效果

参数配置

基本参数包括**图像输入**、**ROI区域**和**标定参数**，具体介绍请参考*直线标定*。
运行参数处可设置以下参数。

线查找阈值

用于筛选参与标定的直线。若误差大于设置值，则不参与标定。

点查找阈值

用于筛选参与标定的点。若误差大于设置值，则不参与标定。

标定块高度

根据实际使用的标定块数据填写。

标定块厚度

根据实际使用的标定块数据填写。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

坐标转换信息

x方向的平移

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要沿x轴移动的距离。

y方向的平移

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要沿y轴移动的距离。

z方向的平移

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要沿z轴移动的距离。

绕x旋转角度

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要绕x轴旋转的角度。

绕y旋转角度

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要绕y轴旋转的角度。

绕z旋转角度

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要绕z轴旋转的角度。

z方向放大比例

double型，表示从传感器坐标系转换为世界坐标系，z轴坐标的缩放比例。

扫描速度

float型，表示传感器扫描的速度。

标定误差

float型，表示标定过程中，标定测量值与真实值间的差异。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆

检测圆半径

float型，代表检测圆的半径。

检测圆中心点

检测圆中心X

float型，代表检测圆中心点的X坐标。

检测圆中心Y

float型，代表检测圆中心点的Y坐标。

14.10.3 动态标定

*动态标定*模块可补正X（横向）、Z（高度方向）和Y（运动方向）的安装误差，从而提高测量精度。使用时，需使标定块和设备产生相对运动。

本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

在设置图像输入源及标定参数、运行参数后点击标定，即可在下一次流程中执行动态标定操作，输出动态标定结果。

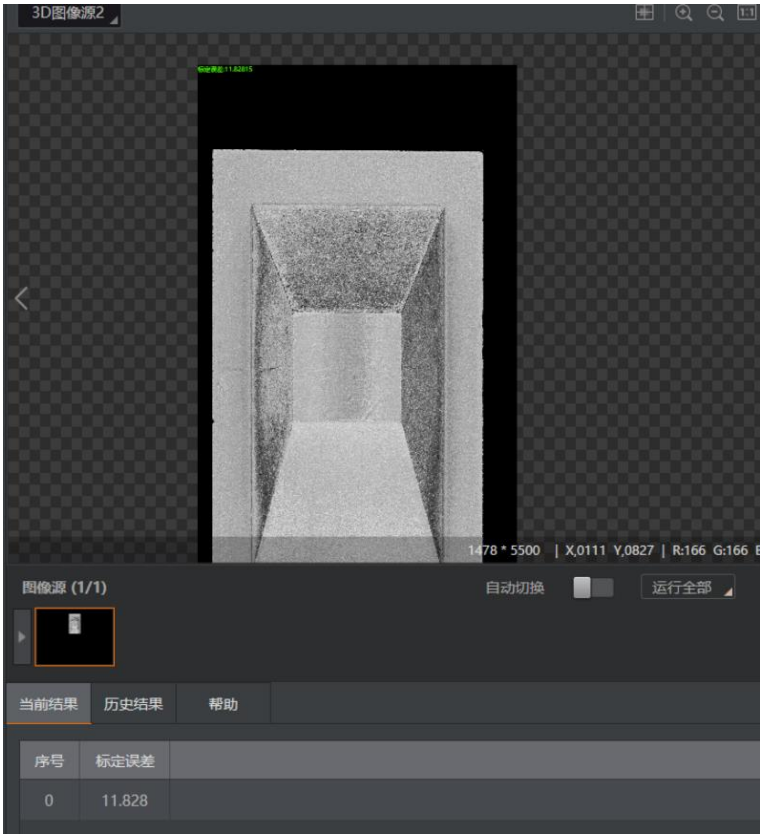


图14-380 动态标定执行效果

参数配置

基本参数包括**图像输入**和**标定文件生成**。

图像输入

需设置本工具的图像输入源，为深度图像数据。

标定文件生成

可设置标定文件相关参数。

标定文件路径

选择本地路径下的某个标定文件。注：标定文件需提前手动在本地路径下创建，格式需为mfa。

更新文件

将标定结果更新到标定文件。

运行参数处可设置以下参数。

运行参数

扫描步进

两帧轮廓仪轮廓之间的运行距离。

线查找阈值

用于筛选参与标定的直线。若误差大于设置值，则不参与标定。

点查找阈值

用于筛选参与标定的点。若误差大于设置值，则不参与标定。

标定块参数

根据实际使用的标定块数据进行填写，可参考下图。

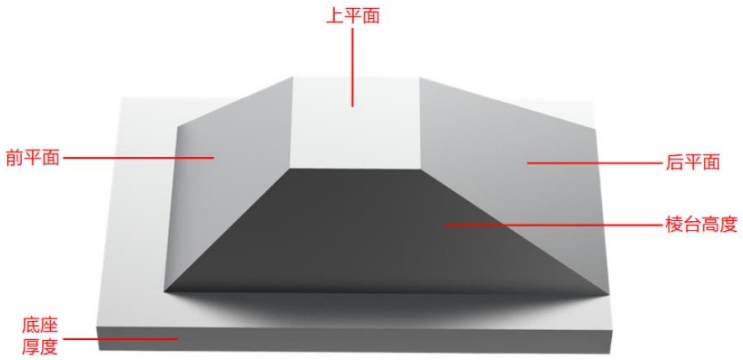


图14-381 标定块数据示例

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

坐标转换信息

x方向的平移

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要沿x轴移动的距离。

y方向的平移

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要沿y轴移动的距离。

z方向的平移

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要沿z轴移动的距离。

绕x旋转角度

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要绕x轴旋转的角度。

绕y旋转角度

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要绕y轴旋转的角度。

绕z旋转角度

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要绕z轴旋转的角度。

z方向放大比例

double型，表示从传感器坐标系转换为世界坐标系，z轴坐标的缩放比例。

扫描速度

float型，表示传感器扫描的速度。

标定误差

float型，表示标定过程中，标定测量值与真实值间的差异。

14.10.4 旋转标定

*旋转标定*模块可计算相机和旋转轴之间的变换关系。使用时，标定块需放置在匀速运动的转盘上，常用于相机与运动结构旋转中心的标定场景。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

旋转标定通过分别计算标定块坐标系相对于传感器坐标系和测量系统（如旋转平台）的关系，获取传感器坐标系和测量系统坐标系之间的转换关系。

实际场景中的测量系统如下所示，相机架设在旋转平台上方，通过扫描固定在旋转平台的圆锥标定块得到相机和旋转轴之间的关系。

下图中：

- O_{snr}为相机的物理坐标系。
- O_{sys}为旋转平台的物理坐标系，其中Z轴为旋转轴。
- O_{snr}为圆锥标定块的物理坐标系，其中Z轴为标定块中轴。

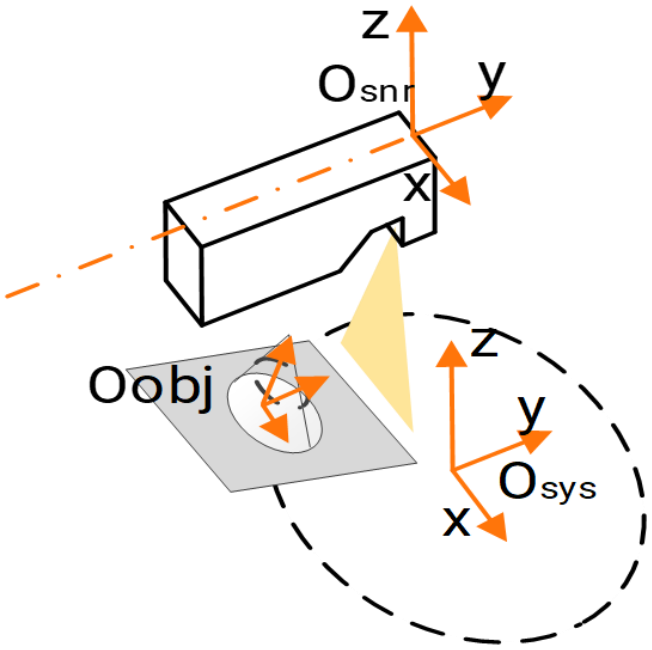


图14-382 旋转标定测量系统

使用方法

使用该模块时，需确保圆锥标定块在相机视野范围内处于水平方向的中间。

主要配置步骤

在流程中调用**旋转标定**模块后，该模块的主要配置步骤如下：

1. 在**图像源**处下拉选择激光轮廓传感器的深度图。
2. 设置**扫描步进**等**标定参数**。

参数配置

以下仅介绍该模块的基本参数和运行参数详情。

基本参数

图像源

可下拉选择所需的深度图。需添加至少1个输入源，最多支持10个。

扫描步进

相邻两帧轮廓之间的旋转角度。

标定文件

单击🗁，从本地选择标定文件（.mfa文件）。

更新文件

开启后，模块会把本次标定的标定结果更新覆盖到**标定文件**中选择的标定文件。

运行参数

线查找阈值

用于筛选参与标定的直线。若误差大于设置值，则不参与标定。

点查找阈值

用于筛选参与标定的点。若误差大于设置值，则不参与标定。

标定块参数

圆锥直径

圆锥标定块的最大圆锥直径（mm）。需根据实际使用的标定块数据填写。

圆锥高度

圆锥标定块的高度（mm）。需根据实际使用的标定块数据填写。

底座厚度

指圆锥标定块的底座厚度（mm）。需根据实际使用的标定块数据填写。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

坐标转换信息

x方向的平移

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要沿x轴移动的距离。

y方向的平移

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要沿y轴移动的距离。

z方向的平移

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要沿z轴移动的距离。

绕x旋转角度

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要绕x轴旋转的角度。

绕y旋转角度

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要绕y轴旋转的角度。

绕z旋转角度

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要绕z轴旋转的角度。

z方向的平移

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要沿z轴移动的距离。

扫描速度

float型，表示传感器扫描的速度。

标定误差

float型，表示标定过程中，标定测量值与真实值间的差异。

14.10.5 拼接标定

拼接标定模块支持输入一个或多个数据源，设置标定参数和运行参数后点击标定，即可在下一次流程中执行拼接标定操作。

本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

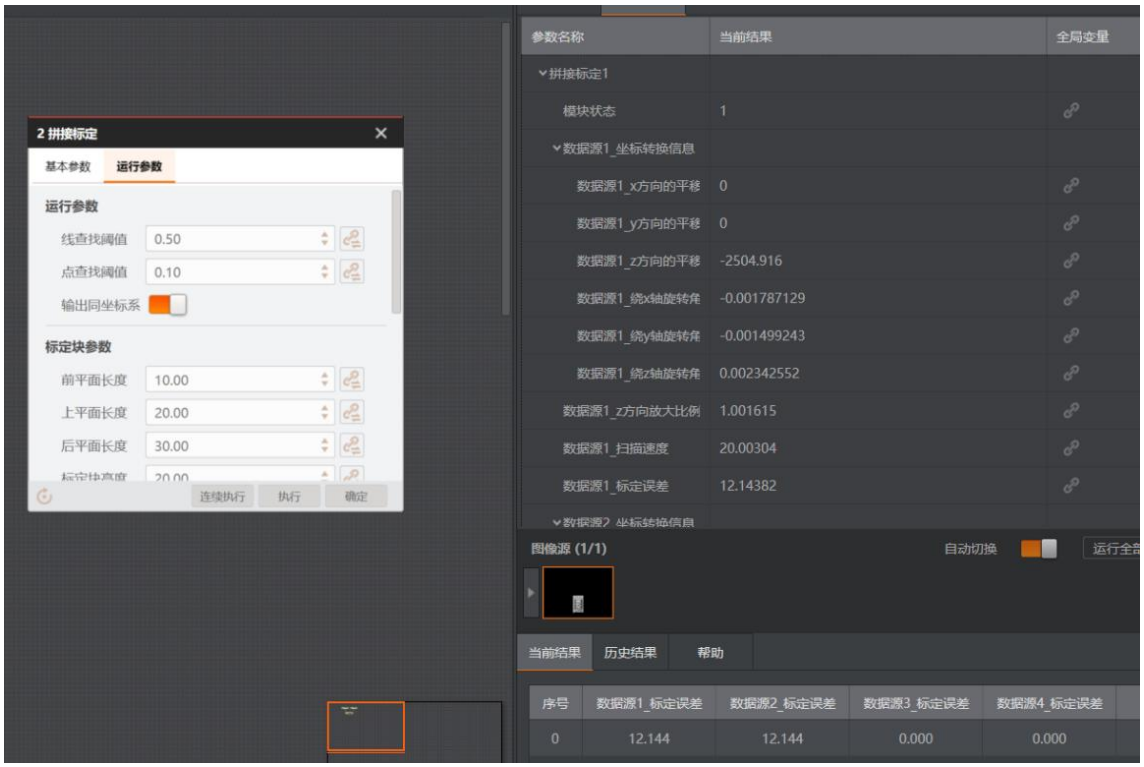


图14-383 拼接标定执行结果

参数配置

基本参数包括**图像输入**和**标定参数**。

图像输入

需添加至少1个输入源，最多支持10个。当有多个输入源时，图像源类型需相同，即都为相机图像或本地图像；当选择相机图像时，所使用的相机型号需相同。

标定参数

可为对应输入源的系统标定文件指定保存路径，并通过开启**更新文件**将算法结果将写入标定文件。运行参数处可设置以下参数。

运行参数

线查找阈值

用于筛选参与标定的直线。若误差大于设置值，则不参与标定。

点查找阈值

用于筛选参与标定的点。若误差大于设置值，则不参与标定。

输出同坐标系

多相机标定时，各相机有定义一个和自身扫描标定块对应的系统坐标系，坐标系之间的关系已知，如果配置成相同的，就会统一使用**主相机**（可在下文提及的**相机参数**处配置）的系统坐标系作为系统坐标系；如果配置成不统一，就会使用各自的系统坐标系输出。配置为输出相同坐标系，主要应用于多相机环视标定的场景，该场景没有条件按照统一系统坐标系输出深度图。

标定块参数

根据实际使用的标定块数据进行填写，可参考下图。

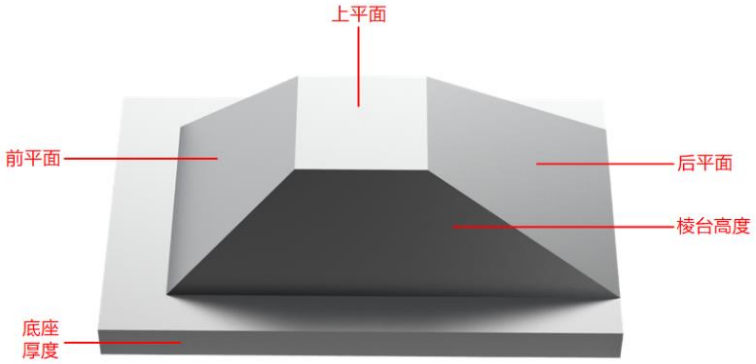


图14-384 标定块数据示例

相机参数

需选择一台相机作为**主相机**，然后在**相机编号**处针对各相机分别设置以下参数。

扫描步进

两帧轮廓仪轮廓之间的运行距离。

TX/TY/TZ

设置该相机对应标定块相对于主相机标定块的位姿平移偏移量。

RX/RY/RZ

设置该相机对应标定块相对于主相机标定块的位姿角度偏移量。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

数据源*坐标转换信息（*代表1~10）

x方向的平移

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要沿x轴移动的距离。

y方向的平移

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要沿y轴移动的距离。

z方向的平移

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要沿z轴移动的距离。

绕x旋转角度

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要绕x轴旋转的角度。

绕y旋转角度

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要绕y轴旋转的角度。

绕z旋转角度

double型，表示传感器坐标系转换为世界坐标系，需要绕z轴旋转的角度。

z方向放大比例

double型，表示从传感器坐标系转换为世界坐标系，z轴坐标的缩放比例。

扫描速度

float型，表示传感器扫描的速度。

标定误差

float型，表示标定过程中，标定测量值与真实值间的差异。

14.11 2D运算

“2D运算”分类下的模块主要用于计算2D图像上的点（或线等目标）达成特定目的所需移动、转换和角度旋转等数据。

14.11.1 单点对位

该模块可根据输入的目标点坐标和角度、以及对象点的坐标和角度，计算出由对象点对位至目标点所需的偏移量。偏移量包括X和Y方向的位移以及角度。

说明

- 该模块输入的为目标点和对象点的物理坐标，需配合*标定转换*模块使用。
- 模块中的示教点即目标点，运行点即对象点。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块的目的是将两个点进行对位，并得到偏移量。

每个物理坐标点均由x，y以及θ组成。假设有2个点$P_1(x_1,y_1,\theta_1)$和$P_2(x_2,y_2,\theta_2)$，若需将点P_2（即运行点）对位至点P_1（即示教点），则需先将点进行一定角度Δθ的旋转，再将旋转后的点按照(Δx，Δy)进行平移即可。其中Δθ、Δx、Δy的计算公式如下图所示。

$$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2$$

$$\Delta x = x_1 - (\cos(\Delta\theta) * x_2 - \sin(\Delta\theta) * y_2)$$

$$\Delta y = y_1 - (\sin(\Delta\theta) * x_2 + \cos(\Delta\theta) * y_2)$$

说明

上图中Δθ公式中的角度会被归一化至-π~π的范围内。

使用方法

该模块需配合*图像源*模块、*定位类模块*和*标定转换*模块使用，如下图所示。

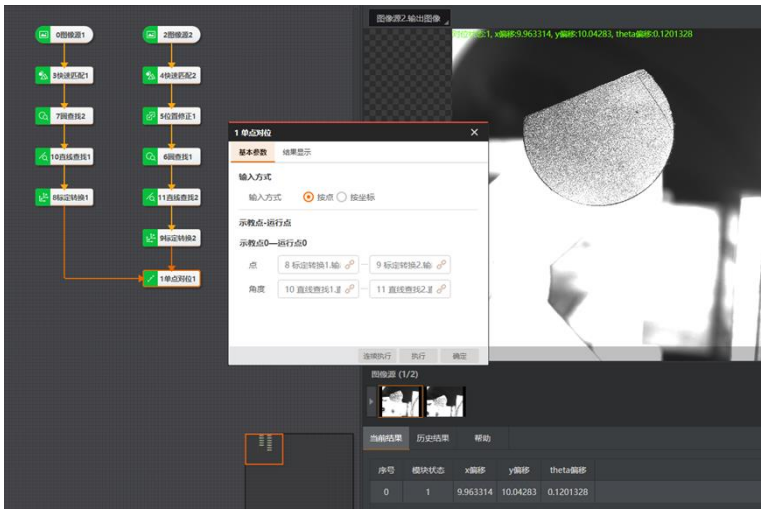


图14-385 使用示意

上图中的图像源模块用于获取图像，定位类模块用于获取图像坐标系中的特征点及角度信息，标定转换模块用于将图像坐标点转换为物理坐标点，单点对位模块用于在物理坐标系中计算得到运行点到示教点的偏移量。

参数配置

此处仅对该模块的基本参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

输入方式

可选按点、按坐标输入。

示教点0-运行点0

设置运行点对位至示教点的点坐标及角度，可自定义输入或订阅前序模块对应的数据。一般从前序模块订阅。

点

点X/Y

设置点坐标的对位关系。

角度

设置角度的对位关系。

模块结果

*单点对位*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

x偏移

float型，表示示教点到运行点X方向的位置移动量。

y偏移

float型，表示示教点到运行点Y方向的位置移动量。

theta偏移

float型，表示示教点到运行点的角度偏移量，顺时针为正。

14.11.2 单点抓取

该模块在单相机拍物料的抓取场景中使用，通过该模块可得到基准位移动到运行位的相对偏移量和绝对抓取坐标。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块需与*平移旋转标定*模块配合使用，相机和运动机构通过标定得到坐标系转换关系（即标定矩阵M）。单点抓取再根据订阅的标定矩阵将图像特征点转换到运动机构的物理坐标系下，从而推算出抓取坐标，用于引导运动机构抓取物料。

- 当末端夹具与旋转轴共轴时，无需考虑角度偏移。此时将运动机构在示教拍照位P1拍摄的特征点像素坐标定义为p1，再将运动机构移动至示教物理位P2，使得末端夹具刚好对准特征点中心。实际生产时，将运动机构运动至示教拍照位P1时拍摄的特征点像素坐标定义为p2。
  先将像素坐标p1、p2从图像坐标系转换到运动机构的物理坐标系下，再计算转换后坐标的差值（即相对偏移量）即可。其中相对偏移量与示教物理位之和，就是绝对抓取坐标。
- 当末端夹具与旋转轴不共轴时，由于目标物料会发生角度偏移，运动机构同步旋转，此时会导致末端夹具的X/Y坐标发生偏移。为补偿不共轴旋转引起的x/y偏移，需引入示教拍照位和示教物理位，计算出不共轴的长度，进而计算出这段不共轴引起的旋转偏差。
  因此，当标定类型选择平移旋转标定时，示教拍照位必须填写，模块输出的偏差包含平移偏差和不共轴旋转产生的偏差。使用到的旋转计算公式如下图所示。

$$x = (X - CenterX)\cos(\alpha) - (X - CenterX)\sin(\alpha)$$
$$y = (Y - CenterY)\sin(\alpha) + (Y - CenterY)\cos(\alpha)$$

使用方法

该模块还需与*图像源*模块和*定位类*模块配合使用。图像源模块用于获取图像，定位类模块用于获取图像特征点。单点抓取模块订阅图像特征点、示教物理点、示教拍照位及标定文件，从而计算出相对偏移量

和绝对抓取坐标。如下图所示。

图14-386 使用示意

参数配置

此处仅对该模块的基本参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

输入方式

可对**标定类型**和**输入方式**参数进行设置。

标定类型

可选平移标定、平移旋转标定，根据实际需求选择。

输入方式

可选按点、按坐标输入。

像素点

通过**点**（或**坐标X/Y**）及**角度**设置图像的基准点和运行点。完成像素点订阅后，点击*执行*再点击*创建基准*，若提示“基准点创建成功”，则完成基准点的设置。后续订阅的像素点均为图像运行点。

示教物理点

通过**点**（或**坐标X/Y**）及**角度**设置物料在基准位置时运动机构抓取物料的绝对物理坐标及角度。

示教拍照物理点

通过**点**（或**坐标X/Y**）及**角度**设置物料在基准位置时，运动机构携带相机拍照的绝对物理坐标及角度，一般为第5个点拍照位的物理坐标。

若生产时，相机相对标定时角度有所变化，还需开启**旋转拍照使能**并设置**旋转相对角度**。角度可根据实际情况自定义填写或从外部通信设备订阅。

说明

标定类型选择平移旋转标定时，必须设置；否则，可不设置。

标定文件

需设置**标定矩阵**、**加载标定文件**和**刷新信号**参数。

说明

标定矩阵和**加载标定文件**作用相同，二选一设置即可。

标定矩阵

可订阅标定矩阵。

加载标定文件

点击可选择需加载的标定文件。

刷新信号

可自定义或订阅数据，作为标定文件是否刷新的信号。

- 参数为0或空值时，仅在模块第一次运行时加载选择的标定文件，后续不再更新。
- 参数为非0数值且非空值时，每次模块运行时会重新加载选择的标定文件。确保读取的标定文件是最新的。

模块结果

*单点抓取*模块的模块结果具体如下：

基准点

基准点X

float型，表示图像提取到的特征点X。

基准点Y

float型，表示图像提取到的特征点Y。

基准点R

float型，表示图像提取到的特征点角度。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

相对坐标X

float型，表示机械臂抓取物料的相对坐标X方向偏移量。

相对坐标Y

float型，表示机械臂抓取物料的相对坐标Y方向偏移量。

相对坐标R

float型，表示机械臂抓取物料的相对坐标角度偏移量。

绝对坐标X

float型，表示机构抓取的绝对物理位置X。

绝对坐标Y

float型，表示机构抓取的绝对物理位置Y。

绝对坐标R

float型，表示机构抓取的绝对物理位置角度。

14.11.3 单点映射对位

该模块主要用于上相机拍目标、下相机拍对象的对位贴合场景。其作用是通过下相机拍物料、上相机拍料盘，再根据输入对象点的位置和角度、以及目标点的位置和角度，计算出对象点对位贴合到目标点需要的移动量，包括位置移动量和角度移动量。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

单点映射对位模块需与*平移旋转标定*模块和*映射标定*模块配合使用，该模块适用于上下两个相机做对位的场景。静止下相机和运动机构通过标定得到下相机图像坐标系和运动机构物理坐标系的转换关系（即标定矩阵M），上下两个相机通过映射标定得到两个图像坐标系之间的转换关系。单点映射对位再根据两个标定矩阵和输入的特征点位信息将图像特征点转换到运动机构的物理坐标系下，从而推算对位坐标，用于引导运动机构进行对位贴合。

运动机构携带基准物料到静止下相机的示教物理点P1，此时下相机拍摄特征点像素坐标p1和对位直线角度；而上相机回到拍照位P2拍摄需要贴合的对象，提取对象点及对位直线的起点和终点。

将上相机对象点及直线起点和终点通过映射标定文件映射到下相机的图像坐标系内，再通过下相机和运动机构的平移旋转标定矩阵将坐标转换到机构坐标系下，从而计算出对位偏差。

使用方法

该模块还需与*图像源*模块和*定位类*模块配合使用。图像源模块用于获取图像，定位类模块用于获取图像特征点和角度信息。单点映射对位模块订阅对象特征点及角度、目标特征点及直线的起点和终点、示教物理点及标定文件，从而计算出对象到目标的相对偏移量和绝对抓取坐标。如下图所示。

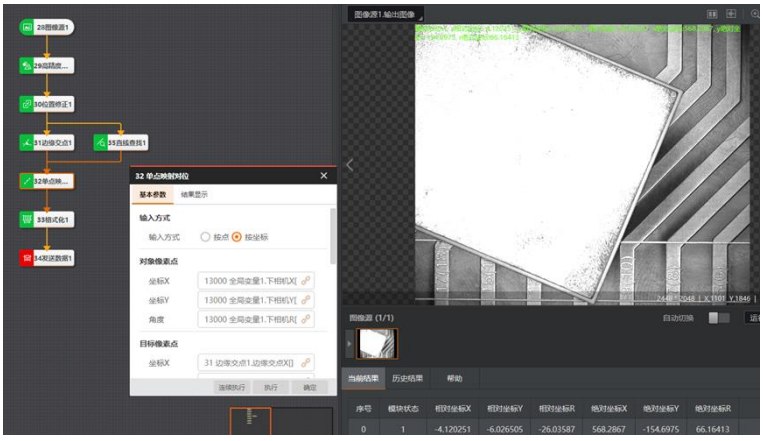


图14-387 使用示意

参数配置

此处仅对该模块的基本参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

输入方式

可选按点、按坐标输入。

对象像素点

通过**点**（或**坐标X/Y**）及**角度**设置对象位（一般指下相机拍照位）的图像像素点及角度。

目标像素点

通过**点**（或**坐标X/Y**）设置目标位（一般指上相机拍照位）的图像像素点。

目标像素直线起点

目标像素直线终点

通过**点**（或**坐标X/Y**）设置目标位对位直线的起点/终点。映射到下相机坐标系，确保角度统一。

示教物理点

通过**点**（或**坐标X/Y**）及**角度**设置相机在做上下相机映射标定时，运动机构抓取标定板时的绝对物理坐标。

标定文件

需设置**N点/映射标定矩阵**、**N点/映射标定文件**和**刷新信号**参数。

说明

N点/映射标定矩阵和**N点/映射标定文件**作用相同，二选一设置即可。

N点标定矩阵

映射标定矩阵

可分别订阅N点标定和映射标定的标定矩阵。

N点标定文件

映射标定文件

点击可分别选择需加载的N点标定和映射标定的标定文件。

刷新信号

可自定义或订阅数据，作为标定文件是否刷新的信号。

- 参数为0或空值时，仅在模块第一次运行时加载选择的标定文件，后续不再更新。
- 参数为非0数值且非空值时，每次模块运行时会重新加载选择的标定文件。确保读取的标定文件是最新的。

模块结果

*单点映射对位*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

相对坐标X

float型，表示机械臂抓取物料的相对坐标X方向偏移量。

相对坐标Y

float型，表示机械臂抓取物料的相对坐标Y方向偏移量。

相对坐标R

float型，表示机械臂抓取物料的相对坐标角度偏移量。

绝对坐标X

float型，表示机构抓取的绝对物理位置X。

绝对坐标Y

float型，表示机构抓取的绝对物理位置Y。

绝对坐标R

float型，表示机构抓取的绝对物理位置角度。

14.11.4 单点纠偏

该模块适用于单相机拍物料的纠偏场景。其作用是相机拍物料，再根据输入运行点位置和角度、及基准点位置和角度，计算出运行点移动回基准点需要的移动量，包括位置移动量和角度移动量。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

单点纠偏模块需与*平移旋转标定*模块配合使用，相机和运动机构通过标定得到坐标系转化关系（即标定矩阵M）。单点纠偏可根据标定矩阵将图像特征点转换到运动机构物理坐标系下，从而推算纠偏坐标，用于引导运动机构修正物料姿态。
运动机构携带基准物料到示教物理点P1，静止相机拍摄特征点像素坐标p1创建基准。
生产时，运动机构携带需要纠偏的物料运动到示教拍照位P1，此时相机拍摄的特征点像素坐标为p2。将像素坐标p1、p2先从图像坐标系转换到运动机构的物理坐标系下，再根据修正角度后的物理坐标计算得出差值，即相对偏移量。相对偏移量与示教物理位之和，就是绝对纠偏坐标。

使用方法

该模块还需与*图像源*模块和*定位类*模块配合使用。图像源模块用于获取图像，定位类模块用于获取图像特征点及角度信息。单点纠偏模块订阅图像特征点、示教物理点及标定文件，从而计算出相对偏移量和绝对纠偏坐标。如下图所示。

图14-388 使用示意

参数配置

- 基本参数：与单点抓取模块的参数（除**示教拍照物理点**相关参数）基本一致，此处不再赘述，具体参见*单点抓取的参数配置*。
- 结果显示：各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

模块结果

*单点纠偏*模块的模块结果具体如下：

基准点

基准点X

float型，表示图像提取到的特征点X。

基准点Y

float型，表示图像提取到的特征点Y。

基准点R

float型，表示图像提取到的特征点角度。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

相对坐标X

float型，表示机械臂抓取物料的相对坐标X方向偏移量。

相对坐标Y

float型，表示机械臂抓取物料的相对坐标Y方向偏移量。

相对坐标R

float型，表示机械臂抓取物料的相对坐标角度偏移量。

绝对坐标X

float型，表示机构抓取的绝对物理位置X。

绝对坐标Y

float型，表示机构抓取的绝对物理位置Y。

绝对坐标R

float型，表示机构抓取的绝对物理位置角度。

14.11.5 标定转换

该模块可将同一组坐标系下的特征点信息通过加载标定文件转换为另一组坐标系下的特征点。常用于图像坐标系的像素点和物理坐标系的物理点之间进行转换。
输入一系列特征点信息和标定文件后，可以得到每个点转换之后的坐标和角度。输出信息中的**转换坐标X/Y**和**转换角度**是转换后的结果，而**单像素精度**、**平移X/Y**、**旋转**、**尺度**、**斜切**、**宽高比**为标定文件固有的信息属性。

当前结果 | 历史结果 | 帮助

序号	转换坐标X	转换坐标Y	转换角度	单像素精度	平移X	平移Y	旋转	尺度	斜切	宽高比
0	0.002	0.005	0.001	0.017	52.250	69.076	0.000	58.808	0.000	1.000
1	0.998	0.002	0.001	0.017	52.250	69.076	0.000	58.808	0.000	1.000
2	2.002	0.004	0.001	0.017	52.250	69.076	0.000	58.808	0.000	1.000

图14-389 输出信息

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

对于一组坐标，通过转换关系将这组坐标映射到另一个位置，对应的公式为$P^w=HP^I$。
当公式中的P^I代表图像坐标，而P^w代表物理坐标，H表示转换关系，则通过该转换关系可以从图像坐标转换到物理坐标。
根据上述公式，同理可得$P^I=H^{-1}P^w$。其中H^{-1}与H为相反的转换关系，通过该转换关系可从物理坐标转换到图像坐标。
输出参数中的单像素精度即H中的**尺度**，而平移X/Y、旋转、尺度、斜切和宽高比即H^{-1}中的参数分量。

使用方法

该模块一般配合*图像源*模块和*定位类*模块使用。图像源模块用于获取图像，定位类模块用于获取图像特征点。标准转换根据输入的图像特征点和标定文件即可获得转换后的物理坐标点。

参数配置

此处仅对该模块的基本参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

图像输入

通过**输入源**订阅图像。

坐标点输入

需设置坐标点的相关信息，并选择坐标类型。

输入方式

可选按点、按坐标输入。

坐标点

坐标X/Y

需转换的特征点坐标信息，可从前前序模块订阅，也可自定义。

角度

需转换的特征点角度。

坐标类型

可选图像坐标或物理坐标。定义**坐标点输入**处设置的坐标点为图像坐标，还是物理坐标。

标定文件

与单点抓取模块中对应参数基本一致，此处不再赘述，具体参见*单点抓取的标定文件*。

模块结果

*标定转换*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出点

转换坐标X

float型，表示对输入坐标通过标定转换/逆转换后得到的X坐标。

转换坐标Y

float型，表示对输入坐标通过标定转换/逆转换后得到的Y坐标。

转换角度

float型，代表对输入角度通过标定转换/逆转换后得到的角度。

单像素精度

float型，表示单个像素对应物理坐标系下的尺寸。

平移X

float型，表示利用计算得到的标定矩阵，将世界坐标系原点映射到图像坐标系得到的坐标 X 。

平移Y

float型，表示利用计算得到的标定矩阵，将世界坐标系原点映射到图像坐标系得到的坐标 Y 。

旋转

float型，表示机构物理坐标系相对于图像坐标系的旋转角度（单位为弧 度）。

- 当旋转θ为正值时，机构物理坐标系X轴沿逆时针方向旋转θ 后，其X轴与图像坐标系X轴方向一致；
- 当旋转θ为负值时，机构物理坐标系X轴沿逆时针方向旋转-θ 后，其X轴与图像坐标系X轴方向一致。

尺度

float型，表示世界坐标系中单位长度对应图像坐标系中的像素数。

斜切

float型，表示世界坐标系的Y轴旋转角度与X轴旋转角度之差（单位为弧度）。

宽高比

float型，表示世界坐标系的Y轴缩放量与X轴缩放量的比例。

14.11.6 点集对位

该模块与单点对位模块功能相似，均是得到对象点到目标点的偏移量。但差别在于，单点对位模块时通过一对点的坐标和角度得到的，而该模块时通过多个点坐标形成的点集得到的。

使用方法

该模块必须配合*图像源*模块、*定位类模块*和*标定转换*模块使用，如下图所示。

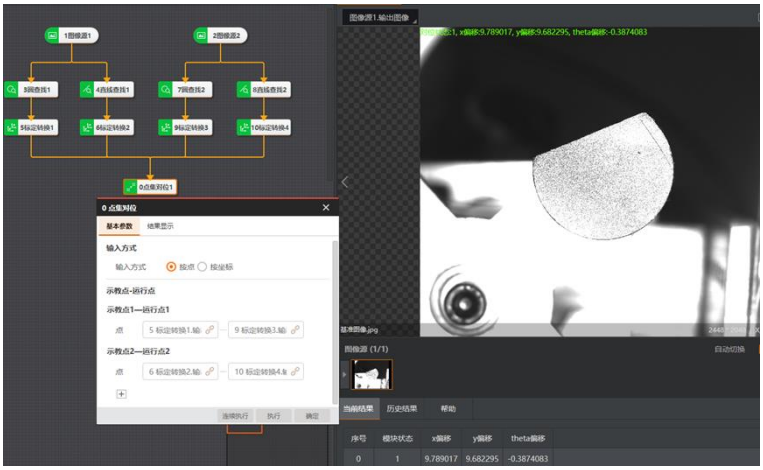


图14-390 使用示意

上图中的图像源模块用于获取图像，定位类模块用于获取图像坐标系中的多组特征点，标定转换模块用于将图像坐标点转换为物理坐标点，点集对位模块用于在物理坐标系中计算得到运行点到示教点的偏移量。

参数配置

此处仅对该模块的基本参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

输入方式

可选按点、按坐标输入。

示教点-运行点

设置多个运行点对位至示教点的点坐标，可自定义输入或订阅前序模块对应的数据。一般从前序模块订阅。点击⊞可继续添加，至少2个以上，最多不超过8个。

点

点X/Y

设置点坐标的对位关系。

模块结果

*点集对位*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

x偏移

float型，表示示教点到运行点X方向的位置移动量。

y偏移

float型，表示示教点到运行点Y方向的位置移动量。

theta偏移

float型，表示示教点到运行点的角度偏移量，顺时针为正。

14.11.7 旋转计算

该模块可将点或线绕着旋转中心点按照旋转角度旋转，并计算得到旋转之后该点或线的相关信息。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块的原理为下图所示公式。其中Out X/Y为输出点的坐标，In X/Y为输入点的坐标，X_0和Y_0为旋转中心的坐标，θ为图像坐标系下旋转角度（顺时针为正，逆时针为负）。

$$\begin{pmatrix} Out\ X \\ Out\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} In\ X - X_0 \\ In\ Y - Y_0 \end{pmatrix} * \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} + \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{pmatrix}$$

使用方法

该模块一般配合*图像源*模块和*定位类模块*使用，如下图所示。

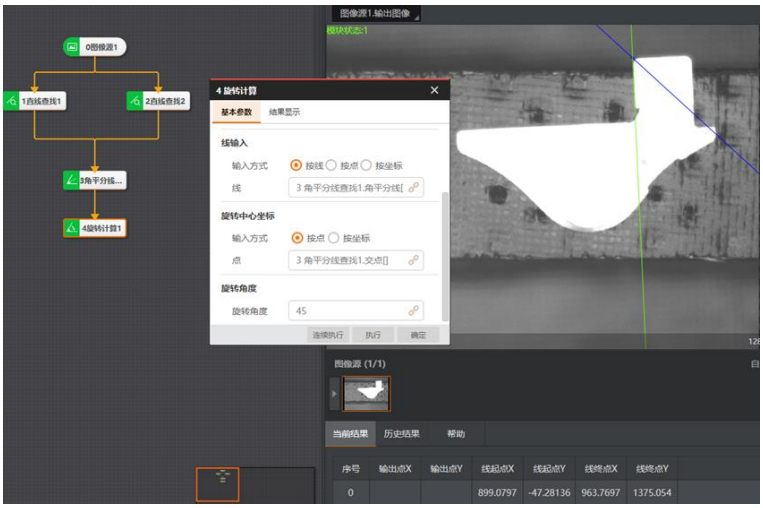


图14-391 使用示意

上图中的图像源模块用于获取图像，定位类模块用于获取图像坐标系中的特征点或直线，旋转计算模块将将角平分线（蓝色）绕角平分线的交点旋转45°，得到旋转后的直线（绿色）。

参数配置

此处仅对该模块的基本参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

图像输入

通过**输入源**订阅图像。

输入类型

通过**数据类型**设置旋转计算的目标，可选按点、按线。

点输入

选择旋转点时，设置旋转的点即可。

线输入

选择旋转线时，设置旋转的线即可。

旋转中心坐标

可设置旋转时的中心点。

旋转角度

可设置基于旋转中心点的旋转角度。正为顺时针旋转，负为逆时针旋转。

模块结果

*旋转计算*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出点

输出点X

float型，表示输入点旋转后得到点的X坐标。

说明

采用的图像坐标系为左手坐标系。

输出点Y

float型，表示输入点旋转后得到点的Y坐标。

输出线

线起点

线起点X

float型，代表输入的线，旋转后得到线起点的X坐标 。

线起点Y

float型，代表输入的线，旋转后得到线起点的Y坐标 。

线终点

线终点X

float型，代表输入的线，旋转后得到线终点的X坐标 。

线终点Y

float型，代表输入的线，旋转后得到线终点的Y坐标 。

14.11.8 线对位

该模块的原理和功能与点集对位模块类似，差别点仅在于点集对位模块针对的是点，而该模块针对的是线。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

该模块必须配合*图像源*模块、*直线查找*模块和*标定转换*模块使用。

图14-392 使用示意

以上图为例，图像源模块用于获取图像，直线查找模块用于获取图像坐标系中的多组特征线，标定转换模块用于将图像坐标下的直线起点坐标和终点坐标都转换为物理坐标的起点和终点，几何创建模块用于将物理坐标的起点和终点进行连线构成示教线和运行线，线对位模块在物理坐标系中计算得到运行线对位到示教线的偏移量。

参数配置

- 基本参数：与点集对位模块的参数大同小异，此处不再赘述，具体参见点集对位的*参数配置*。
- 运行参数：可设置**对位形状**参数，可选开、闭。
  - 选择闭时：特征线必须形成闭合形状，方能检测。例如存在4条特征线，必须按顺序形成一个封闭矩形，才能进行检测。
  - 选择开时：特征线无需形成闭合形状也能检测。
- 结果显示：各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

模块结果

*线对位*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

x偏移

float型，表示示教点到运行点X方向的位置移动量。

y偏移

float型，表示示教点到运行点Y方向的位置移动量。

theta偏移

float型，表示示教点到运行点的角度偏移量，顺时针为正。

14.11.9 单位转换

该模块可将图像中的间距、宽度等距离，通过标定文件由像素距离转换为物理坐标系下的物理距离。

本节内容包含：

- *使用方法*

- *参数配置*
- *模块结果*

说明

该模块仅为近似运算，存在一定误差。若需精确计算后得到精确的数值，推荐通过对特征点使用标定转换模块转换后，再通过点点测量模块计算得到。

使用方法

该模块主要配合*图像源*模块和*定位类*模块配合使用。图像源模块用于获取图像，定位类模块用于获取图像坐标系中特征点之间的距离。单位转换模块将订阅的像素距离转换为物理距离。如下图所示。

图14-393 使用示意

说明

上图中通过单位转换模块得到的圆心和边缘交点的距离，与右侧点点测量模块得到的距离结果一致。

参数配置

该模块的参数分为**图像输入**、**单位转换**和**标定文件**三部分。
具体参数介绍如下：

图像输入

通过**输入源**订阅图像。

单位转换

通过**像素间距**订阅前序模块输出的距离。

标定文件

需设置**加载标定文件**、**刷新信号**和**像素当量修正**参数。

加载标定文件

点击可选择需加载的标定文件。支持iwcal、txt和xml格式的标定文件。

刷新信号

可自定义或订阅数据，作为标定文件是否刷新以及**像素当量修正**参数是否有效的信号。

- 参数为0或空值时，仅在模块第一次运行时加载选择的标定文件，后续不再更新；**像素当量修正**参数无效。
- 参数为非0数值且非空值时，每次模块运行时会重新加载选择的标定文件。确保读取的标定文件是最新的；**像素当量修正**参数有效。

像素当量修正

可设置在原有单像素精度情况下物理距离的相乘系数。最终输出的物理距离为：像素间距*单像素精度*像素当量修正。

说明

该参数必须设置。设置为1时，得到的物理距离为像素间距*单像素精度。

模块结果

*单位转换*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

单像素精度

float型，表示单个像素对应物理坐标系下的尺寸。

转换结果

float型，代表对输入角度通过单位转换后得到的结果。

像素距离

float型，代表像素对应物理坐标系下的距离。

平移X

float型，表示利用计算得到的标定矩阵，将世界坐标系原点映射到图像坐标系得到的坐标 X 。

平移Y

float型，表示利用计算得到的标定矩阵，将世界坐标系原点映射到图像坐标系得到的坐标 Y 。

旋转

float型，表示机构物理坐标系相对于图像坐标系的旋转角度（单位为弧 度）。

- 当旋转θ为正值时，机构物理坐标系X轴沿逆时针方向旋转θ 后，其X轴与图像坐标系X轴方向一致；
- 当旋转θ为负值时，机构物理坐标系X轴沿逆时针方向旋转-θ 后，其X轴与图像坐标系X轴方向一致。

尺度

float型，表示世界坐标系中单位长度对应图像坐标系中的像素数。

斜切

float型，表示世界坐标系的Y轴旋转角度与X轴旋转角度之差（单位为弧度）。

宽高比

float型，表示世界坐标系的Y轴缩放量与X轴缩放量的比例。

14.11.10 变量计算

该模块主要通过设计表达式，完成变量之间的算术或逻辑运算。变量可以时自定义参数，也可以从前序模块订阅输出的模块结果。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *表达式窗口介绍*
- *模块结果*

模块原理

该模块本质是一个计算器，其原理就是计算器的原理。
在计算器中输入一个计算公式（例如1+3）后， 计算器会解析公式，得到数值1、3和运算符+。然后使用运算符从Math库里找到对应的运算，并传入数字做为参数，得到运算结果。
VM3D的变量计算模块在计算器的基础上，还可以订阅前序模块输出的模块解结果。例如“1+<1 圆查找1.圆心X>[0]+<1 圆查找1.圆心Y>[0]*3”，其中“<1 圆查找1.圆心X>[0]” 就是一个订阅数据。故解析时会增加一步，即先把订阅的字符串替换成具体的数字，再进行计算。

使用方法

该模块使用时，可与任意有数据作为模块结果输出的模块配合即可。

参数配置

此处仅对该模块的基本参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。
点击可添加变量的计算表达式，默认已添加一个，支持添加多个。
通过*重置*按钮，还可将所有变量重置为初始值。
每个表达式由以下参数组成：

- **名称**：可自定义变量的名称。
- **表达式**：点击可在表达式窗口对具体公式进行配置。具体参见*表达式窗口介绍*。
- **初始值**：可自定义该变量默认的初始值。
- **输出类型**：可选int、float和POINT。选择POINT时，**表达式**只支持点和点之间的加/减，以及点和常数相乘，其他均不支持，表达式窗口相关功能为置灰状态。
- **初始化**：启用该参数后，每次流程执行时均会将变量重置为设置的**初始值**。否则，使用上轮运算结果输入到公式中参与运算。
- ：可删除该变量的计算表达式。

表达式窗口介绍

表达式配置窗口如下图所示，相关介绍如下：

- 窗口上方区域：公式显示和编辑区域，点击右侧的可订阅前序模块。
- 窗口中间区域：标记公式时需使用的常数、运算符号和函数等。此处仅对右侧较复杂函数做介绍，具体参见下表，其他不详细展开。

表14-51 部分函数使用说明

函数	说明	函数	说明
sinh(x)	x为角度，返回x的双曲正弦值	asinh(x)	反双曲正弦，返回角度值
sin(x)	x为角度，返回x的正弦值	asin(x)	反正弦，-1≤x≤1，返回角度值
cos(x)	x为角度，返回x的余弦值	acos(x)	反余弦，-1≤x≤1，返回角度值
cosh(x)	x为角度，返回x的双曲余弦值	acosh(x)	反双曲余弦，返回角度值
tan(x)	x为角度，返回x的正切值	atan(x)	反正切，返回角度值
tanh(x)	x为角度，返回x的双曲正切值	atanh(x)	反双曲正切，返回角度值
max(x,y)	返回x与y中的较大值	min(x,y)	返回x与y中的较小值
round (x)	将x的小数位四舍五入后返回整数	trunc(x)	将x的小数位取0后返回整数
ceil(x)	返回大于等于x的最小整数值	floor(x)	返回小于等于x的最大整数
log(x)	返回指定数字的自然对数（底为e）	exp(x)	返回e的x次幂
pow(x,y)	数字 x 的 y次幂	log10(x)	返回x以10为底的对数
sqrt(x)	返回x的平方根	abs(x)	返回x的绝对值

- **初始值**和**初始化**：功能与基本参数窗口为同一个参数，两边均可设置。
- **校验公式**：可校验设置的公式是否合理。若不合理，会提示失败，建议重新设置。

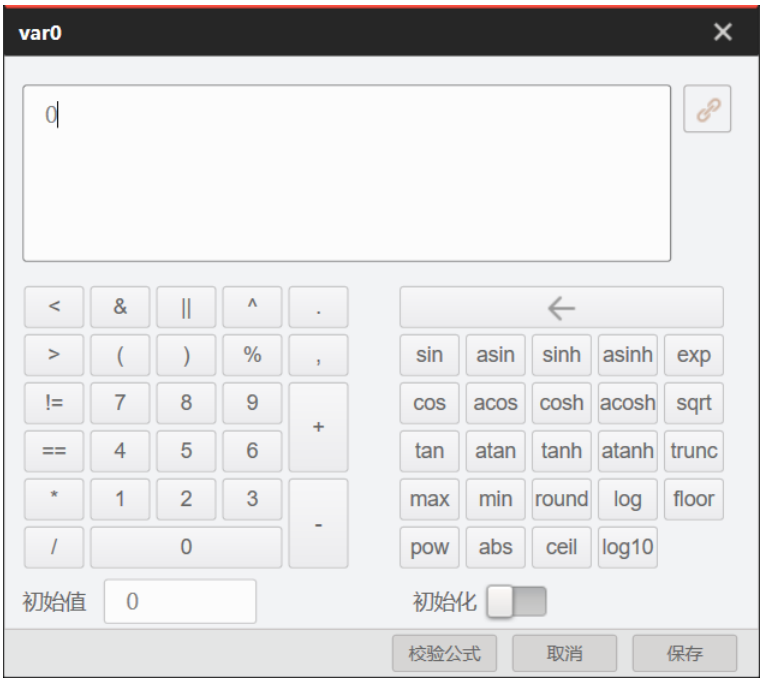


图14-394 表达式窗口

模块结果

*变量计算*模块的模块结果具体如下：

var0

float型，代表默认添加的变量，默认值为0。

结果显示

string型，代表显示所有变量名和执行结果值。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

14.11.11 坐标转换

该模块可将图像上某个点的坐标通过计算转换为其他坐标点信息。一般配合划片拆分模块使用，将划片中的某点坐标转到原图中（即划片前的图像），可获取各个划片区域点在原图中的坐标信息。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块通过获取到的划片区域在原图中的划片中心点坐标、宽、高，从而计算出划片区域左上角在原图中的坐标P，再将需要转换点的坐标加上坐标P，即可得到转换点在原图中的坐标信息。

使用方法

该模块必须配合*图像源*模块、*划片拆分*模块、*拷贝填充*模块、*定位类*模块使用。
在如下示意图中，图像源模块用于获取图像，划片拆分模块用于将原图像拆分为2*2的四个划分区域，拷贝填充模块用于获取第三个划分区域（即原图左下角区域），边缘交点模块提取划片区域的边缘交点做为特征点，最后通过坐标转换模块根据划片信息将划片区域上的特征点坐标进行转换，得到此特征点在原图上的坐标信息。
坐标转换模块的输出点与“边缘点交点2”模块的结果相同。“边缘点交点2”模块直接在原图上提取边缘交点坐标信息。

图14-395 使用示意

参数配置

该模块的参数分为**划片信息**和**输入点**两部分。

划片信息

可设置是否开启**坐标转换使能**，并设置相关参数。

坐标转换使能

该功能默认开启。若关闭，则输入点和输出点的数据完全一致。

输入方式

可设置划片中心点的输入方式，可选按点、按坐标。

划片中心点

划片中心点X/Y

一般从前序划片拆分模块订阅划片中心点即可。

划片宽

划片高

一般从前序划片拆分模块订阅划片区域的宽/高即可。

输入点

设置输入点坐标的信息来源。

输入方式

可选按点、按坐标。

点

点X/Y

可自定义或层前序模块订阅点的坐标信息。

模块结果

*坐标转换*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出点

输出点X

float型，表示输入点旋转后得到点的X坐标。

说明

采用的图像坐标系为左手坐标系。

输出点Y

float型，表示输入点旋转后得到点的Y坐标。

14.12 2D图像处理

“2D图像处理”类别下的模块用于对2D图像进行预处理。当2D图像对比度较差、毛刺较多、干扰较多、特征不明显时，可考虑使用该类别下的模块进行预处理。

14.12.1 图像二值化

图像二值化即将原图像转换为仅包含0和255两个灰度值的图像。图像二值化的目的是简化图像，突出目标轮廓，方便后续图像处理。例如，在文本识别、边缘检测、图像分割等应用场景中，二值化图像可以帮助算法更准确地识别图像中的边缘和特征。此外，图像二值化还可以帮助减小图像的文件大小，便于存储和传输图像。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

*图像二值化*模块采用的二值化方式共有如下五种，各方式的工作原理有所差异。

- *硬阈值二值化*
- *均值二值化*

- *高斯二值化*
- *Sauvola二值化*
- *自动二值化*

硬阈值二值化

根据预设的低灰度阈值和高灰度阈值进行图像二值化。输入图像像素点的灰度值大于低灰度阈值或小于高灰度阈值时，则为目标（灰度值转换为255），否则则为背景（灰度值转换为0）。

均值二值化

根据以下四个参数进行图像二值化。

- 滤波核宽度
- 滤波核高度
- 比较类型
- 阈值偏移量

具体计算过程如下：

1. 在滤波核尺寸范围内对输入原图进行均值滤波，得到背景图像。
2. 计算输出原图和背景图上相同像素点的灰度值之差。
3. 根据差值、预设的比较类型、预设的阈值偏移量，判断像素点为目标还是背景。当像素点的差值满足预设的比较类型和阈值偏移量时，则为目标。其中比较类型包括：≥、≤、=、≠。

例子：假设预设的核宽高分别为15和16，比较类型为≥，阈值偏移量为20，那么这些配置表示：“原图和背景图差值≥20的像素点为目标，否则为背景。其中背景图通过核尺寸为(15,16)的均值滤波求得。”

图14-396 输入原图

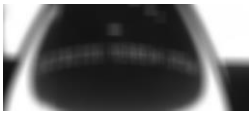


图14-397 背景图

图14-398 二值化图

高斯二值化

根据以下四个参数进行图像二值化。

- 高斯滤波核尺寸
- 高斯标准差
- 比较类型
- 阈值偏移量

其中高斯滤波核尺寸和高斯标准差用于控制高斯滤波程度。两者越大，滤波效果越强。

具体算法工作流程与上文提及的均值二值化的相同，均为先滤波得到背景图，再将原图和背景图做差，最终得到满足预设关系的二值图。

Sauvola二值化

根据以下五个参数进行图像二值化。

- 校正系数
- 动态范围
- 分割类型
- 滤波核宽度
- 滤波核高度

具体算法过程为先计算每个像素点在设定核尺寸下的灰度均值m和标准差std，再根据预设的分割类型进行如下判断：

- 分割类型为亮背景时，灰度均值满足如下计算公式则为目标，否则为背景。

$$\mathrm{m}(1+\mathrm{k}\left(\frac{std}{r}-1\right)<\mathrm{pixel}$$

图14-399 分割类型为亮背景时

- 分割类型为暗背景时，灰度值满足如下计算公式则为目标，否则为背景。

$$\mathrm{m}(1+\mathrm{k}\left(\frac{std}{r}-1\right)>\mathrm{pixel}$$

图14-400 分割类型为暗背景时

说明

以上公式中的k和r分别表示校正系数和动态范围。

Sauvola二值化算法工作流如下图所示。

图14-401 算法工作流

自动二值化

算法根据最大类间方差法计算自动阈值T，并根据该阈值进行图像二值化。输入图像中灰度值大于T的像素点为目标，小于的为背景。该方式不涉及预设参数。

使用方法

以下对该模块的使用方法分为前后序模块和应用示例两个方面进行介绍。

前后序模块

在流程中，*图像二值化*的：

- 前序模块一般为*图像源*。该模块可为*图像二值化*提供原图输入。
- 后序模块一般为其他图像处理模块以及识别、定位、测量等模块。*图像二值化*输出的二值图可用于识别、定位和测量。

应用示例

相关应用示例请参见*形态学处理*中的示例。

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

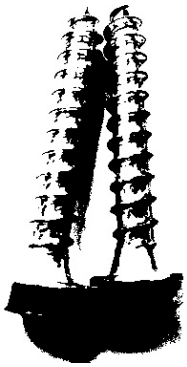
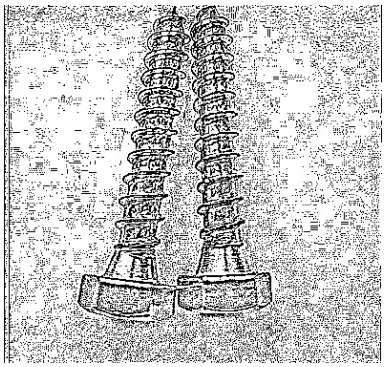
说明

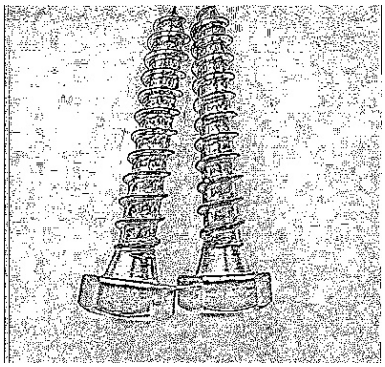
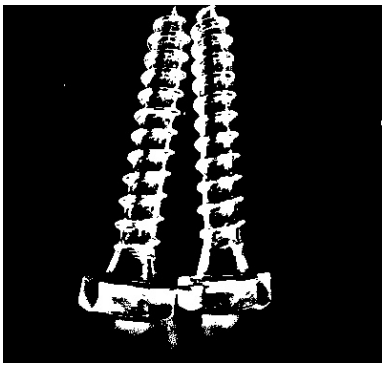
- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

以下运行参数中的不同**二值化类型**适用于不同场景：

- **硬阈值二值化**：适用于光影影响较小的环境。
- **均值二值化**：一般用于平滑图像，消除噪声。
- **高斯二值化**：一般用于在保证图像原有信息特征的情况下消除部分噪声。
- **Sauvola二值化**：适用于对背景单一、光照不均匀的图像进行二值化处理。

图14-402 原图

硬阈值二值化示例	均值二值化示例
	

高斯二值化示例	Sauvola效果示例
	

硬阈值二值化

需设置**高阈值**或**低阈值**。具体原理参见上文*模块原理*中提及的*硬阈值二值化*

低阈值

用于二值化的低灰度阈值。
灰度指黑白照片上像素点的明暗指数，值为0时显示为黑色，为255时显示为白色

高阈值

用于二值化的高灰度阈值。

- 当低阈值小于高阈值时，如果像素点灰度值在高低阈值大小范围内，那么该像素点灰度值将被置为255。
- 当低阈值大于高阈值时，如果像素点灰度值在高低阈值大小范围外，那么该像素点的灰度值将被置为255。

均值二值化

需设置如下子参数。

滤波核宽度/高度

均值滤波时的矩形滤波核宽度与高度，滤波核主要用于图像遍历。均值滤波指用图像中某点周围像素的平均值来作为该点的像素值。

比较类型

将已经通过滤波核宽度/高度遍历后得到的灰度均值按大于等于、小于等于、等于、不等于四种类型进行处理，满足比较类型条件的图像区域的灰度值置为255。

阈值偏移量

可容忍的与背景差异的最大阈值。

高斯二值化

需设置如下参数。

高斯滤波核

高斯滤波核的大小，滤波核越大滤波效果越平滑。

高斯标准差

高斯标准差越大，高斯二值化效果越明显。

比较类型

将已经通过高斯滤波核遍历后得到的灰度高斯值按大于等于、小于等于、等于、不等于四种类型进行处理，满足比较类型条件的图像区域的灰度值置为255。

阈值偏移量

得到高斯值后和偏移量做累加运算得到的结果作为最终高斯值。

Sauvola二值化

需设置如下参数

校正系数

对应上文*模块原理*中提及的***图14-403***中的k，校正系数越大，二值化阈值越大。

动态范围

对应上文*模块原理*中提及的***图14-403***中的r，动态范围越大，二值化阈值越小 。

分割类型

分为暗于背景和亮于背景两种。分割类型的设置影响最终的二值化效果，具体见上文*模块原理*中提及的*Sauvola二值化*

滤波核宽/高度

滤波核的宽度和高度，滤波核主要用于图像遍历。

自动

即对图片进行自动二值化处理，具体原理见上文*模块原理*中提及的*自动二值化*。

模块结果

*图像二值化*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.12.2 图像滤波

滤波是一类图像处理算法。该类算法通过特定函数对输入图像进行预处理，去除图像中的噪声，进而突出或抑制图像中的特定特征。在不少场景下，图像滤波是图像预处理中不可或缺的操作，其处理效果的好坏将直接影响后续图像处理/图像分析的有效性和可靠性。

说明

图像处理中的噪声指图像采集或传输过程中所受的随机信号干扰。具体表现为图像信息或者像素亮度的随机变化。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

*图像滤波*模块提供的图像滤波算法包括：

- *高斯滤波*
- *中值滤波*
- *均值滤波*
- *取反滤波*
- *边缘提取*

高斯滤波

滤波时为各像素点逐个生成检测窗口（即下图中的橙框），目标像素点位于窗口中心（即下图中的灰色像素点）。滤波后目标像素点的灰度值，通过对窗口内各像素点的灰度值加权计算得出。

下文*参数配置*中提及的**高斯滤波核**可定义上述窗口的尺寸。

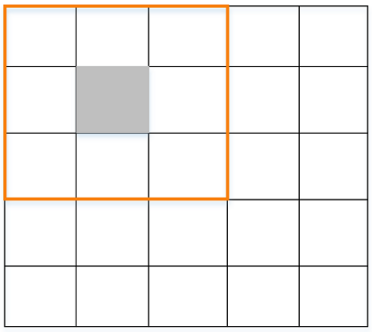


图14-403 滤波窗口（即滤波核）

加权计算的具体权重根据下图所示的高斯滤波曲线定义。算法会根据窗口尺寸自动调整曲线的高度和坡度，得到窗口内每个像素点权重σ。由图中的高斯滤波曲线可知，距离窗口中心的像素点越近，曲线越高，权重越大。

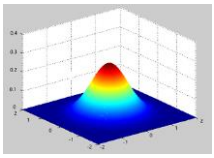


图14-404 高斯滤波曲线

目标像素点的灰度值计算公式如下。该公式中$gray_{pixel}$表示目标像素点的灰度值，σ_i表示窗口中每个像素点的权重，$gray_i$表示窗口中每个像素点的灰度值。

$$\mathrm{gray}_{\mathrm{pixel}} = \sum \sigma_i \, gray_i$$

图14-405 高斯滤波计算公式

中值滤波

滤波时为各像素点逐个生成检测窗口（即上文*图14-406*图中的橙框），目标像素点位于窗口中心（即上文*图14-406*图中的灰色像素点）。滤波后目标像素点的灰度值为窗口内像素点灰度值的中值。

下文*参数配置*中提及的**滤波核宽度**和**滤波核高度**可定义上述检测窗口的尺寸。

均值滤波

滤波时为各像素点逐个生成检测窗口（即上文*图14-406*图中的橙框），目标像素点位于窗口中心（即上文*图14-406*图中的灰色像素点）。滤波后目标像素点的灰度值为窗口内像素点的灰度均值。

下文*参数配置*中提及的**滤波核宽度**和**滤波核高度**可定义上述检测窗口的尺寸。

取反滤波

对每个像素点进行颜色取反，如对灰度范围0~255内的像素值10取反，取反后像素值为245。从视觉上看，原黑色的像素取反后变为白色，白色像素变为黑色。该滤波方式常用于切换图像的背景和目标。

边缘提取

边缘提取的算法工作流如下：

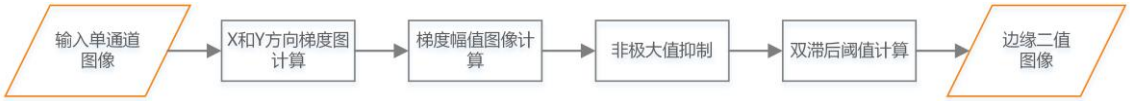


图14-406 边缘提取算法工作流

1. 计算X和Y方向的梯度图像。
   相邻像素点发生灰度跳变的点为边缘。假设滤波窗口如下图所示，窗口内左右像素相减，差值越大说明边缘越明显。滤波窗口和图像卷积运算可得到X方向的梯度图；同理，可得到Y方向梯度图。

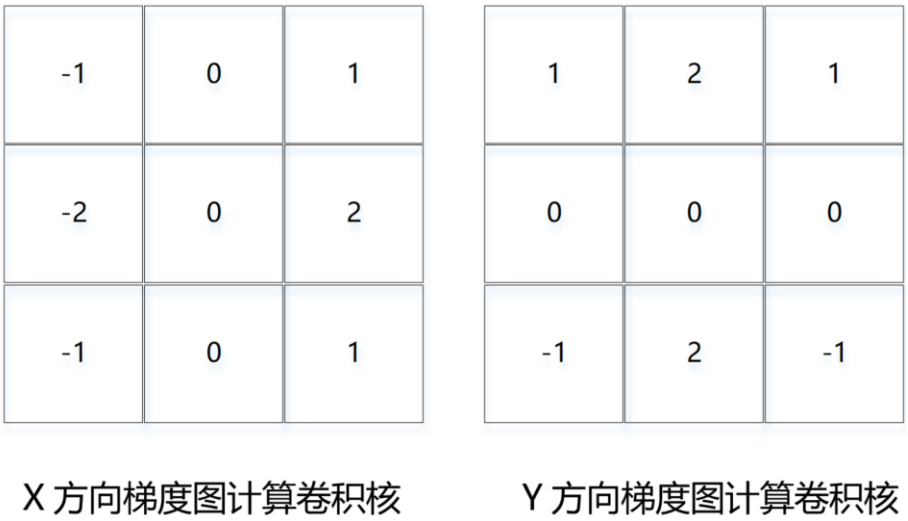


图14-407 梯度图计算卷积核

2. 合成梯度幅值图像。
   梯度幅值图像由梯度X和Y图像合成，表示图像梯度边缘强度。该图中各像素点灰度值的计算公式如下。

$$Grad_{(i,j)} = \sqrt{dx_{(i,j)}^2 + dy_{(i,j)}^2}$$

图14-408 梯度幅值图计算公式

该公式中：

- $Grad_{(i,j)}$表示合成图像中i行j列像素点的灰度值。
- $dx_{(i,j)}$ 表示X方向梯度图像i行j列像素点的灰度值。
- $dy_{(i,j)}$ 表示Y方向梯度图像i行j列像素点的灰度值。

该步骤得到的梯度幅值图的边缘不是单像素边缘且包含较多对比度较弱的边缘，需要后续计算将边缘转换为单像素边缘且仅保留强对比度边缘。

3. 对梯度幅值图像进行非极大值抑制，保证边缘为单像素点。
   非极大值抑制的目的是获取梯度方向上幅值最大的边缘点。若边缘点不是梯度方向上最大值，则删除该边缘点。
4. 进行双滞后阈值计算，筛选真正的边缘点，对应的灰度值为255。
   具体筛选规则为：如果像素点梯度幅值大于预设的高阈值，则为强边缘，即一定是边缘点；如果在低阈值和高阈值之间则为弱边缘，即可能为边缘点；当弱边缘的8邻域存在强边缘，则将弱边缘变为强边缘，该操作可有效保证边缘的连续性。

该计算过程涉及的高低阈值，可通过下文*参数配置*中提及的**边缘阈值范围**定义。

使用方法

以下对该模块的使用方法分为前后序模块、主要配置步骤和应用示例这三个方面进行介绍。

前后序模块

在流程中的，*图像滤波*模块对前后序模块无特定要求。

主要配置步骤

在流程中调用*图像滤波*模块后，该模块的主要配置步骤如下：

1. 执行一次流程，使*图像滤波*模块获取*图像源*模块采集的图像。
2. 在*运行参数*页签选择合适的*图像滤波类型*。
3. 在*基本参数*页签设置*基本参数*。
4. （可选）单击该模块配置窗口下方的*执行*或*连续执行*，查看滤波效果。如效果不理想，调整参数取值，直至滤波效果满足需求。

图14-409 图像滤波配置窗口

应用示例

以下示例通过*图像增强*和*图像滤波*模块去除图像噪声，使工件边缘更加清晰平滑。后序通过*轮廓匹配*匹配特征圆环，再将匹配特征传递至*圆查找*，进行同心圆检测。

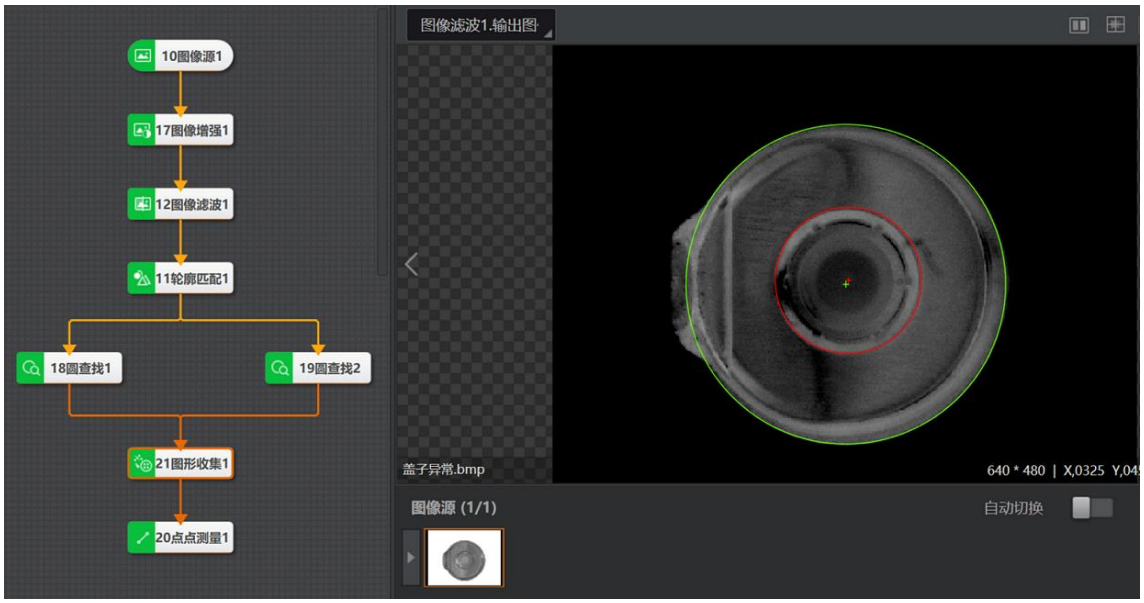


图14-410 同心圆测量前的图像预处理

原图　　图像增强　　图像滤波

图14-411 示例中的图像预处理

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

该模块的运行参数为**图像滤波类型**，具体选项如下：

高斯滤波

属于低通滤波器。可对图像进行平滑，抑制噪声，尤其是高斯噪声。具体原理参见上文*模块原理*中提及的*高斯滤波*。

高斯滤波核

即上文*模块原理*中提及的*图14-412*的大小，取值范围1~101。该值越大，过滤的噪点尺寸越大，丢失的高频信息越多；表现为图像失焦效果越明显，即图像越模糊。

图14-412 原图

图14-413 高斯滤波核为15*15

中值滤波

属于非线性滤波器。可平滑图像，抑制灰度值明显异于背景的噪声。相比均值滤波和高斯滤波，保边能力更强，但耗时更长。

*图14-414*越大（由滤波核高度和宽度定义），过滤的噪点尺寸越大，丢失的高频信息越多；表现为图像失焦效果越明显，即图像越模糊。

滤波核高度

滤波窗口的高度。

滤波核宽度

滤波窗口的宽度。

图14-414 原图

图14-415 中值滤波核为15*15

均值滤波

属于低通滤波器。可对图像进行平滑，抑制噪声。具体原理见上文*模块原理*中提及的***均值滤波***。*图14-416*越大（由滤波核高度和宽度定义），过滤的噪点尺寸越大，丢失的高频信息越多；表现为图像失焦效果越明显，即图像越模糊。

滤波核高度

滤波窗口的高度。

滤波核宽度

滤波窗口的宽度。

图14-416 原图

图14-417 均值滤波核为15*15

取反

该参数详情参见上文*模块原理*中提及的***取反滤波***。

图14-418 原图

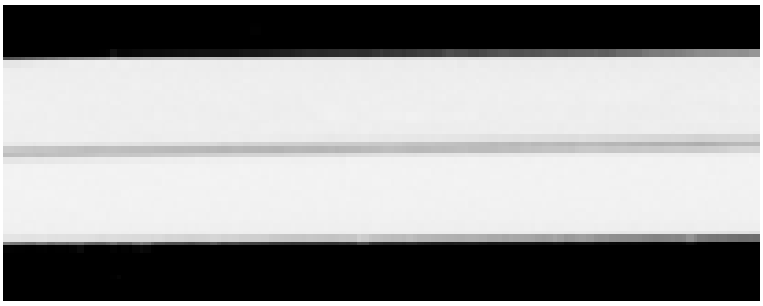


图14-419 取反滤波效果

边缘提取

将图像边缘点的灰度值转换为255，非边缘点灰度值转换为0（即背景）。该算法可提取**边缘阈值范围**内的单像素点边缘。

边缘阈值范围

仅提取边缘梯度阈值大于该值的边缘点。取值范围0~255。
数值越大，抗噪能力越强，得到的边缘数量越少，甚至导致目标边缘点被筛除。

图14-420 原图

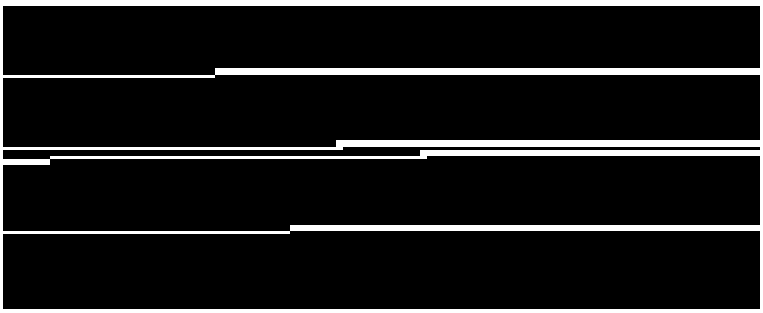


图14-421 阈值范围60~125

模块结果

*图像滤波*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.12.3 形态学处理

*形态学处理*模块主要用来从图像中提取出对描绘区域形状有意义的图像分量，使后续的识别工作能够抓住目标对象最为本质的形状特征，如边界和连通区域等。形态学处理针对的是图像中的白色像素点。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

形态学处理的数学基础是集合论。对图像的形态学处理通过“结构元”实现。可认为“结构元”是一种特殊的滤波器，其对像素的操作并非灰度运算，而是集合运算。
下图中展示了几种不同形状的结构元（无效区域为白色）。

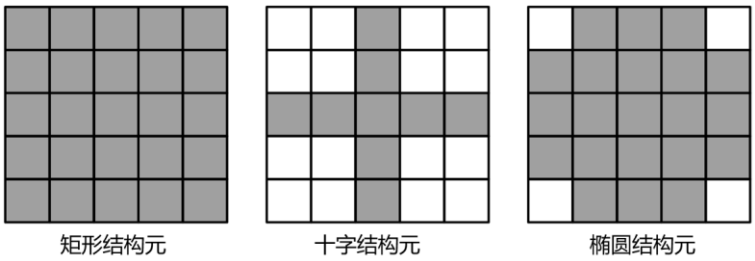


图14-422 结构元形态

该模块处理二值图和灰度图的算法工作原理有所差异。

二值图像形态学处理

腐蚀

在二维空间中的集合A和B，将B（结构元）对A（原始图像）的腐蚀定义为如下公式：

$$A \ominus B = \{z|(B)_z \subseteq A\}$$

图14-423 二值图像腐蚀处理公式

以上公式可描述为当结构元B的锚点在像素z的位置时，结构元B的所有像素均包含于原始图像A。
下图描述了二值图像腐蚀操作的样例：使用3×3的十字形结构元，锚点为对称中心。其中腐蚀结果图中的橙黄色区域将被填充为背景。

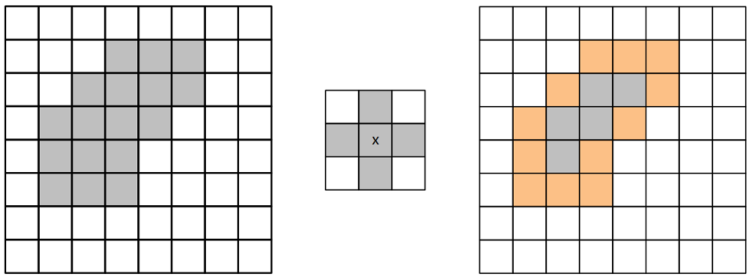


图14-424 二值图像腐蚀结果

膨胀

在二维空间中的集合A和B，将B（结构元）对A（原始图像）的膨胀定义为如下公式：

$$A \oplus B = \left\{z\middle|\left(\hat{B}\right)_z \cap A \neq \emptyset\right\}$$

图14-425 二值图像膨胀处理公式

以上公式中，$\hat{B}$为原始结构元B的反射，当结构元中心对称且锚点位于其集合中心时，B的反射就是其自身。以上公式可描述为当$\hat{B}$在像素z位置时，结构元中至少有一个像素包含于A。
下图描述了二值图像膨胀操作的样例：使用3×3的十字形结构元，锚点为对称中心，反射即为其自身。其中膨胀结果图中的橙黄色区域将被填充为前景。

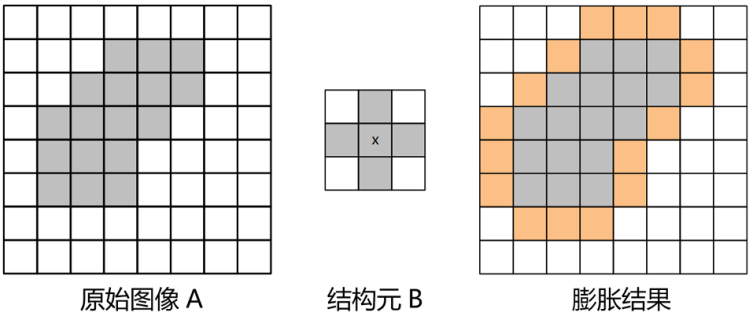


图14-426 二值图像膨胀结果

开处理与闭处理

开处理和闭处理时腐蚀与膨胀处理的组合，在二维空间中的集合A和B，将B（结构元）对A（图像）的开处理定义为如下公式。该公式可理解为先用结构元B对A进行腐蚀，再用结构元B对腐蚀的结果进行膨胀。

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$

图14-427 二值图像开处理公式

B（结构元）对A（图像）的闭处理定义为如下公式。该公式可理解为先用结构元B对A进行膨胀，再用结构元B对膨胀的结果进行腐蚀。

$$A \cdot B = (A \oplus B) \ominus B$$

图14-428 二值图像闭处理公式

开处理和闭处理的效果参考*图14-429*。使用的结构元为5×5的矩形结构元。在二值图像中使用开/闭操作时，都能平滑边缘。但开操作和闭操作的对细节的处理却相反，开操作将细节前景归纳为背景，闭操作则将细节背景填充为前景。

灰度图像形态学处理

由于灰度图像的灰度值不限于0和1两个值，将形态学处理从二值图像推广至灰度图像时，其定义发生了一定变化。首先，灰度级的加入使得结构元的有效区域可能存在不同的灰度值，进而衍生出“非平坦”和“平坦”两种结构元。

平坦结构元是指有效结构元区域内所有像素灰度值相等的结构元。如果像素灰度值不相等，则为非平坦结构元。下图展示了两种结构元的灰度及其剖面情况。

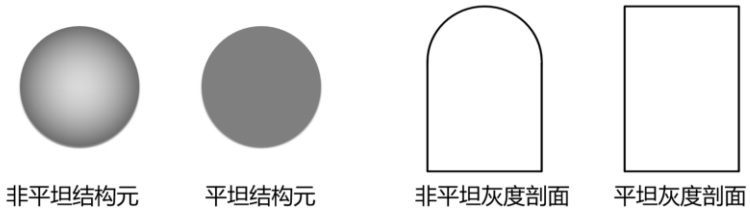


图14-429 非平坦结构元和平坦结构元

说明

灰度形态学处理主要使用平坦结构元，非平坦结构元应用极少。以下主要介绍平坦结构元的形态学处理。

腐蚀

由于图像和结构元像素灰度值均不限于0~1。灰度结构元b对一幅灰度图像f的腐蚀处理定义为如下公式。

$$[f \ominus b](x,y) = \min_{(s,t)\in b}\{f(x+s,y+t) - b(s,t)\}$$

图14-430 灰度图像腐蚀处理公式

其中b(s,t)为结构元中坐标为(s,t)处的灰度值。当结构元平坦时，b(s,t)不变，则平坦结构元的腐蚀定义为如下公式。即寻找结构元有效范围内的灰度极小值，用于替换结构元锚点所在的图像坐标的像素灰度值。从实现结果上看，与特殊形状模板的极小值滤波等价。

$$[f \ominus b](x,y) = \min_{(s,t)\in b}\{f(x+s,y+t)\}$$

图14-431 平坦结构元腐蚀定义

膨胀

与腐蚀相似，灰度结构元b对一幅灰度图像f的膨胀处理定义为：

$$[f \oplus b](x,y) = \min_{(s,t)\in b}\{f(x-s,y-t) + b(s,t)\}$$

图14-432 灰度图像膨胀处理公式

其中b(s,t)为结构元中坐标为(s,t)处的灰度值，当结构元平坦时，b(s,t)不变，则平坦结构元的膨胀定义为如下公式，即寻找结构元有效范围内的灰度极小值，用于替换结构元锚点所在的图像坐标的像素灰度值。从实现结果上看，与特殊形状模板的极大值滤波等价。

$$[f \oplus b](x,y) = \min_{(s,t)\in b}\{f(x-s,y-t)\}$$

图14-433 灰度图平坦结构膨胀定义

说明

灰度图像的膨胀处理同样需要先对结构元求反射。

开处理与闭处理

灰度图像的开处理和闭处理定义与二值图像的一致，结构元b对灰度图像s的开处理和闭处理定义分别为：

$$f \circ b = (f \ominus b) \oplus b$$

图14-434 灰度图像开处理公式

$$f \cdot b = (f \oplus b) \ominus b$$

图14-435 灰度图像闭处理公式

灰度图像的开处理和闭处理的效果参考*图14-436*，使用的结构元为5×5的矩形结构元。开处理将削弱亮特征，但不影响暗特征和背景；相反，闭处理则将削弱按特征，但不影响亮特征和背景。开闭处理对亮暗特征的削弱程度取决于平坦结构元的尺寸。

使用方法

前后序模块

在流程中，*形态学处理*的：

- 前序模块一般为*图像源*。该模块可为*形态学处理*提供原图输入。也可为*图像二值化*等其他图像处理模块。
- 后序模块一般为识别、定位、测量以及图像处理等类别的模块。

应用示例

下图展示了通过组合调用*图像二值化*、*形态学处理*、*DL 读码*等模块，实现二维码稳定读取的应用示例。

图14-436 形态学处理应用示例

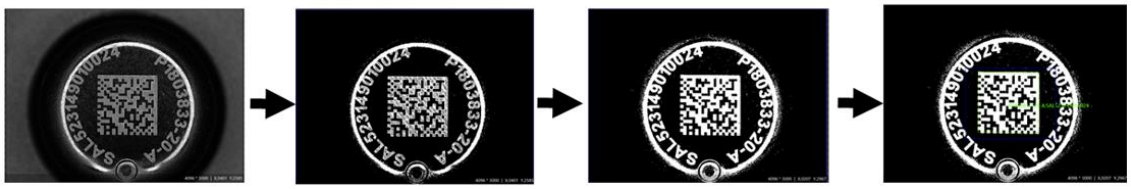


图14-437 该应用的效果示例

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

参数	描述
形态学类型	设置形态学处理的类型，包括**膨胀**、**腐蚀**、**开**和**闭**，分别对应上文*模块原理*中提及膨胀、腐蚀、开处理和闭处理 效果比对示例，请参见下文*图14-438*

参数	描述
形态学形状	具体指滤波核的形状，即上文*模块原理*中提及的结构元形态，包括矩形、椭圆形和十字形。 运算结果图像轮廓会和形态学形状比较相似
迭代次数	指一次形态学处理过程中对原图像进行的操作次数，迭代次数越多，效果越明显，但不宜过多 ● 膨胀迭代次数过多容易导致黑色区域过小 ● 腐蚀迭代次数过多容易导致黑色区域过大
核宽度/高度	结构元的宽度和高度，加大该值会使形态学处理的效果更佳明显

图14-438 不同类型形态学处理的效果对比

模块结果

*形态学处理*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.12.4 图像增强

*图像增强*模块可对退化的图像特征，如边缘、轮廓、对比度等进行预处理，以改善图像的视觉效果，突出图像的整体或局部特征。处理后的图像中的"有用"信息更突出，有利于后序的图像分析处理。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块的图像增强算法包括锐化、对比度调节、Gamma调节和亮度校正。

锐化

计算出图像中每一点与周围领域均值的差异。然后对这种差异使用锐化强度进行放大。最后将这种放大的差异添加至原图上，得到锐化之后的图像。
此处提及的"周围领域"大小，可通过下文*参数配置*中的**锐化核**调整。

对比度

假定图像中的所有像素点的灰度值都在某个均值的附近波动。将波动的幅度变大，图像特征的明暗差异也就更大。明暗差异增大后，更容易区分图像中的信息。
此处提及的"波动"的幅度，可通过下文*参数配置*中的**对比度系数**调整。

Gamma

将图像的像素值归一化到单位1，并使用伽马曲线对图像进行映射。再反归一化到原始的像素范围。
此处提及的"伽马曲线"的曲度，可通过下文*参数配置*中提及的**Gamma**定义。该参数取不同值时的曲线见下图。

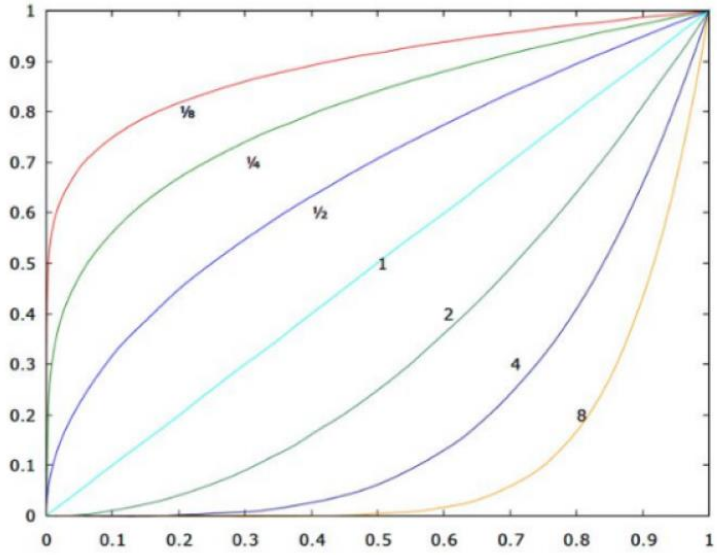


图14-439 Gamma不同取值对应的伽马曲线

亮度校正

通过线性变换对图像中的每一点的灰度值进行计算。具体计算公式为：

$$dst[i] = src[i] * gain + offset$$

图14-440 亮度校正计算公式

该公式中：

- src[i]表示输入图像的当前灰度值
- dst[i]表示输出图像的当前灰度值，其值被界定在[0,255]范围内
- gain表示亮度校正增益
- offset表示亮度校正补偿

使用方法

以下对该模块的使用方法分为前后序模块、主要配置步骤和应用示例这三个方面进行介绍。

前后序模块

在流程中的，*图像增强*模块对前后序模块无特定要求。

应用示例

以下示例通过*图像增强*模块增强原图像对比度，使圆环外的细线圆更清晰。之后将处理后的图片传给*圆查找*，即可稳定检测细线圆。

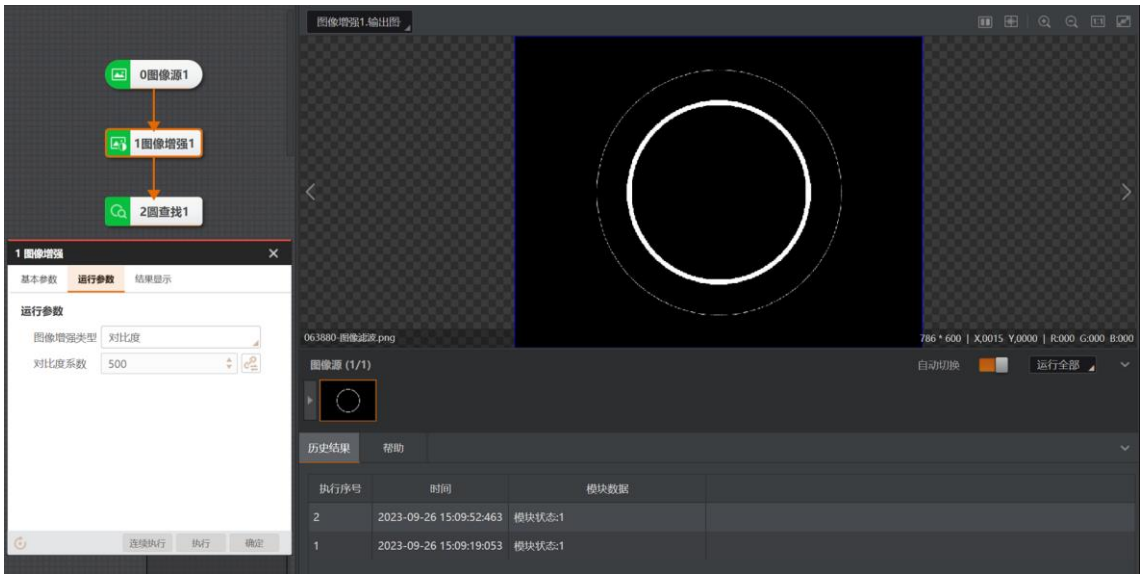
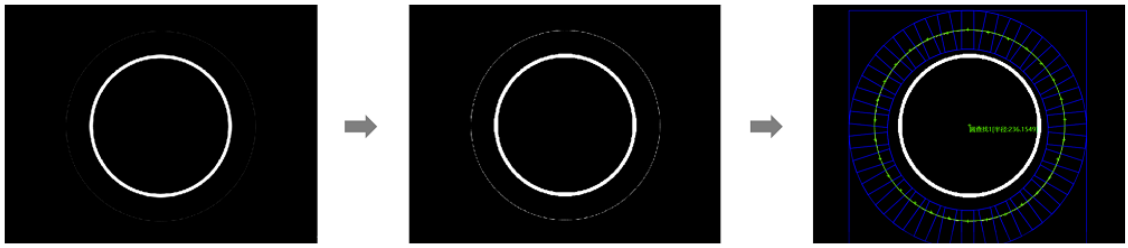


图14-441 检测外圈细线圆



原图像（外圈圆不明显）　　图像增强（提高对比度）　　【圆查找】检测外圈圆

图14-442 效果展示

参数配置

该模块的运行参数为**图像增强类型**。不同增强类型的效果对比请参考下图。

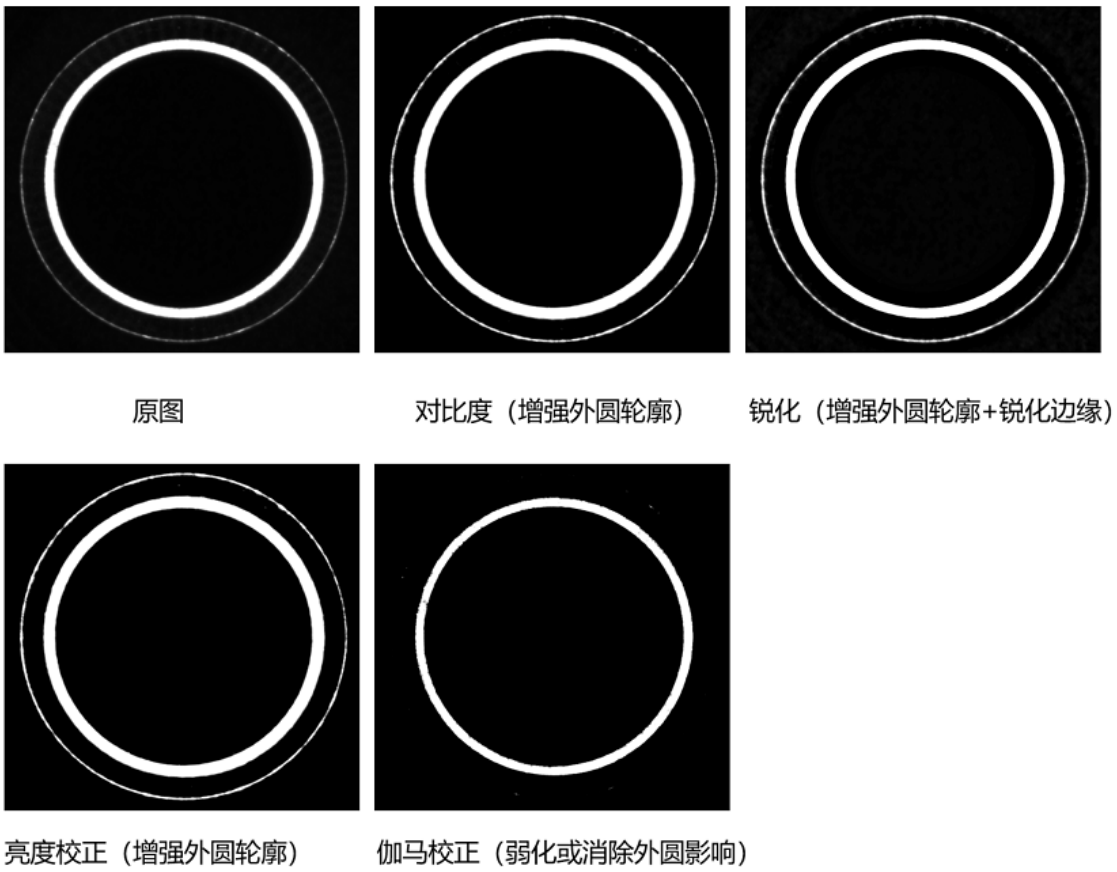


图14-443 图像增强效果对比

锐化

图像锐化可突出图像上目标物体的边缘轮廓或某些线性目标要素的特征。

锐化强度

锐化系数，100表示系数为1，0表示不进行锐化处理。该值越大，锐化效果越明显。

锐化核大小

对应上文*模块原理*中提及的目标像素点*周围领域*的大小。取值范围1~51。

对比度

图像对比度即图像颜色和亮度差异。对比度越大，图像中目标对象与周围差异性越大。

对比度系数

控制对比度的调节系数，100表示不进行调节；大于100对比度增加，小于100对比度降低 。

Gamma

对图像进行非线性色调编辑。检出图像信号中的深色部分和浅色部分，并使两者比例增大，从而提高图像对比度效果。

Gamma

Gamma值在 0~1 之间，图像暗处亮度提升。Gamma值在1~4之间，图像暗处亮度下降 。

亮度校正

如果图像曝光时间过长/不足导致图片过亮或过暗，可进行亮度矫正。

增益

提高图像画面整体像素亮度。默认值为0，取值范围0~100。

亮度校正补偿

提高或降低画面整体像素亮度。默认值为0，取值范围-255~255。

模块结果

*图像增强*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.12.5 阴影校正

*阴影校正*模块可对光照不均匀图像进行光照校正，弱化光照阴影的影响。
本节内容包含：

- *模块原理*

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

阴影校正是一种计算“输入和背景的差值”图像的算法，同时可选择屏蔽指定方向的纹理背景。下图示例中屏蔽了Y方向的栅线纹理。

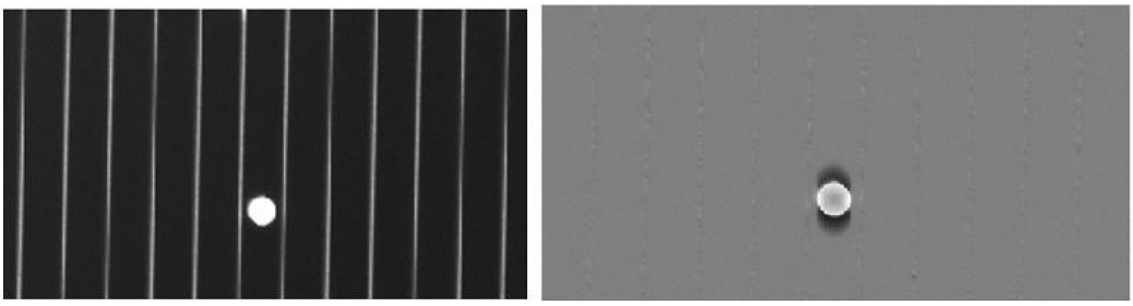


图14-444 阴影校正效果

该模块的算法工作流程如下：

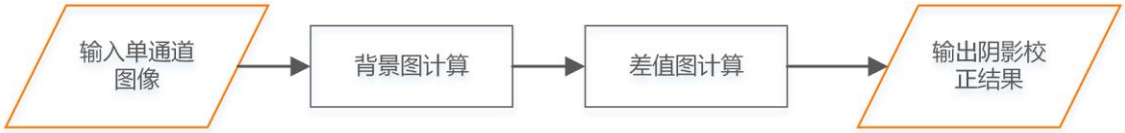


图14-445 算法工作流程

背景图计算

采用均值滤波方式计算背景图。

- 当方向为X方向时，滤波窗口尺寸为(kernel_size,1)。
- 当方向为Y方向时，滤波窗口尺寸为(1,kernel_size)。
- 当方向为XY方向时，滤波窗口尺寸为(kernel_size, kernel_size)。

此处的变量kernel_size表示滤波核尺寸，可通过下文*参数配置*中提及的**滤波尺寸**配置。

差值图计算

- 当目标图像灰度值大于背景灰度值，需降低亮噪声。此时差值图像逐像素计算公式如下：

$$Dst(i,j) = gain * (src(i,j) - back(i,j) - noise) + offset$$

图14-446 计算公式（目标图像灰度值大于背景）

- 当目标图像灰度值小于背景灰度值，需降低暗噪声。此时差值图像逐像素计算公式如下：

$$Dst(i,j) = gain * (src(i,j) - back(i,j) + noise) + offset$$

图14-447 计算公式（目标图像灰度值小于背景）

以上两个公式中：

- Dst(i,j)表示结果图像第i行j列的像素点的灰度值。
- src(i,j)表示原图像第i行j列像素点的灰度值。

- back(i,j)表示背景图第i行j列像素点的灰度值。
- gain表示增益；noise表示噪声；offset表示亮度校正补偿。

此处的变量gain、noise和offset，分别可通过下文*参数配置*中提及的**增益/噪声**和**亮度校正补偿**配置。

使用方法

*阴影校正*模块对其在流程中的前后序模块无特定要求，符合图像处理逻辑即可。
以下应用示例中，通过*阴影校正*将光照不均匀且带有字符的图片进行阴影校正，再将校正后图像输出给*DL 字符识别*识别字符。

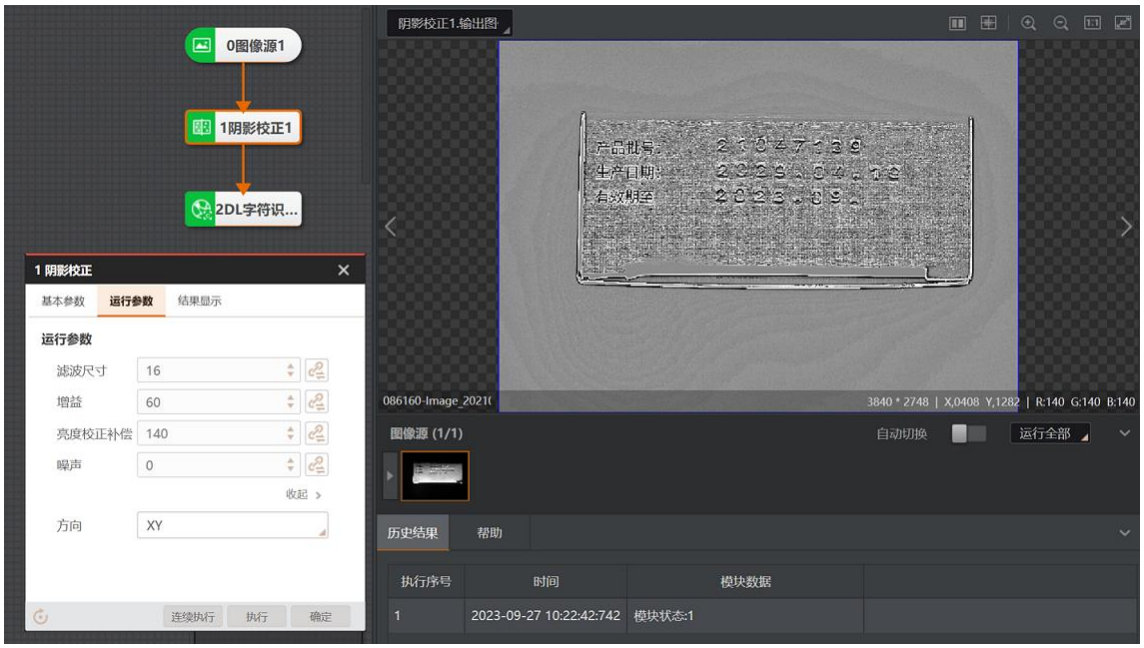


图14-448 应用示例：字符检测

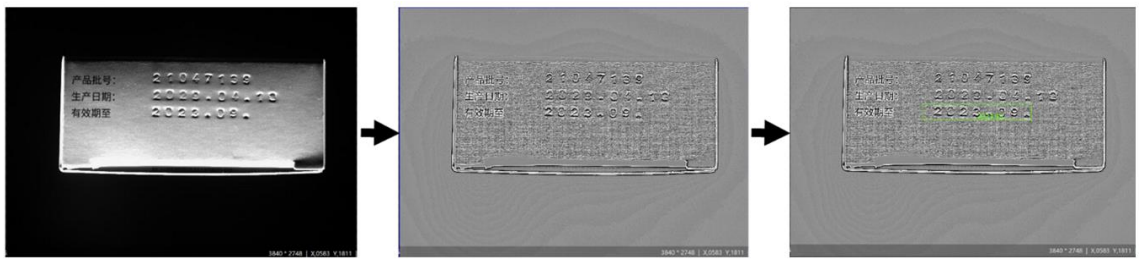


图14-449 字符图像阴影校正效果

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

表14-52 运行参数

参数	描述
滤波尺寸	滤波核的大小，取值范围1~50。滤波核越大滤波越平滑
增益	增强前景目标，取值范围0~100
亮度校正补偿	对图像整体灰度水平进行调整，取值越高图片整体灰度越高，取值范围0~255
噪声	干扰像素灰度阈值，取值范围0~255。灰度值低于该值的像素点，其灰度值将被置为0
方向	包括“X”、“Y”以及“XY”3种方向，表示滤波核的方向

模块结果

*阴影校正*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.12.6 图像组合

*图像组合*模块主要用于对图像进行一定顺序的复杂处理，使之符合检测、定位、识别和清晰度评估等业务场景的图像要求。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

*图像组合*将*形态学处理*、*图像二值化*、*图像滤波*、*图像增强*和*阴影校正*这5种图像处理模块任意组合，对图像进行预处理并输出处理后的图像。

使用方法

从*图像源*模块订阅需要进行处理的图像后，按顺序启用适当的图像组合类型，并设定相应的运行参数，并单击*执行*。

图14-450 图像组合配置

参数配置

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 运行参数详情，请参见*图像二值化*、*形态学处理*、*图像滤波*、*图像增强*、*阴影校正*等相关模块。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模块结果

*图像组合*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

中间图像

中间图像数据

image型，代表图像组合过程中产生的中间图像所对应的二进制数据。

中间图像宽度

int型，代表中间图像的宽度，一般单位为像素。

中间图像高度

int型，代表中间图像的高度，一般单位为像素。

中间图像像素格式

int型，代表中间图像的像素格式，17301505代表黑白图片， 35127316代表彩色图片。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

14.12.7 图像归一化

*图像归一化*可对图像的灰度分布按照规则进行调整，以增强图像局部细节。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*

- *模块结果*

模块原理

该模块包含*直方图均衡化*、*直方图归一化*和*均值标准差归一化*三类算法。

直方图均衡化

直方图均衡化假设每一像素值在直方图上分布概率相同，则每一灰度级经过均衡化后的计算公式如下。其中：

- k表示每一级灰度值，取值范围为：0~255。
- n_j表示灰度级为k时的累计像素和，n为输入图像的像素总数。

$$S_k = \sum_{j=0}^{k} \frac{n_j}{n}$$

图14-451 直方图均衡化计算公式

直方图归一化

直方图归一化的算法工作流程如下所示。

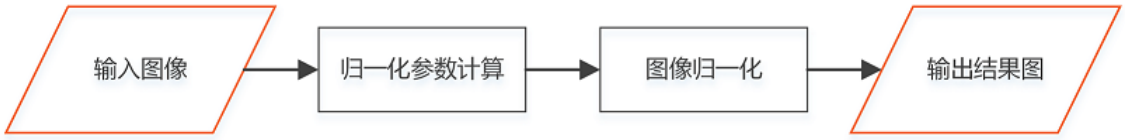


图14-452 算法工作流程

1. 计算归一化参数。具体分为如下两个子步骤。
   a. 根据预设的灰阶左端像素数量占比（left_scale）和右端像素数量占比（right_scale），计算左端像素级（LeftPos）和右端像素级（RightPos），如下图所示。

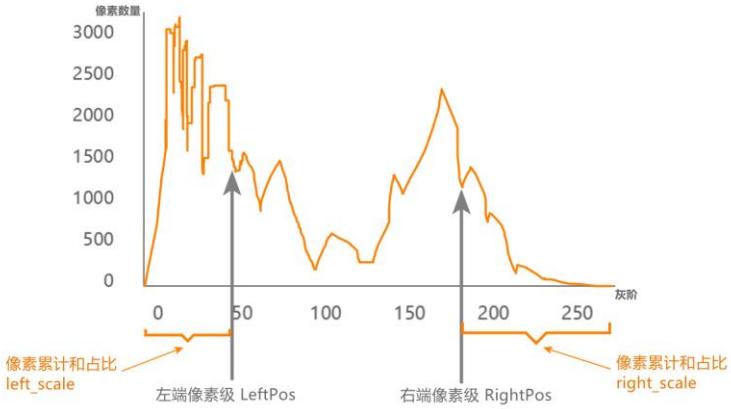


图14-453 左右端像素级计算

   b. 根据计算的左右端像素值，分别按如下公式计算图像归一化的参数scale（归一化系数）和offset（归一化偏移值）。公式中MinPos和MaxPos分别为预设的灰度值范围的最小值和最大值。

- scale=(MinPos-MaxPos)/(LeftPos-RightPos)
- offset= MaxPos- RightPos*scale

2. 进行图像归一化，具体为：
将计算出的scale和offset代入如下公式，计算目标图像像素值。其中DstGray(i,j)表示输出图像第i行j列像素值，SrcGray(i,j)表示输入图像第i行j列像素值。
DstGray(i,j)= SrcGray(i,j)*scale+offset

均值标准差归一化

均值标准差归一化的算法工作流程和*直方图归一化*的基本相同，区别在于归一化参数的计算方式。

1. 计算归一化参数sale（归一化系数）和offset（归一化偏移值），计算公式分别如下。
   - scale=SetStd/SrcStd
   - offset=SetMean-scale*SrcMean
   公式中，SetStd和SetMean分别表示预设的标准差和均值；SrcStd和SrcMean分别表示输入图像像素的标准差和均值。
2. 进行图像归一化，具体为：
将计算出的scale和offset代入如下公式，计算目标图像像素值。公式中，DstGray(i,j)表示输出图像第i行j列像素值，SrcGray(i,j)表示输入图像第i行j列像素值。
DstGray(i,j)= SrcGray(i,j)*scale+offset

使用方法

该模块对前后序模块无特定要求，一般前序模块为*图像源*。

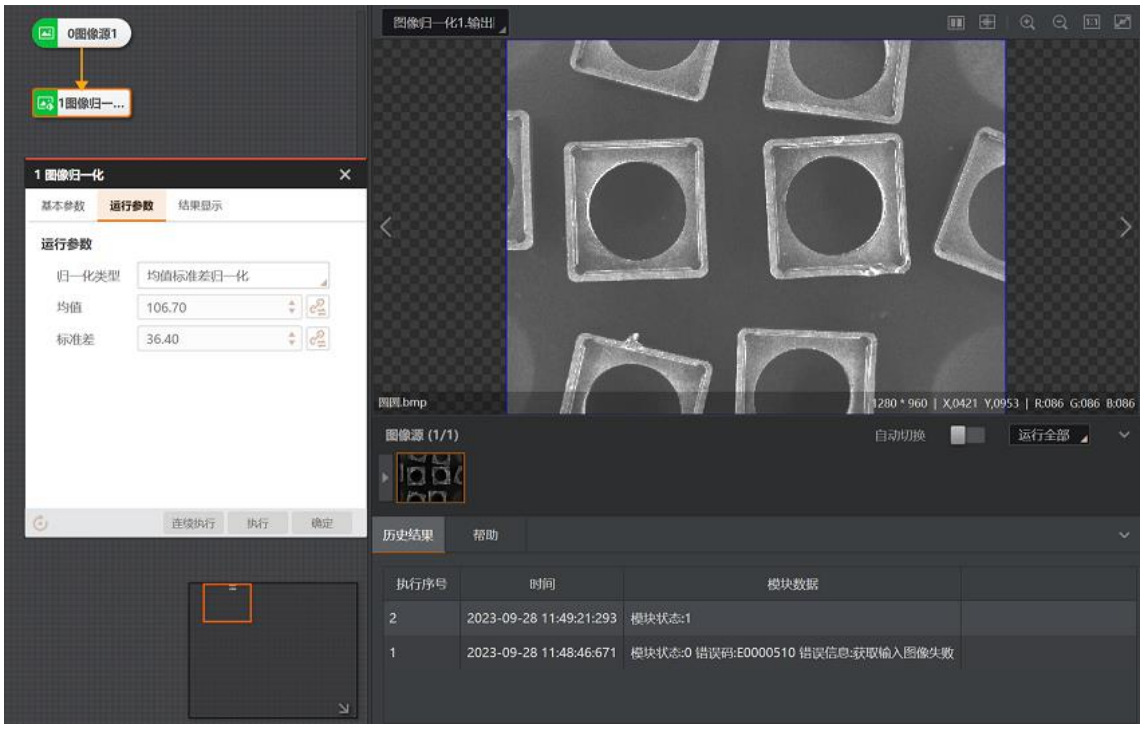


图14-454 示例

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

直方图均衡化

通过灰度直方图将图像灰度调整均匀。该方法可增强局部细节和对比度。具体原理见上文*模块原理*中的*直方图均衡化*。

图14-455 原图

图14-456 直方图均衡化效果

直方图归一化

在指定直方图范围内进行图像归一化。该方法可增强图像局部细节和对比度，相比**直方图均衡化**调参更灵活。具体原理见上文*模块原理*中的、*直方图归一化*。

左端比例

即上文*模块原理*中提及的灰阶左端像素数量占比（left_scale）。

右端比例

即上文*模块原理*中提及的灰阶右端像素数量占比（left_scale）。

灰度值范围

对应除去**左端比例**和**右端比例**的直方图灰阶范围。

图14-457 原图

图14-458 直方图归一化效果

均值标准差归一化

指定直方图标准差和均值进行图像归一化，增强局部细节和对比度。具体原理见上文*模块原理*中的*均值标准差归一化*。

均值

图像数据的平均值，可以影响均衡标准差归一化结果。 目标均值越大，灰度转换系数越大。

标准差

图像数据的标准差，可以影响均衡标准差归一化结果。 目标均值越大，灰度变换偏移系数越大。

图14-459 原图

图14-460 均值标准差归一化效果

模块结果

*图像归一化*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.12.8 图像运算

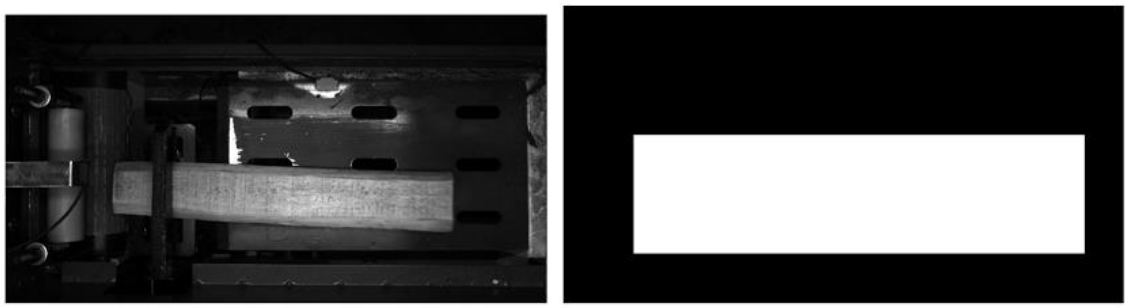
图像运算指对输入图像进行常见的逻辑和数据运算。逻辑运算包括与、或、异或等。数据运算包括加、

减、乘、除、取最大、取最小等。图像运算在图像处理领域具有广泛的运用。例如，图像减操作可以检测同一场景或物体的不同图片之间的误差，图像加操作可降低图像中的随机噪声。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用限制*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

针对两张大小和分辨率相同的输入图像，该模块可对相同像素位置的两个灰度值进行算术运算，全图运算后得到新的图像。
以下示例中，该模块对输入的两张图像（一张灰度图，一张掩膜图）进行**两者取最小**运算，得到一张只保留感兴趣区域的灰度图。



(a)输入灰度图　　(b)输入掩膜图

(c)取最小值计算后结果

图14-461 “两者取最小”效果示例

使用限制

表14-53 使用限制

限制类型	描述
运算范围	该模块仅支持对图像进行全图运算，即无法指定ROI处理ROI范围内的图像。

限制类型	描述

图像类型	• V4.3.1之前版本：该模块仅可输入两张灰度图。
	• V4.3.1起：该模块可输入的图像类型取决于**运算类型**参数取值（具体参见下文*表14-53*）。
	  ○ 如果将该参数设置为**两者最小值**，则可输入一张Mono8灰度图和一张RGB24彩色图。
	  ○ 如果将该参数设置为其他取值，则仅可输入两张灰度图。

使用方法

前后序模块

在流程中，该模块的：

- 前序模块一般为两个*图像源*，提供两张图像输入。
- 后序模块无特定要求。

应用示例

以下应用示例将输入的两张图像进行**加运算**，使外圆与内圆环更清晰。

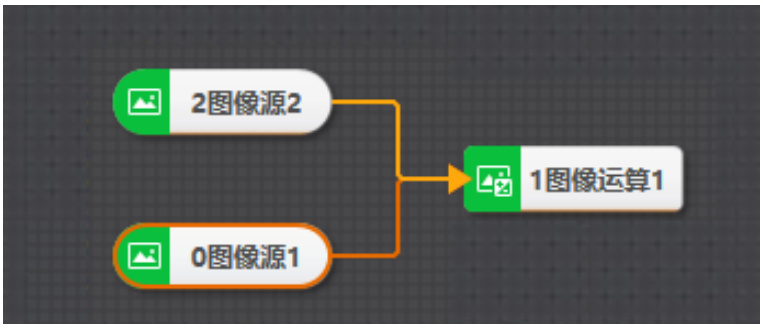


图14-462 流程示例

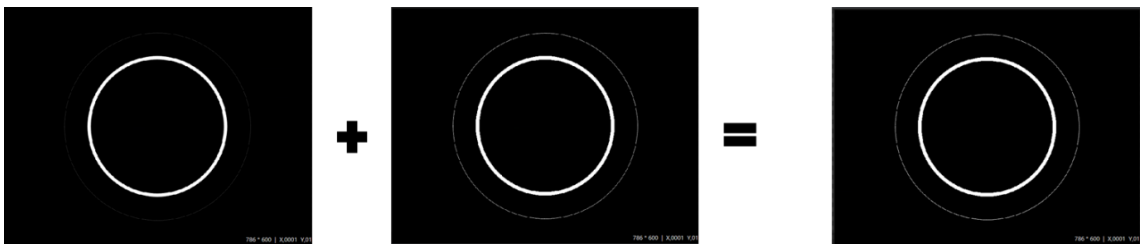


图14-463 加运算效果

参数配置

以下仅介绍该模块的**图像输入**参数和*图像运算类型*参数。其他参数详情请参见*基本参数*。

表14-54 图像输入参数

参数	描述
输入源1/2	订阅图像源，需确保**输入源1**和**输入源2**是两张大小一样的图片，即分辨率一致

参数	描述
图像权重1/2	当进行灰度值乘法计算时，**输入源1**与**输入源2**的灰度值各自占的权重系数，分别对应下表中的k1和k2。仅在选择对应的运算类型时显示
图像补偿1/2	对应下表中的C。仅在选择对应的运算类型时显示

表14-55 图像运算类型

序号	运算类型	描述
1	图像加	输入两张图逐像素相加得到目标图像
2	图像减	输入两张图逐像素相减得到目标图像
3	图像绝对差	输入两张图逐像素差值取绝对值得到目标图
4	两者最大值	输入两张图逐像素取最大值得到目标图
5	两者最小值	输入两张图逐像素取最小值得到目标图
6	两者均值	输入两张图像逐像素计算均值得到目标图
7	图像与	输入两张图像逐像素与运算，结果大于0为255，否则为0，得到目标图像
8	图像或	输入两张图像逐像素或运算，结果大于0为255，否则为0，得到目标图像
9	图像异或	输入两张图像逐像素对比，若不同时为0，则目标像素值为255，否则为0，得到目标图像
10	k1*I1+k2*I2+C	逐像素对图像1乘以K1，图像2乘以K2后相加再加常数C得到目标图像
11	k1*I1+C	逐像素对输入图像1乘以K1再加常数C得到目标图像
12	I1+C	逐像素对输入图像1加常数C得到目标图像
13	I1-C	逐像素对输入图像1减常数C得到目标图像
14	C-I1	逐像素使用常数C减图像1得到目标图像
15	两幅图像乘	输入两张图逐像素相乘得到目标图像
16	两幅图像除	输入两张图逐像素相除得到目标图像
17	I1/C	逐像素对输入图像1除以常数C得到目标图像
18	C/I1	逐像素使用常数C除以图像1得到目标图像
19	I1&&C	逐像素对输入图像1和常数C与运算，结果大于0为255，否则为0，得到目标图像
20	I1||C	逐像素对输入图像1和常数C或运算，结果大于0为255，否则为0，得到目标图像
21	I1^C	逐像素对输入图像1和常数C异或运算，结果大于0为255，否则为0，得到目标图像

序号	运算类型	描述
22	图像和常数最大值	逐像素对输入图像1和常数C取最大值得到目标图像
23	图像和常数最小值	逐像素对输入图像1和常数C取最小值得到目标图像
24	图像和常数均值	逐像素对输入图像1和常数C取最均值得到目标图像
25	|I1-C|	逐像素对输入图像1和常数C差值取绝对值得到目标图像
26	两幅图像与非	输入两张图像逐像素与运算，结果大于0为0，否则为255，得到目标图像
27	两幅图像或非	输入两张图像逐像素或运算，结果大于0为0，否则为255，得到目标图像
28	!(I1&&C)	逐像素对输入图像1和常数C与运算，结果大于0为0，否则为255，得到目标图像
29	!(I1||C)	逐像素对输入图像1和常数C或运算，结果大于0为0，否则为255，得到目标图像
30	(I1-(I2+C))>=0?255:0	逐像素对图像2加常数C，若小于图像1像素值，则目标像素为255，否则为0
31	(I1-(I2+C))>=0?0:255	逐像素对图像2加常数C，若小于图像1像素值，则目标像素为0，否则为255

模块结果

*图像运算*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.12.9 图像修正

*图像修正*模块可搭配*轮廓匹配*/*灰度匹配*和*位置修正*模块使用，对产线上摆放位姿存在变动的物体在图像上进行位姿纠偏。
本节内容包含：

- *使用场景*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用场景

产线上被传送的物体可能发生位置偏移，如下图所示。

图14-464 场景示例

拍摄到的物体在图像中发生位置偏移时，需要对物体图像进行纠偏，保证后续定位处理的准确性。

使用方法

*图像修正*模块的前序模块为*图像源*和*位置修正*，后者为*图像修正*输入位置修正信息。

下图示例中：

- *轮廓匹配*定位样本，并将位置信息输出至*位置修正*。

  说明

  *轮廓匹配*中建议通过标准图像创建模板，以保证后序*位置修正*输出准确的位置修正信息。
- *位置修正*输出位置修正信息至*图像修正*。
- *图像修正*根据位置修正信息将图像中的物体进行位置修正。

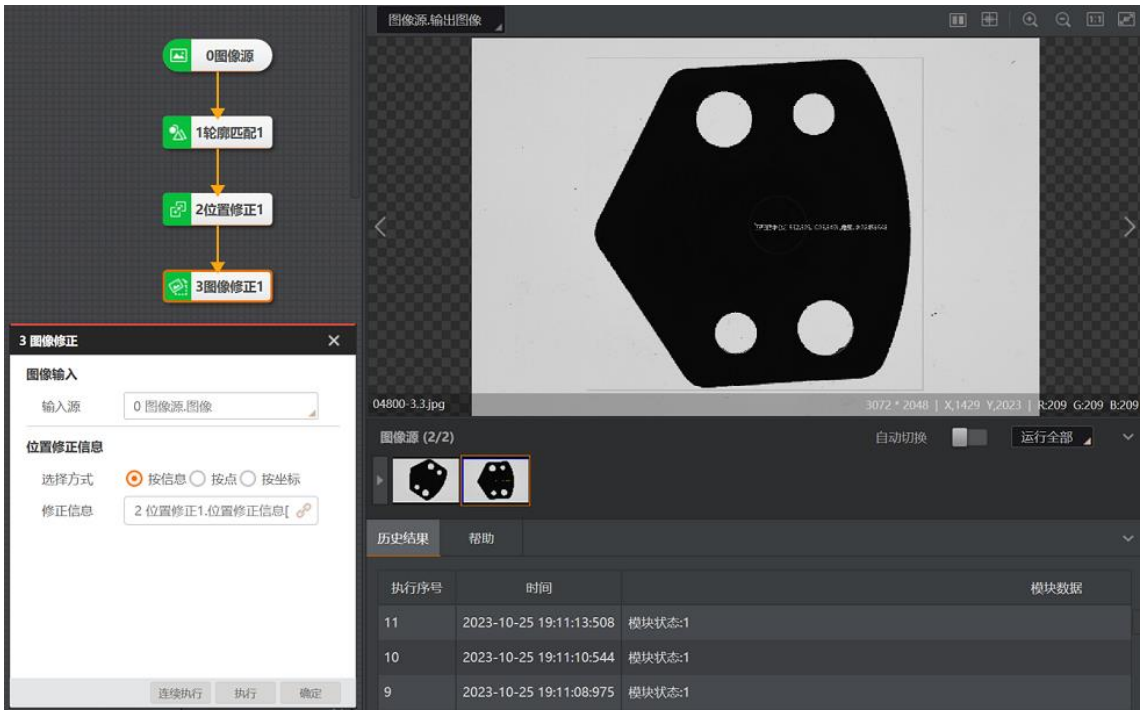
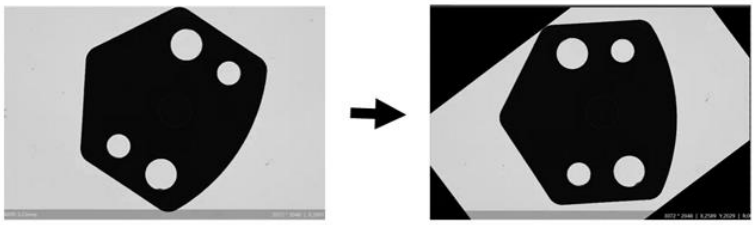


图14-465 应用示例

修正样本



修正前　　修正后

图14-466 图像修正效果示例

参数配置

表14-56 参数详情

参数	描述
按信息	通常直接绑定*位置修正*中的修正信息
按点	订阅前序模块输入的基准点、基准角度、运行点、运行角度
按坐标	基准点与运行点的坐标都可自定义。当需要对图像进行旋转时可以选择该方式，例如需将一张分辨率为2000*1000的图像顺时针旋转90°时，可参照下图设置

图14-467 按坐标修正配置示例

模块结果

*图像修正*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

14.12.10 仿射变换

通过*仿射变换*模块可对图像进行剪裁缩放、镜像翻转和平移处理。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

*仿射变换*模块的仿射算法类型包括*剪裁缩放*、*平移*和*镜像*。

剪裁缩放

剪裁缩放算法工作流程如下：

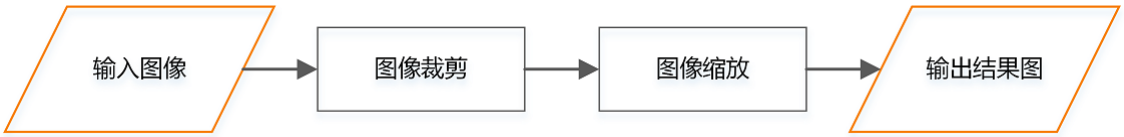


图14-468 算法工作流程

1. 进行图像剪裁。即先计算ROI内目标物体的最小外接矩形，再将外接矩内的图像裁剪出来，如下图所示。
   裁剪后图像的宽高和最小外接矩形宽高对应。若外接矩形一部分在图像外部，则需要根据预设的填充方式和填充值进行填充。具体填充方式见下文的*参数配置*。

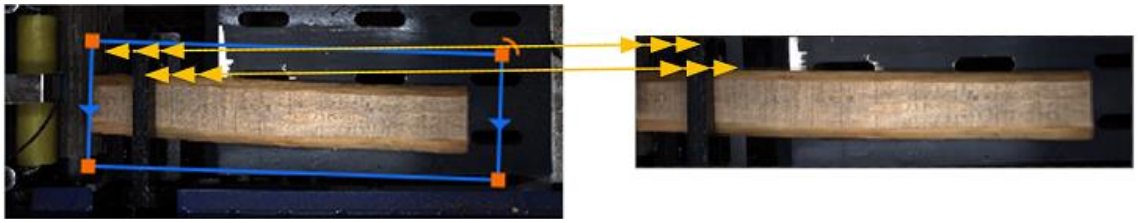


图14-469 像素对应示意

2. 进行图像缩放。即缩放需要输出的目标图像尺寸，计算公式如下。
其中CropH、CropW表示裁剪后图像的高度和宽度；DstH、DstW表示输出目标图像的高度和宽度；scale表示设置裁剪缩放的尺度；aspect表示设置的宽高比。

$$DstH = CropH * scale$$
$$DstW = CropW * scale * aspect$$

图14-470 图像缩放计算公式

平移

平移包括X和Y方向平移，实现原理为将像素矩阵整体向X或Y方向平移，移动区域使用0填充。

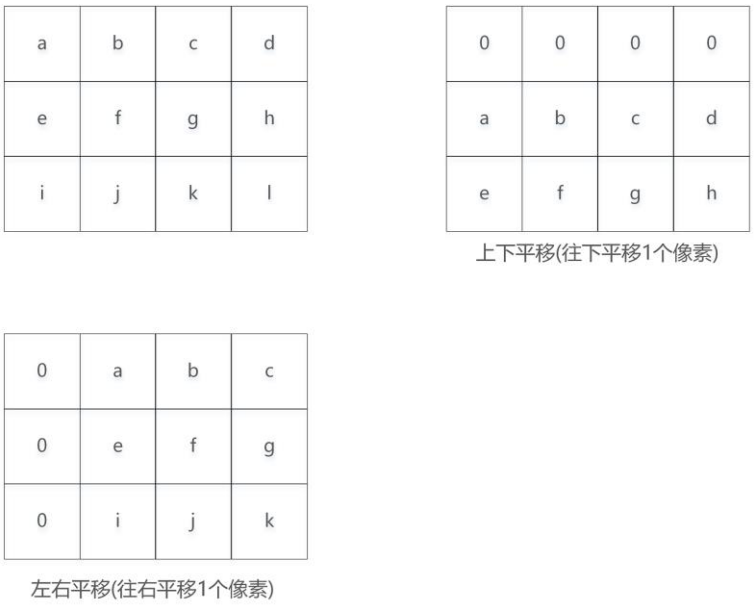


图14-471 图像平移原理

镜像

包括水平镜像、垂直镜像、水平垂直镜像。

说明

水平垂直镜像表示先水平镜像后再垂直镜像，故本文仅介绍水平镜像和垂直镜像。

水平镜像指将输入图像的像素矩阵左右翻转；垂直镜像指将像素矩阵上下翻转，翻转原理示意图如下。

图14-472 镜像原理示意

使用方法

*仿射变换*在流程中的前序模块为*图像源*。执行一次流程后即可对*图像源*模块输入的图像进行仿射变换。

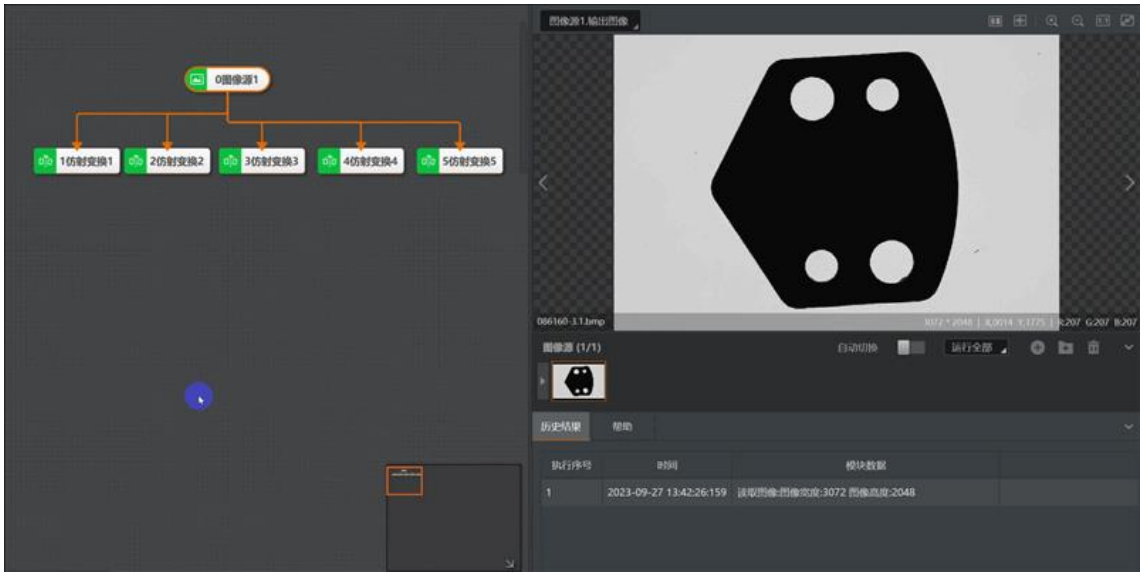


图14-473 效果示例

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

可配置的运行参数随**仿射变换类型**选择而变化，具体见如下表格。

说明

无论选择哪种**仿射变换类型**，均可启用/关闭**锁定输出尺寸**。启用后，可设置宽高限制输出图像的尺寸。

表14-57 仿射变换类型为剪裁缩放时

参数	描述
尺度	图像缩放系数
宽高比	图像宽度与高度的比值
插值方式	可选**最邻近和双线性** ● **最邻近**：选取最邻近的像素点进行插值计算 ● **双线性**：先对X轴左右最邻近的像素点进行差值计算，然后对Y轴上下最邻近的像素点进行差值计算
填充方式	旋转矩阵超出图像边界部分的灰度值填充方式，可选**常数**或**临近复制**，**临近复制**表示使用相邻像素点的灰度值进行填充
填充值	**填充方式**设置为**常数**时，通过该参数设置具体填充的灰度值

表14-58 仿射变换类型为镜像时

参数	描述
镜像方向	可选择**水平**、**垂直**或**水平垂直**

表14-59 仿射变换类型为平移时

参数	描述
X移动距离	取值为正数时图像向左平移，负数时图片向右平移
Y移动距离	取值为正数时图片向上平移，负数时图片向下平移

模块结果

*仿射变换*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.12.11 逆仿射变换

*逆仿射变换*模块可将输入图像映射到特定底图的矩形ROI之中。该模块用于将*仿射变换*剪裁之后的图像放回至原图对应位置。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

*逆仿射变换*模块的算法工作流程主要包括如下两步。

1. 根据逆仿射输入的图像的区域（相当于一个矩形）与底图ROI（另一个矩形）可以计算从输入图像映射到ROI区域的变换尺度、角度以及位置偏移。
2. 通过这些变换关系可以描述从输入图像中的点到ROI中的点的映射关系，即：

$$P^{ROI} = \mathrm{H}P^{I}$$

图14-474 映射关系计算公式

其中，P^{ROI}是ROI中的点的坐标，P^{I}是输入图像中点的坐标，H即两者的映射关系。
ROI内各点的灰度值与输入图像中对应点的灰度值相同，即ROI中各点坐标对应的灰度值与输入图像中对应点坐标的灰度值相同。根据该关系计算ROI区域的所有坐标的灰度值，便可实现将输入图像映射到底图ROI中。

使用方法

*逆仿射变换*模块的前序模块为*仿射变换*。两者搭配可将*仿射变换*裁剪的图像放到空白图片上或原图对应位置，以便后序模块更好地处理图像。

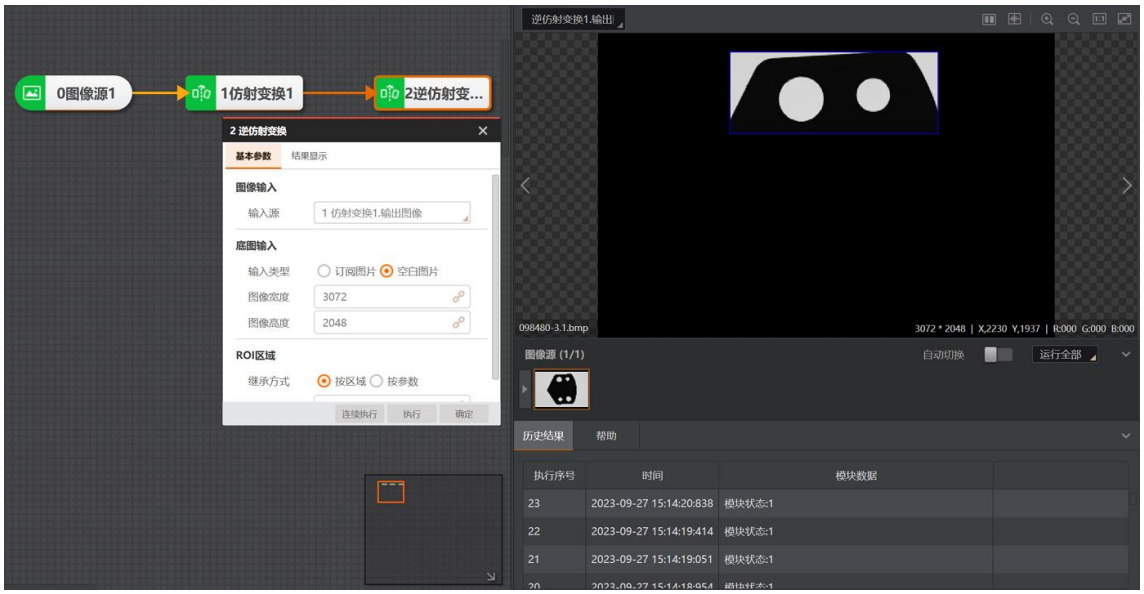
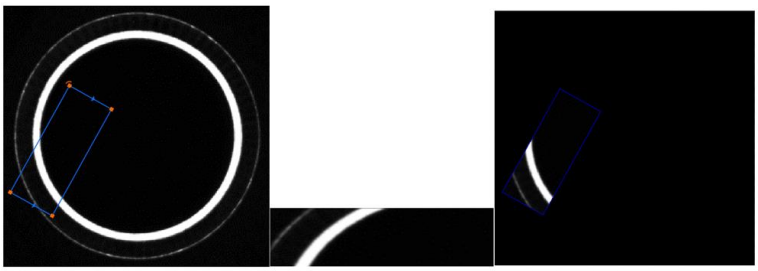


图14-475 逆仿射变换应用示例

如下效果示例中：

- 左图中设置了仿射变换的ROI，根据预设的仿射变换参数便可得到仿射变换结果，如中图所示。
- 使用逆仿射变换可以将仿射变换结果映射到原图（与左图基本一致）或空白图像中（如右图所示）。



仿射变换输入图　　仿射变换结果　　逆仿射变换结果

图14-476 逆仿射变换效果示例

参数配置

以下仅介绍该模块的基本参数详情。

说明

结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

表14-60 基本参数

参数	描述
图像输入	仿射变换输出的图像，逆仿射变换待被填充的图像，是小图

参数	描述
ROI区域	ROI区域与仿射变换的ROI一致，位于底图中，是叠加图像的区域。订阅方式可选按区域或按参数两种方式
底图输入	仿射变换输入的图像或者是同样宽高的空白图像，是大图 说明 宽高一致时便于观察，实际操作中可以选择其他宽高的图像。

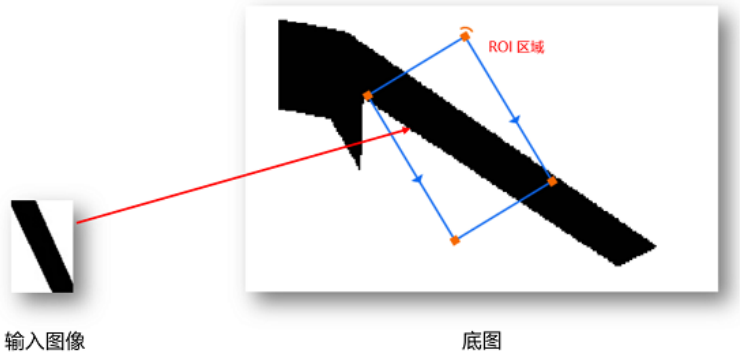


图14-477 输入图像与底图

模块结果

*逆仿射变换*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.12.12 图像缩放

*图像缩放*模块可将输入图像缩放到指定尺寸，使其适应不同大小的特征模式，提高特征匹配的准确性。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块的算法工作流程如下：

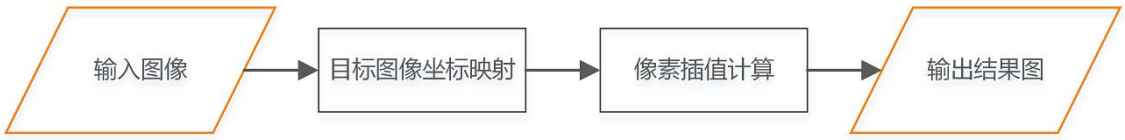


图14-478 算法工作流程

目标图像坐标映射

目标图像坐标映射到输入图像上计算公式如下图所示。
前两个公式中，DstW、DstH表示目标图像的宽度和高度；srcW、srcH表示输入图像的宽度和高度；两者均已知，则可计算scale1和scale2的值，表示输入图像的缩放比例。
计算得出scale1和scale2的值后，再根据后两个公式可得到“目标图像上像素”到“输入图像”的转换关系，最后进行插值即可。

$$DstW = scale1 * srcW$$

$$DstH = scale2 * srcH$$

$$Dstcol = srcCol/scale1$$

$$DstRow = srcRow/scale2$$

图14-479 计算公式

像素插值计算

插值计算方式包括最近邻、双线性和双三次，实现原理如下图所示（红框为插值目标）：

- 如果使用最近邻插值，则红框的灰度值将等于第0行2列的灰度值，因为红框中心距离其最近。
- 如果使用双线性插值，则红框灰度值将由其覆盖的4个像素点决定。每个点贡献的权重和其到红框中心的距离成反比。
- 如果使用双三次插值，则使用红框周边4×4的16个像素点的灰度值计算。每个点的权重和其到红框中心的距离同样呈反比。

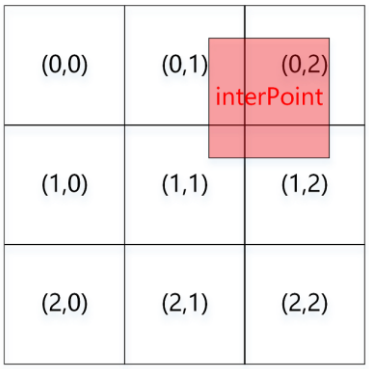
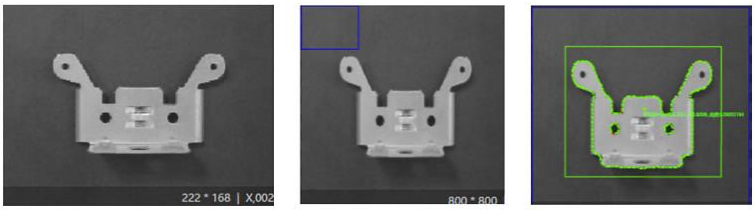


图14-480 插值计算原理示意图

使用方法

在流程中，*图像缩放*的前序模块一般为*图像源*，后序模块一般为*模板匹配*相关模块。
如下应用示例通过*图像缩放*模块将分辨率为222*168的图像转换为800*800的图像，使其特征更符合实际部件。最后将转换后的图像输出至*快速匹配*进行特征匹配。

图14-481 应用示例



原图像　　缩放后　　特征匹配

图14-482 图像缩放效果

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

输出图像宽度/高度

设置输出图像高度及宽度。

插值类型

最临近插值法

将目标像素点的四个相邻像素点中最近邻像素点的灰度值赋予目标像素点。更多原理详情参见上文*模块原理*提及的**像素插值计算**。

该插值类型计算量小，耗时短，但生成的灰度图像可能不连续。

双线性插值法

在像素矩阵上进行 x 和 y 两个方向线性插值求得目标像素点的灰度值。更多原理详情参见上文*模块原理*提及的**像素插值计算**。

该插值类型计算量较大，耗时较长，生成的灰度图像连续，但轮廓可能略微模糊。

双三次插值法

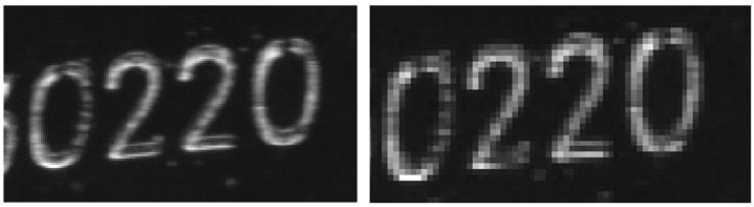
通过像素矩阵中最邻近的 1 6 个采样点加权平均得到目标像素点的灰度值。更多原理详情参见上文*模块原理*提及的**像素插值计算**。

双三次插值法精度高，生成的灰度图具有平滑的边缘，图像质量损失少，但计算量较大，耗时较长。

抗混叠

启用/关闭抗混叠滤波器。启用后，可改善缩放后出现的锯齿状像素点。原理是裁剪高频信号，对图像的插值计算使用适当的采样速率。

启用抗混叠前后的效果对比参见下图。



输入原图　　不开启抗混叠结果

开启抗混叠结果

图14-483 启用前后效果对比

模块结果

*图像缩放*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.12.13 几何变换

*几何变换*模块将图像进行水平、垂直、水平垂直方向的镜像变换，且可配合一定角度在镜像变换后再按照一定角度旋转图像。该模块适用于消除图像因被拍摄物摆放角度、透视关系、拍摄等原因造成的几何失真，进而避免图像无法识别。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块的算法工作流程如下。

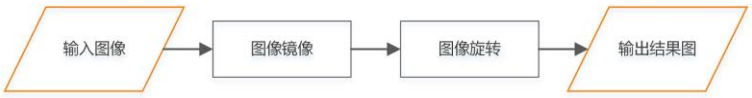


图14-484 算法工作流

以上流程中，图像镜像包括如下三种镜像变换方式。

原图	水平镜像

垂直镜像	水平垂直变换（即对角镜像）

使用方法

该模块对前后序模块无特定要求。获取前序模块输入的图像即可通过调整参数进行图像矫正。

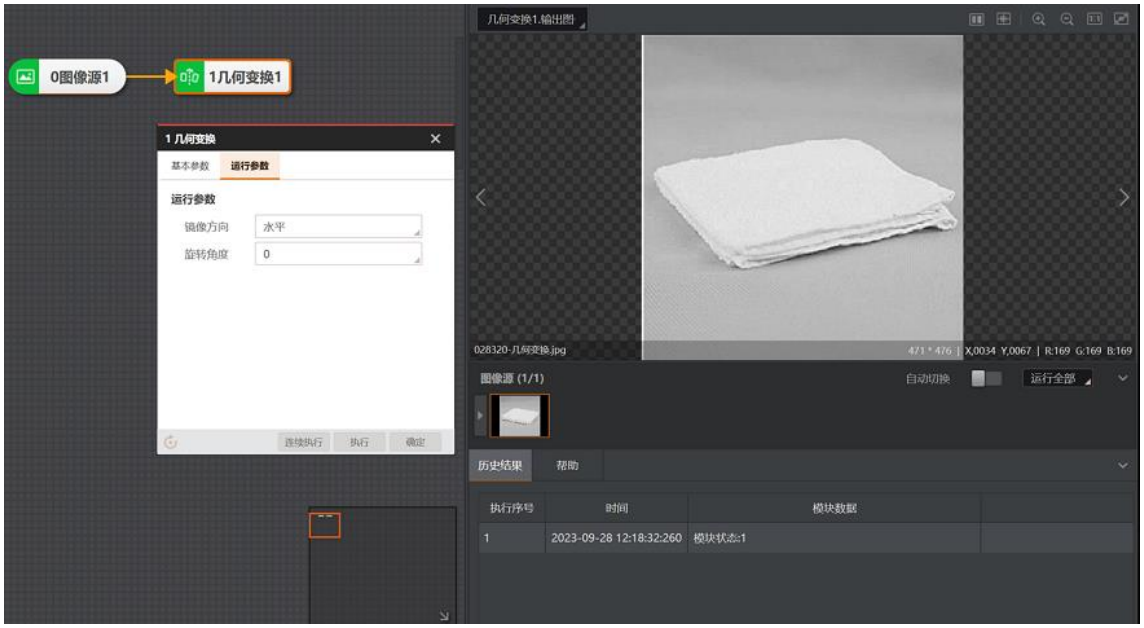


图14-485 示例

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

表14-61 运行参数

参数		描述
镜像方向	水平	将图像的左右部分以图像垂直中轴线为中心进行镜像对换
	垂直	将图像的上下两部分以图像水平中轴线为中心进行镜像对换
	水平垂直	以图像水平中轴线和垂直中轴线的交点为中心对图像进行镜像对换。相当于先后进行水平镜像和垂直镜像
旋转角度		图像以某一点为中心，旋转某一角度，形成一副新的图像。在原图像中某一像素点（x，y）根据旋转算法变换为结果图像中的（x′，y′）

模块结果

*几何变换*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

14.12.14 圆环展开

*圆环展开*模块可从特定起始角度开始将圆环图像展开为矩形图像。该模块适用于圆环零部件检测、瓶口缺陷检测、圆环部件字符检测等场景。

本节内容包含：

模块原理使用方法参数配置模块结果

模块原理

*圆环展开*模块的算法可将圆环ROI中的图像平展开，其工作流程如下：

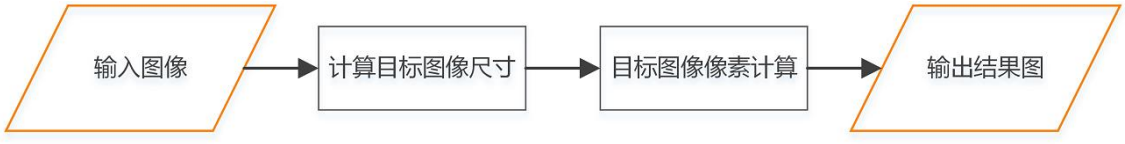


图14-486 算法工作流程

计算目标图像尺寸

目标图像尺寸的计算公式如下。其中DstW和DstH 分别表示目标图像宽高，PI表示圆环的角度范围，OutRadius和InRadius分别表示圆环的外径和内径，PI*OutRadius表示外径的弧长，PI*InRadius表示外径的弧长。

DstW=(PI*OutRadius+PI*InRadius)*0.5 (2.1)

DstH=OutRadius-InRadius

目标图像像素计算

目标图像第i行j列对应输入图像中的像素坐标的计算公式如下。

srcCol=centerX+rho*cosθ (2.3)

srcRow=centerY-rho*sinθ (2.4)

上述两个公式中：

- srcCol和srcRow分别为输入图像中列和行坐标。
- centerX和centerY表示圆环的中心点坐标。
- θ表示圆环的起始偏移角度。
- rho表示从内往外或从外往内逐像素点遍历时的圆环半径，遍历步长为1。
  以从内往外展开圆环为例（如下图所示），rho值可理解为：“从InRadius（即圆环内径的值）开始，以步长1累加DstH（即目标图像高度）次直至到达外环。”

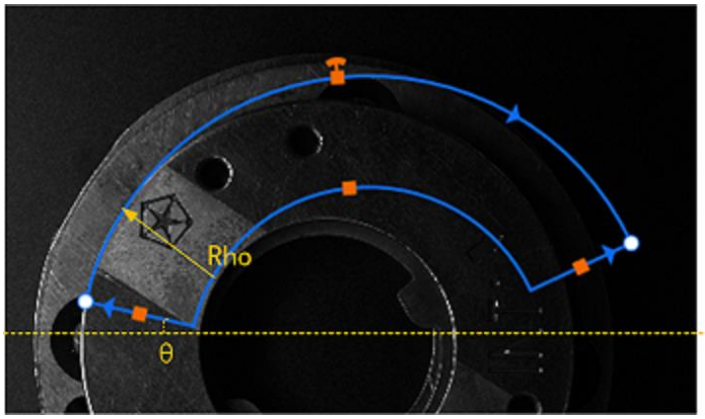


图14-487 rho值计算示意

注意事项

- 该模块输出图像仅支持HKA_IMG_MONO_08格式。
- 该模块输出图像中data数据内存由外部计算并分配。

使用方法

*圆环展开*的前序模块通常为*图像源*，后序模块通常为*几何变换*。一般圆环展开的图像需要通过*几何变换*进行方向转换。

如下应用示例中，*圆环展开*从*图像源*获取到圆环部件图像后将图像进行圆环展开处理，消除部件上字符因环状呈现而引发的字符识别问题。最终*DL 字符识别*成功识别部件上的字符。

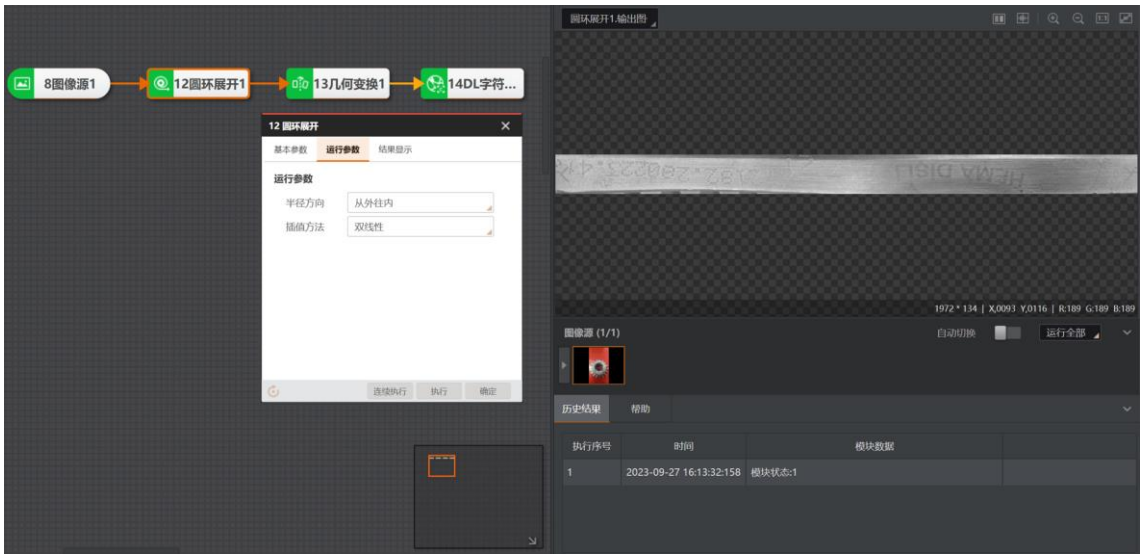


图14-488 应用示例

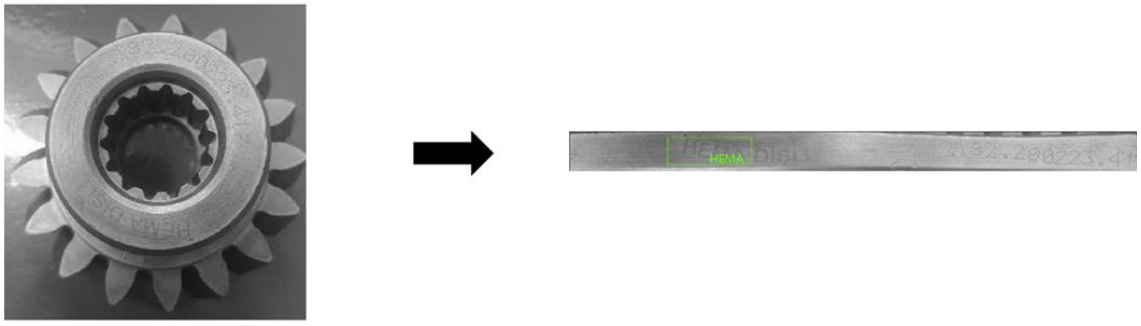


图14-489 应用效果

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

半径方向

由内向外

圆环展开方向为由内向外。具体效果见如下两张示意图。

图14-490 原图像

图14-491 由内向外展开

由外向内

圆环展开方向为由外向内。具体效果见如下两张示意图。

图14-492 原图像

图14-493 由外向内展开

插值方法

分为**双线性**和**最邻近**。

双线性

先对X轴方向左右最邻近的像素点进行差值计算，然后对Y轴方向上下最邻近的像素点进行差值计算。

最邻近

以最邻近的像素点进行差值计算。

模块结果

*圆环展开*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

检测圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示圆弧ROI中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示圆弧ROI中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示圆弧ROI的内径。

检测圆弧外径

float型，表示圆弧ROI的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示圆弧ROI起始点相对于圆心的角度。如果起始点位于X轴正方向，则为0度，顺时针旋转则角度随之增大。

检测圆弧角度范围

float型，表示圆弧ROI从起始边开始至终止边所跨过的角度范围。

14.12.15 拷贝填充

*拷贝填充*模块提供图像拷贝功能和填充功能。简单来说，拷贝功能即把原图ROI内的图像复制出来，填充则是将复制出的图像填充指定灰度值。该模块多用于摘选突出有效特征，以便对特征进行精准处理。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *注意事项*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

*拷贝填充*模块算法功能分为拷贝和填充两种。

- 拷贝指将ROI内的图像拷贝至目标图像区域中，背景可指定填充0~255任意像素值。
- 填充指将ROI内和ROI外的像素分别进行0~255指定值填充。ROI可以是任何几何形状。

如下图所示，绿色框为ROI，红色框为ROI的最小外接矩形。最小外接矩形即输出的目标图像区域。

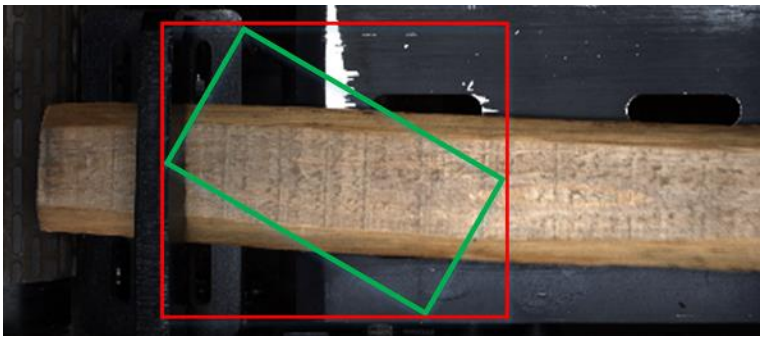


图14-494 ROI与最小外接矩形

具体算法工作流程如下图所示。

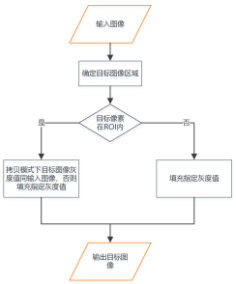


图14-495 算法工作流程

注意事项

- 该模块输出图像目前仅支持HKA_IMG_MONO_08、HKA_IMG_RGB_RGB24_C3和HKA_IMG_RGB_RGB24_P3格式。
- 该模块输出图像中，data数据内存由外部计算并分配，且内含其他输入。建议必要时进行初始化。

使用方法

该模块的前序模块为*图像源*，后序模块无特定要求。
该模块的配置操作请参考如下视频。
以下应用示例在图片中选取了一个扇形ROI，*拷贝填充*模块输出一张ROI及其最小外接矩形。

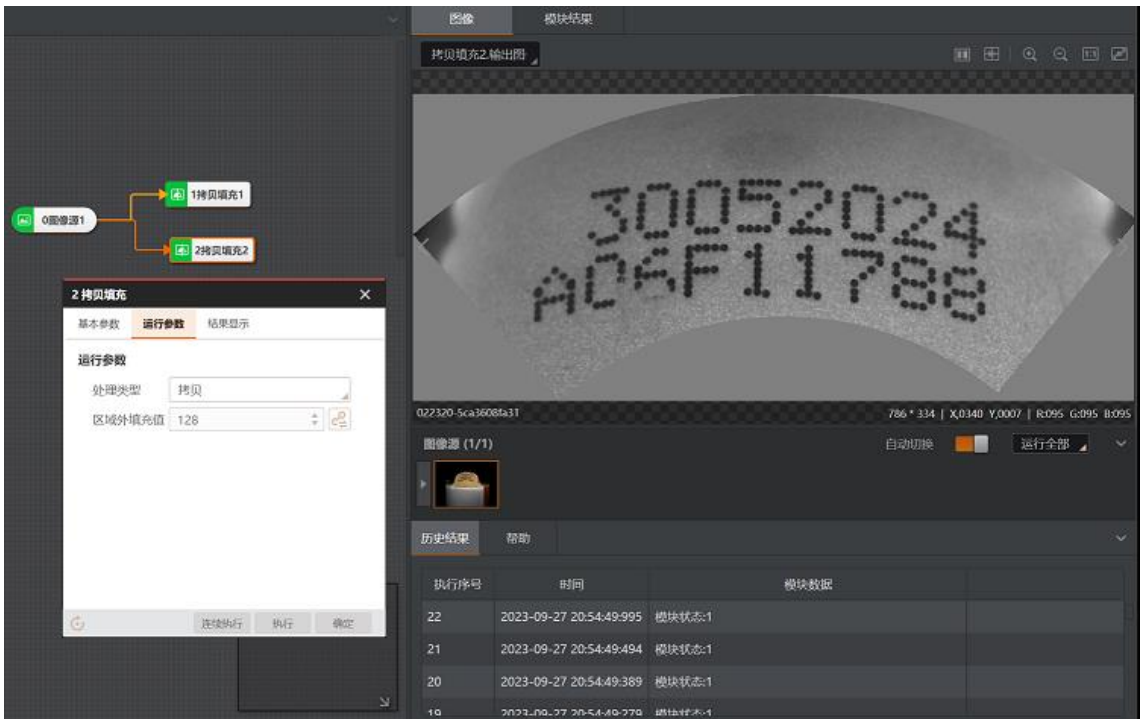


图14-496 拷贝填充应用示例

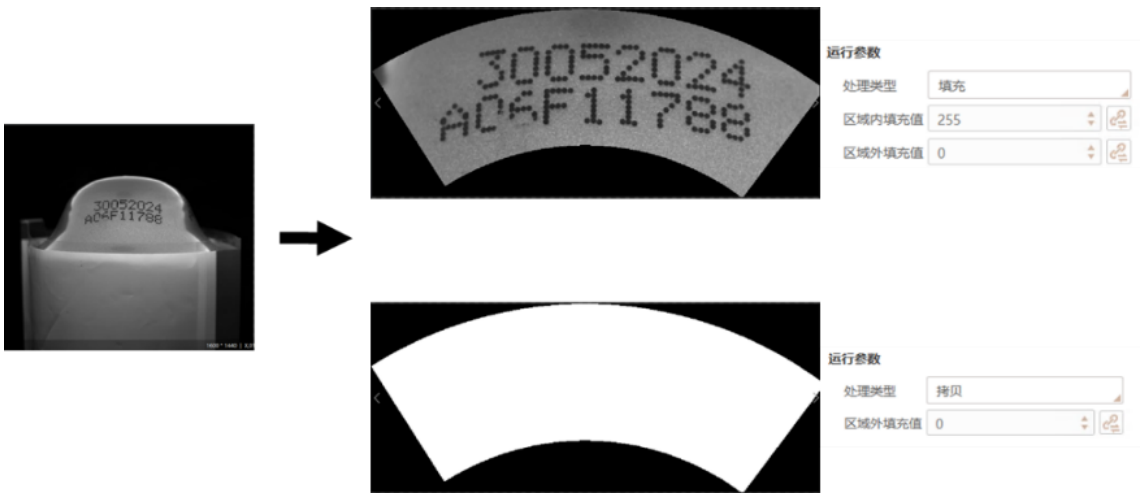


图14-497 应用示例对应的效果

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

表14-62 运行参数

参数		描述
拷贝	区域外填充值	在“ROI以外，最小外接矩形以内”区域填充该灰度值
填充	区域内填充值	在ROI内部填充，填充的灰度值的范围为0~255
	区域外填充值	在“ROI以外，最小外接矩形以内”区域填充该灰度值

模块结果

*拷贝填充*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.12.16 畸变校正

*畸变校正*模块通过获取的图像坐标，校正畸变图像的透视畸变和镜头畸变，使目标呈现更真实。该模块用于涉及标定的机械臂应用场景，如抓取、定位、贴合等。
本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

一般需将*畸变标定*作为*畸变校正*的前序模块使用。*畸变标定*可生成标定文件。
以下示例中，*图像源*输入相机畸变图像源并调整图像源的规格尺寸参数；*畸变标定*模块从相机畸变图像源中提取图像特征，计算出现实三维世界中对应的空间位姿的映射矩阵，输出标定图像源的状态和误差信息，最终生成标定文件；*畸变校正*模块依据*畸变标定*的生成的标定信息，输出校正后的相机图像。

图14-498 流程示例

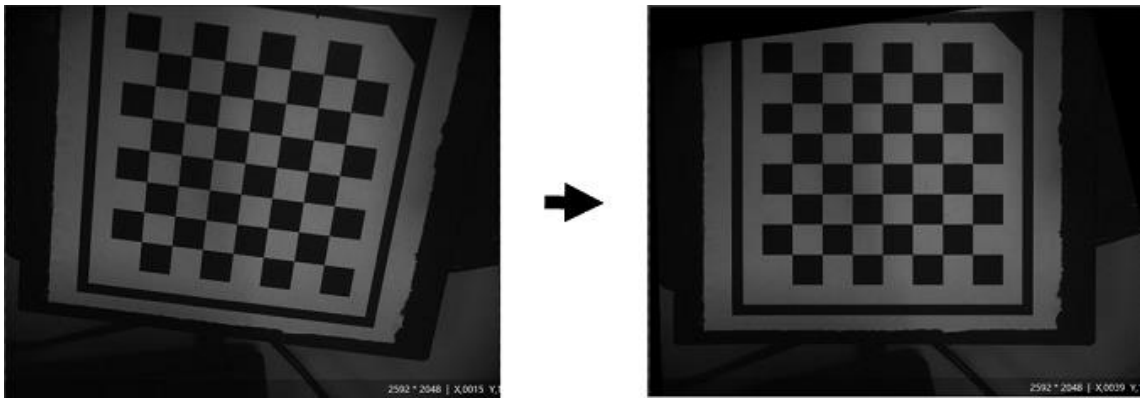


图14-499 畸变校正效果

参数配置

表14-63 标定参数

参数	描述
标定文件路径	标定文件通过*畸变标定*模块生成 标定文件在所选路径下才可成功加载。当文件不存在或者加载失败，运行时将报错
刷新信号	当int数值为非 0 数值时，会重新加载选定的标定文件

表14-64 运行参数

参数	描述
透视畸变校正	透视畸变是广角镜头拍摄的图像具有的一种畸变特征。被拍摄体越远，显得越小。镜头距离被拍摄物体越近，被拍摄物体外观大小变化越大 透视畸变校正计算图像的透视变换矩阵进行畸变校正。该模式适用于标定板平面存在倾斜且镜头畸变较小的情况
径向畸变校正	径向畸变图像中，图像像素点以畸变中心为中心，沿着径向产生位置偏差 径向畸变校正通过计算图像的径向畸变参数，去除图像的径向畸变。该模式适用于无需去除图像的透视畸变，只需去除径向畸变的场景

参数	描述
径向透视畸变校正	径向透视畸变图像中，图像像素点以畸变中心为中心，沿着径向产生位置偏差。被拍摄物体具体镜头越远，显得越小。镜头距离被拍摄物体越近，被拍摄物体外观大小变化越大 该模式适用于一般场景

模块结果

*畸变校正*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

14.12.17 图像矫正

由于光学透镜的固有特性，广角镜头拍摄的照片具有许多种畸变特征。*图像矫正*模块可将相机拍摄的径向畸变图像源转换为正常的图像源，使后续定位、分析、测量等应用输出更准确的数据。
本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

该模块的前序模块为*图像源*，对后续模块无特定要求。
获取*图像源*输入的图像后，按需调整运行参数并执行该模块查看矫正效果，直至效果理想。

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

曲张量

用于调整图像畸变。取值大于 0 时矫正桶形畸变，小于 0 矫正枕形畸变。

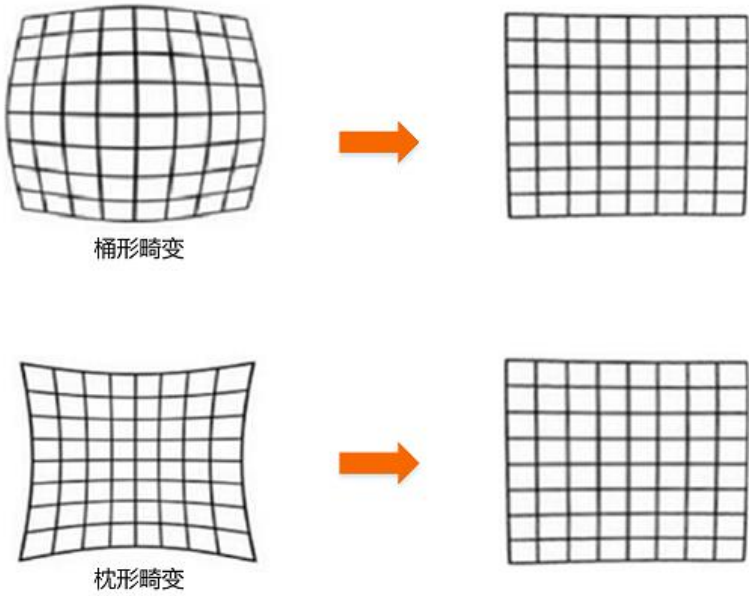


图14-500 桶形和枕形畸变

缩放量

在不改变图像分辨率情况下调整图像大小。取值大于 0 时放大图像，小于 0 时缩小图像。

模块结果

*图像矫正*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

14.12.18 图像拼接

部分业务场景下，相机视野无法覆盖实物整体，但需要用一张图像将实物整体显示出来。此时可移动实物，分别拍摄实物不同部位的图像，并将其通过*图像拼接*模块拼接为大图，用于后续的定位、测量、识

别等应用。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *拼接模型*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块的拼接功能分为硬拼接和模型拼接两种。硬拼接即将待拼接图像依次排列，此处不做赘述。
模型拼接算法的工作流程主要包括两个步骤，即建模和拼接。

说明
以下步骤以“拼接两张图片”为例进行介绍。

步骤1：建模

1. 从标定板提取角点（下图中的绿点）。
   每个角点都包含如下两类坐标信息：
   - 对应的图像上提取的像素坐标。
   - 由标定板上信息确定的物理坐标。
2. 计算从物理坐标映射到图像坐标的映射关系，并基于该映射关系计算最终映射点的坐标。
   a. 假定两组标定板角点的图像坐标分别为P_2^I和P_2^I，物理坐标分别为P_1^W和P_2^W，那么可分别计算从物理坐标映射到图像坐标的关系H_1和H_2。 计算公式如下：

$$P_1^I = \mathrm{H}_1 P_1^W$$

$$P_2^I = \mathrm{H}_2 P_2^W$$

图14-501 物理坐标到图像坐标映射关系计算公式

   b. 由于P_1^W和P_2^W的坐标系相同，将第二图像中的点映射到物理坐标系，再将映射到物理坐标系的点映射到第一图像中，得到最终映射点的坐标。
   计算公式如下，公式中H_2^{-1}表示H_2的逆映射关系。

$$P_{2\to1}^I = \mathrm{H}_1 \mathrm{H}_2{}^{-1} P_2^I$$

   建模阶段的核心工作即计算$H_1H_2^{-1}$

步骤2：拼接

1. 通过$H_1H_2^{-1}$将第二张图像中所有的像素点全部映射到第一图像
2. 与第一图像中的原始素点合并，得到最终拼接的图像。

使用方法

前后序模块

该模块的前序模块为*图像源*，后序模块可为识别、定位、测量、图像处理等模块。

主要配置步骤

在流程中调用*图像拼接*模块后，该模块的主要配置步骤如下。

1. 执行一次流程，使*图像拼接*获取*图像源*输入的图像。
2. 双击流程中的*图像拼接*，打开该模块的配置窗口，配置*基本参数*、*拼接模型*（仅**拼接类型**设置为**模型拼接**需配置）、*运行参数*和*结果显示*。
3. 单击*执行*，查看该模块的运行结果。

拼接模型

该模块基本参数中的**拼接类型**设置为**模型拼接**时，必须创建拼接模型方可进行图像拼接。

前提条件

已准备海康标定板图像（I型和II型）。标定板图像的获取方式详情，请参见*标定板生成工具*。

说明

每一张标定板图像都需与待拼接图像一一对应；换言之，即需使用同一点位的相机拍摄相同位置的图像，保证创建的标定板空间位置关系模型与待拼接图像的模型一致。否则将导致图像拼接失败。

请参照如下步骤创建拼接模型。

操作步骤

1. 在图像拼接配置窗口选择**拼接模型**页签。
2. 单击*新建模型*，打开*模板配置*窗口。
3. 在该窗口单击＋，导入标定板图像。

说明

- 仅支持导入海康标定板的图像。
- 请确保导入的图像无畸变。为了以防万一，建议标定板图像和待标定图像全部先进行*畸变校正*。

4. **可选操作**:如有需要，单击🗑清空输入的图像。
5. 按需配置拼接模型参数。

标定板类型

根据实际使用的标定板类型设置。可选海康标定板I型或II型。

灰度对比度

标定板黑白格的对比度。当黑白格灰度值接近，即灰度对比度较低时，可设置较小取值。

中值滤波状态

开启后，对标定板进行中值滤波。

亚像素窗口

是否对计算角点亚像素精度的窗口尺寸进行自适应处理。当棋盘格每个方格占的像素较多时，可适当增加该值，建议使用默认值。

一键替换参数

将其它图像的标定参数全部替换为当前参数。

6. 单击*提取特征*。

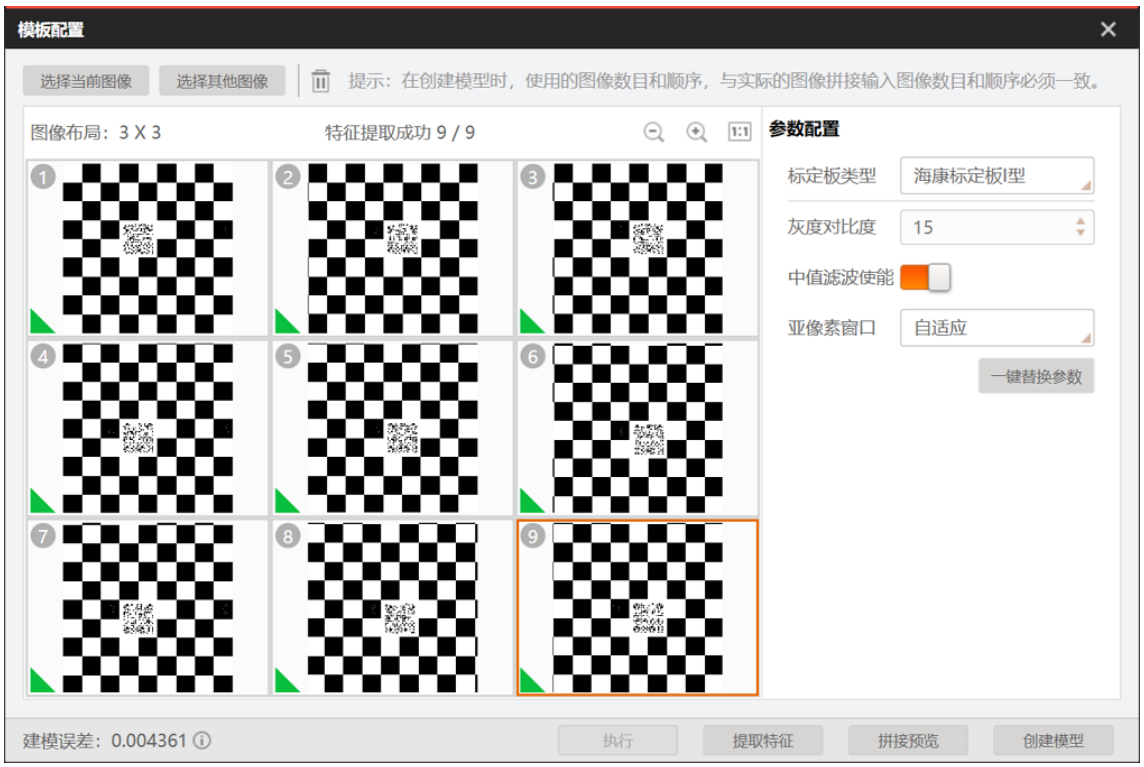


图14-502 特征提取成功

7. **可选操作**:单击*拼接预览*预览拼接图像。

   如果拼接图像效果欠理想，调整模型参数并再次预览，直至效果符合预期。

8. 单击*创建模型*，完成模型创建并返回*拼接模型*页签。
9. **可选操作**:在*拼接模型*页签进行如下可选操作。

编辑模型	单击*编辑模型*继续编辑模型。
清空模型	单击。
清空图像	单击*清空图像*。
导出模型	单击将当前模型导出至本地路径。
导入模型	单击从本地路径导入模型。

参数配置

以下仅介绍该模块的*基本参数*和*运行参数*详情。

说明

- 拼接模型相关参数详情，请参见*拼接模型*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

基本参数

- **输入方式**：分**单来源**和**多来源**两种方式。
  - **单来源**：选择一个图像源即可。对应单相机多次移动的业务场景。
  - **多来源**：选择拼接数目个图像源。对应多相机固定位置采图的场景。
- **拼接类型**：可选**模型拼接**和**硬拼接**。**模型拼接**模式下，图像拼接通过拼接模型执行；**硬拼接**模式下，图像拼接直接执行。
- **拼接数目**：自定义需要拼接的图像数目。**输入方式**为**单来源**时，运行次数达到本参数取值即可完成一次拼接；为**多来源**时，图像源个数应与拼接数目保持一致，单次运行完成拼接。
- **拼接方式**：**拼接类型**选择**模型拼接**时才有该参数。A×B即A行B列图像。该参数配置会影响拼接模型里面的图像分布。
- **拼接方向**：**拼接类型**选择**硬拼接**时才有该参数。可选**X方向**或**Y方向**，定义拼接方向为“从左往后”或“从上往下”。
- **输入图像**：**输入方式**设置为**单来源**时，选择一个图像源即可；设置为**多来源**时需选择的图像源个数与**拼接数目**取值一致。
- **清空图像**：清空当前已缓存的图像数据。

运行参数

表14-65 运行参数

参数	描述
融合模式	**拼接类型**设置为**模型拼接**时需设置该参数。该参数选项包括**均值融合**、**最大值融合**、**最小值融合**以及**接尾融合** ● **均值融合**：默认方式，对重复区域取均值然后完成融合，通常效果较好 ● **最大值融合**：获取重合图像的最大值，将其添加到拼接图像中。适用于拼接“中间亮、死角暗”的图像 ● **最小值融合**：在重合图像区域中取最小值，将最小值添加到融合图像中 ● **接尾融合**：对已完成拼接的图像不再进行重复拼接，仅处理未拼接的区域。适用于解决拼接中的重影现象，但图像连接处渐变性较差
剪裁参数	**拼接类型**设置为**模型拼接**时需设置该参数。 取值越大处理区域越少，模块运行耗时越少。取值范围0~25。适用于拼接重合较大的图像，可降低拼接重影
自动清空	与**自动填充**互斥，只能启用其中一个 ● 如果启用，完成一次图像拼接后自动删除本次输入图像 ● 如果关闭，完成一次图像拼接并再次输入一张图像时，新输入的图像将替换之前拼接图像中的一张。

参数	描述
自动填充	与**自动清空**参数互斥，只能启用其中一个。且仅在**拼接类型**选择**硬拼接**时有效。 ● 如果开启，获取的图像数量未达到预设的数量时，用全黑图像替代欠缺的图像进行拼接 ● 如果关闭，仅在待拼接图像达到预设数量时进行拼接

模块结果

*图像拼接*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

当前图像个数

int型，表示当前图像是所有图像中的第几个。

图像总个数

int型，表示图像的总个数。

拼接图像数据

拼接图像

image型，代表需要拼接的所有图像。

拼接图像宽度

int型，代表拼接图像的宽度。

拼接图像高度

int型，代表拼接图像的高度。

拼接图像格式

int型，代表拼接图像的图像格式。

最小外接矩形

中心点

中心X

float型，表示最小外接矩形中心点的X坐标。

中心Y

float型，表示最小外接矩形中心点的Y坐标。

矩形宽度

float型，表示最小外接矩形的宽度。

矩形高度

float型，表示最小外接矩形的高度。

角度

float型，表示最小外接矩形的较长边旋转至水平线方向的角度。顺时针为正，逆时针为负。

14.12.19 清晰度评估

通过*清晰度评估*模块，可对指定图片的清晰度进行量化评估，进而评判相机是否聚焦清晰。该模块多用于相机调焦过程中做图像清晰度评估。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

该模块的前序模块为*图像源*。*图像源*采集图像给到*清晰度评估*模块。后序模块可根据实际场景搭配，例如可搭配*条件检测*和*条件分支*等逻辑模块进行逻辑处理。

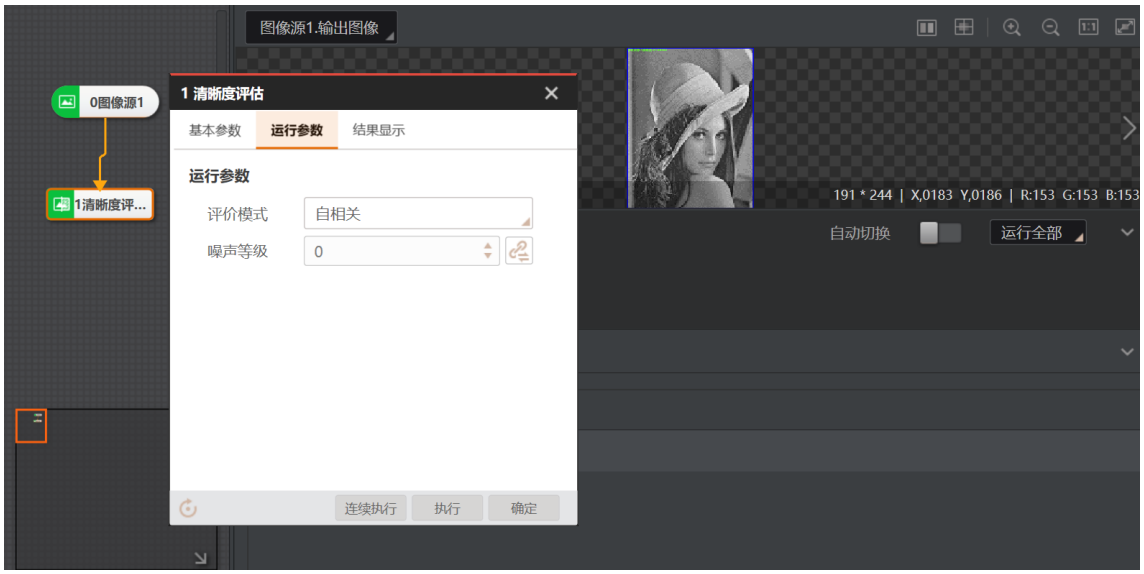


图14-505 清晰度评估

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

该模块的运行参数为**评价模式**，具体选项如下：

自相关

自相关适用于纹理信息较少的场合，不适用于噪声较大场景。

噪声等级

用于提高抗噪能力，数值大小表示当前图像中的灰度噪声标准差。噪声越大，数值越大，一般为0~32。

梯度平方

适用于图像内梯度信息比较丰富的场景。

模块结果

*清晰度评估*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

清晰度

float型，代表即对处理图像的清晰度评估结果，数值越大代表越清晰。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。

若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.12.20 帧平均

*帧平均*通过对多帧图像相同像素位置的灰度值进行均值计算处理，可获取一系列图片的平均像素灰度图像。该模块多应用于图像降噪场景。

本节内容包含：

- *注意事项*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

注意事项

- 该模块输出图像仅支持HKA_IMG_MONO_08格式。
- 该模块输出图像中data数据内存由外部计算并分配。

使用方法

该模块的前序模块一般为*图像源*，后序模块无特定要求。
*图像源*为该模块提供多帧图像。该模块输出的均值图像给后序模块处理。

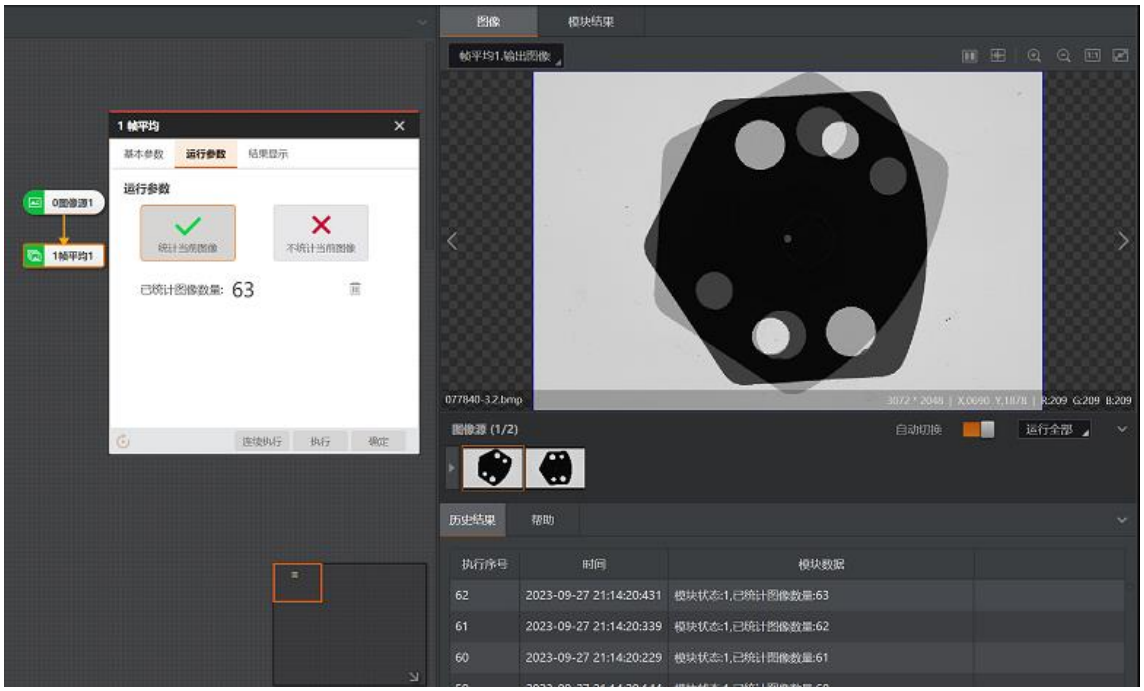


图14-506 应用示例

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

表14-67 运行参数

参数	描述
统计当前图像	对当前最多100张输入图像进行累加像素灰度平均统计，输出平均过后的均值图像
不统计当前图像	跳过对当前输入图像的累加统计
清空统计图像	将当前统计得到的均值图像清零

模块结果

*帧平均*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

已统计图像数

int型，代表参与帧平均统计的图像总数。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.12.21 多图融合

*多图融合*模块可融合不同光照角度和亮度的多路图像，获取更明显的图像特征和纹理。该模块适用于在“有无辨别”、“瑕疵污点”、“字符识别（凹/凸字）”等场景中，消除多角度光照对目标物体造成的亮度不均和反光等影响。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用限制*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块相关的主要工作流程为：

1. 利用1个相机和3个及以上的多角度同光谱光源（常用为4或8个角度的光源），通过分别开启光源，获取同光源数量的图像。
2. 将上述多路图像融合为一路图像。

使用限制

- 该模块暂时只支持灰度图。
- 请务必输入3至8张多个不同角度光线采集的图像，否则图像融合效果可能受影响。

使用方法

*多图融合*的前序模块为*多图采集*。*多图采集*同时输出3至8路多角度同光谱图像至*多图融合*，后者对这些图像进行融合。

如下应用示例中：

1. *多图采集*输出4路图像至*多图融合*。
2. *多图融合*输出“突出划痕”的阴影图像至*图像滤波*。
3. *图像滤波*对阴影图像进行平滑处理，弱化与划痕无关的特征后，将图像输出至*表面缺陷滤波*。
4. *表面缺陷滤波*输出划痕特征显著的图像，用于后续的划痕检测。

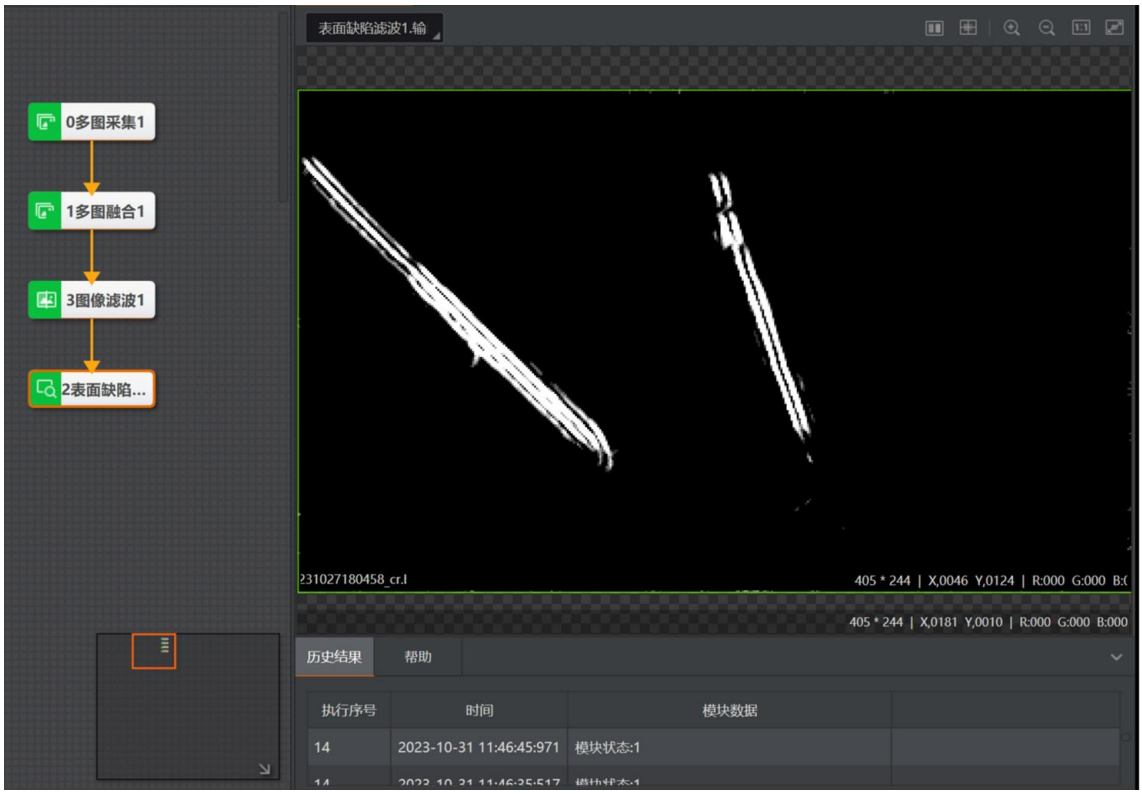


图14-507 应用示例：划痕检测

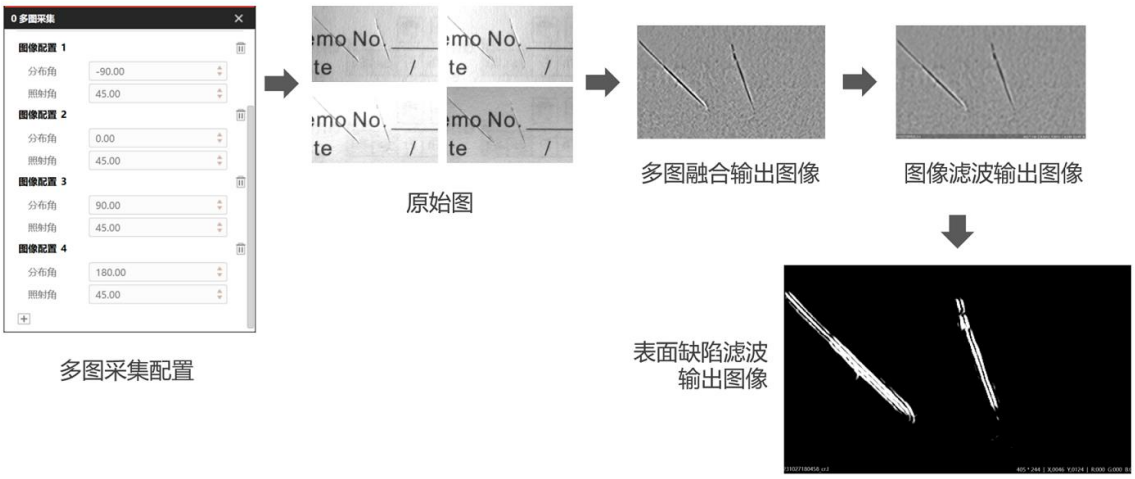


图14-508 示例中的图像处理

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

输出图像类型

包括**全部**、**反射**（反射图像）和**阴影**（阴影图像）三种类型。

滤波尺寸

滤波器大小，可用于增强边缘和抑制噪声，最小值为1。

当边缘模糊或有噪声干扰时，增大该值有利于使得检测结果更加稳定，但如果边缘与边缘之间距离小于滤波尺寸时反而会影响边缘位置的精度甚至丢失边缘。边缘过渡带较小时使用较小滤波尺寸，边缘过渡带较大时使用较大滤波尺寸。

滤波尺寸越大边缘越模糊，滤波尺寸过小达不到滤波效果。

增强使能

用于增强阴影图像。如果关闭，则该模块自适应给出阴影图像。如果自适应的阴影图像无法满足需求，可开启并配置如下参数，手动调节阴影图像效果。

背景亮度

取值越大，阴影图像的背景越黑；取值越小，背景越白。

对比系数

取值越大，图像阴影越明显。

光晕去除等级

取值越大，光晕消除能力越大，输出的反射图像更暗。如果输入图像为4幅，建议配置为3；如果为8幅，建议为5。

方向增强类型

仅对阴影图像有效，默认值为空。将其设置为**X方向**或**Y方向**时，对应方向的凹凸信息将更明显。

方向增强等级

方向增强等级越大，凹凸信息更明显。

模块结果

*多图融合*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

图像数

int型，代表需要融合的图像总数。

图像宽度

int型，表示图像的宽度。

图像高度

int型，表示图像的高度。

反射图像数据

反射图像

image型，代表输出图像类型为反射图像。

反射图像高度

int型，代表输出反射图像的高度值。

反射图像宽度

int型，代表输出反射图像的宽度值。

反射图像像素格式

int型，代表输出反射图像的图像像素格式。

阴影图像数据

阴影图像

image型，代表输出图像类型为阴影图像。

阴影图像宽度

int型，代表输出阴影图像的宽度值。

阴影图像高度

int型，代表输出阴影图像的高度值。

阴影图像像素格式

int型，代表输出阴影图像的图像像素格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.13 3D深度图处理

“3D深度图处理”类别下的模块可对输入的深度图进行预处理，实现获取图像类型转换、图像数据拼接、排除图像杂点等功能。

14.13.1 灰度变换-深度图

灰度变换模块可将16位深度图转换成8位深度图，可通过查看最新的历史结果或者模块状态判断是否执行成功，如下图所示。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

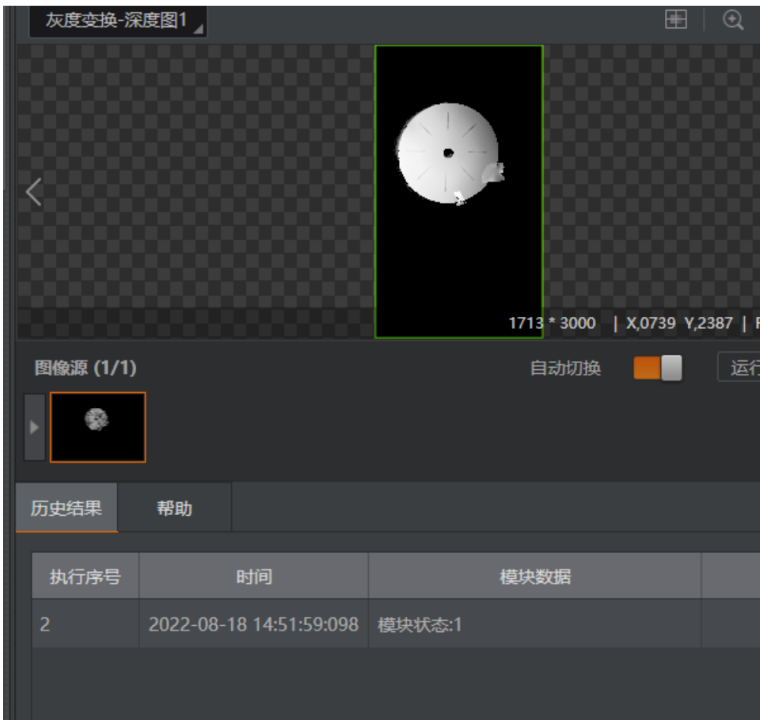


图14-509 灰度变换执行结果

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示详情，请参见*结果显示*。

图14-510 灰度变换运行参数

图像转换方式

可选线性转换和直方图均衡法。两种方法均可将设置的深度图最小值和最大值分别映射为0和255的灰度值，使范围内的深度值对应映射到0~255灰度值之间。

深度值变化量

图像转换方式选择**直方图均衡法**时，可设置**深度值变化量**。如果这个点周围点和它的高度差小于**深度值变化量**，会把这个点的灰度值置零。

深度值范围

输入深度值的最小值和最大值，这两个数据将分别被映射为0和255的灰度值。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.13.2 法向量灰度图-深度图

法向量灰度图模块可根据法向量与Z轴之间的夹角映射为灰度，并输出灰度图像。处理效果如下图所示。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

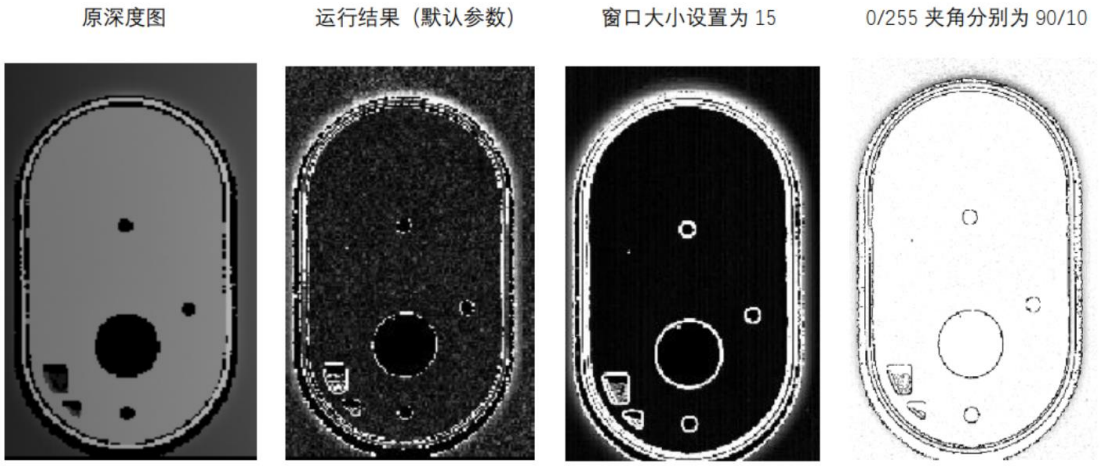


图14-511 法向量灰度图执行效果

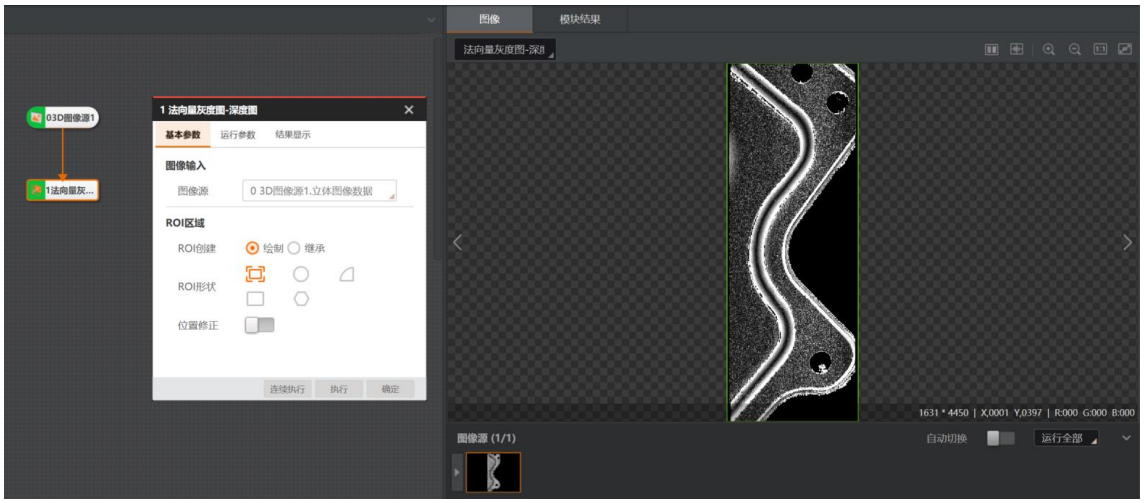


图14-512 法向量灰度图流程示例

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示详情，请参见*结果显示*。

图14-513 法向量灰度图运行参数

计算窗口大小

深度图中计算法向量时的邻域窗口尺寸。

灰度0/255夹角

通过设置夹角可调整图像的灰度对比。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.13.3 二值化-深度图

二值化可将轮廓仪、RGB-D相机采集的深度图转换为二值图，即灰度值只有0和255的图像。处理效果如下图所示。
本节内容包含：

- *参数配置*

- *模块结果*

图14-514 二值化执行效果

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示详情，请参见*结果显示*。

图14-515 二值化运行参数

二值化类型

可选单阈值或双阈值。

单阈值

符合比较类型的置255，否则置0。

双阈值

常规低阈值小于高阈值，在高低阈值之间的，置255；如果设置的低阈值>高阈值，则在高度阈值两侧的，置255。

低阈值/高阈值

二值化类型选择单阈值时仅需设置低阈值；选择双阈值时需要设置高低阈值。

比较类型

二值化类型选择单阈值时需要设置，可选大于等于或小于等于。

无效点数值

深度图的无效点会将灰度值置为该参数值。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.13.4 转轮廓-深度图

转轮廓-深度图模块用于将轮廓仪、RGB-D相机采集的深度图转换为轮廓数据。
本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

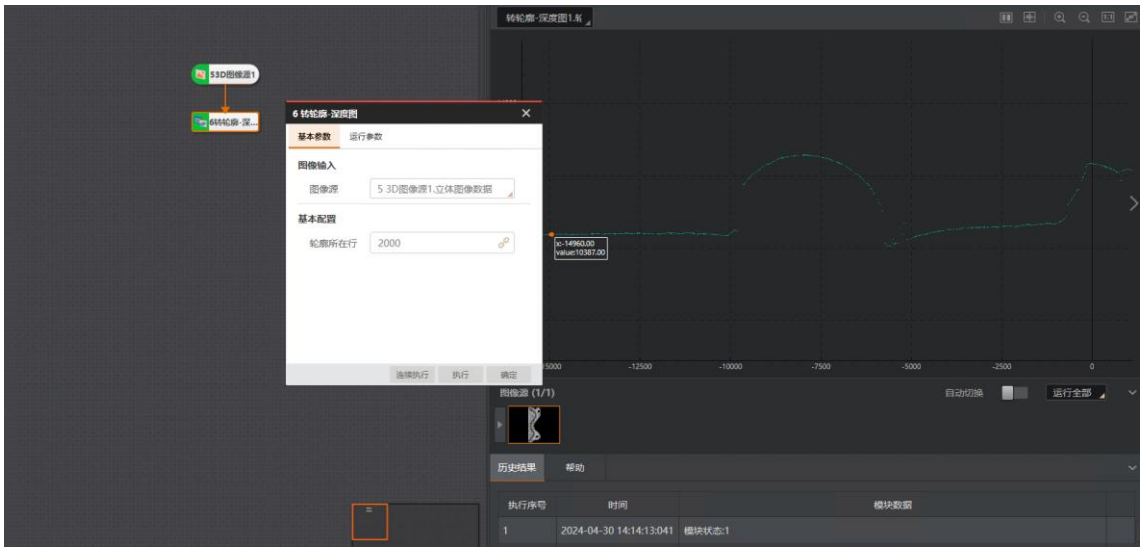


图14-516 转轮廓执行效果

使用方法

使用**转轮廓-深度图**模块前需要使用**3D-图像源**模块，用于输入轮廓仪或RGB-D深度图。

参数配置

基本参数处可设置**图像输入**和**轮廓所在行**。

图像输入

选择需要转换的**图像源**，仅支持输入深度图。

基本配置

深度图由若干轮廓拼接而成，**轮廓所在行**指的是需提取深度图的某一行的轮廓信息。

说明

轮廓所在行的值从深度图0行开始，最大值不能超过深度图高度。

运行参数处可设置是否**输出空点**。

输出空点

设置是否将空点输出到外部，默认不输出空点。开启后，可以按照原始的深度图顺序对点云进行排列。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

轮廓图像数据

轮廓图像

short型，输出轮廓图的图像数据。

轮廓图宽度

int型，输出轮廓图的宽度。

轮廓图高度

int型，输出轮廓图的高度。

轮廓图像格式

int型，输出轮廓图的像素格式。一般为37748930，表示Mono16格式。

点云数据

点集X分量

float型，轮廓点云在x轴上的分量。

点集Y分量

float型，轮廓点云在y轴上的分量。

点集Z分量

float型，轮廓点云在z轴上的分量。

14.13.5 转点云-深度图

转点云-深度图模块用于将轮廓仪、RGB-D深度图转换为三维点云，输出转换后的点云图。
本节内容包含：
模块原理使用方法参数配置模块结果

模块原理

轮廓仪深度图的坐标系如下图所示，其X坐标、Y坐标与深度值没有关系，因为XY坐标是按照固定的分辨率xscale和yscale进行投影的。在进行深度图点云转换时按照如下方式进行转换。

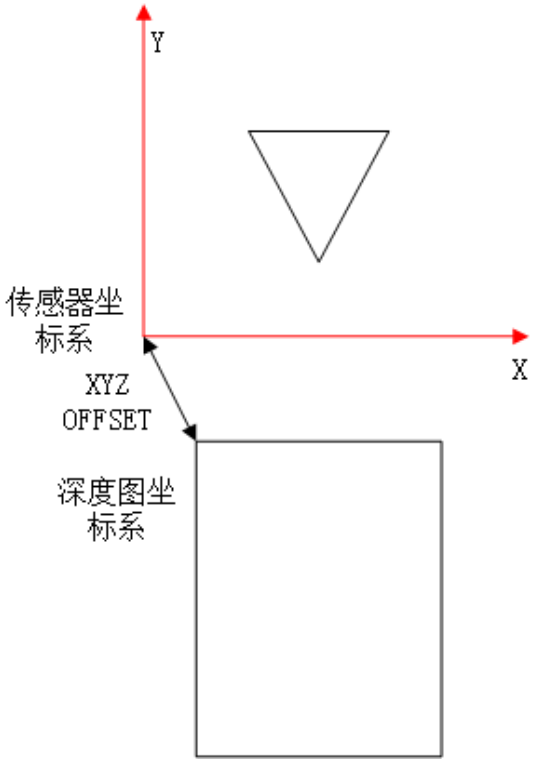


图14-517 轮廓仪深度图转点云

坐标转换关系： x=u*xscale+xoffset， y=v*yscale+yoffset， z=d*zscale+zoffset。
RGB-D深度图的坐标系如下图所示，其X坐标、Y坐标与深度值是相关的，物理坐标投影成图像坐标时需要按照距离进行缩放，不同距离其单像素对应的物理尺寸不一样。在进行深度图点云转换时按照如下式进行转换。

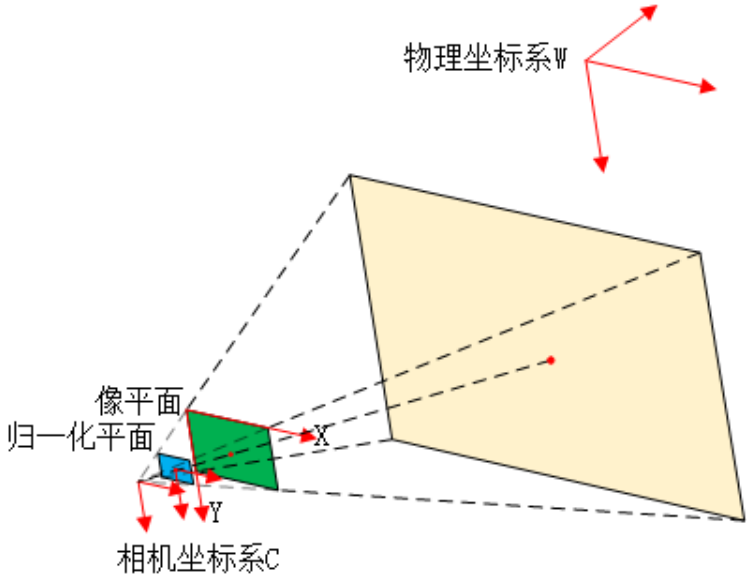


图14-518 RGBD深度图转点云

坐标转换关系： z=d*zscale+zoffset， x=(u+xoffset)*xscale*z， y=(v+yoffset)*yscale*z。

使用方法

使用转点云-深度图模块前需要使用3D-图像源模块，用于输入轮廓仪或RGB-D深度图，示例如下。

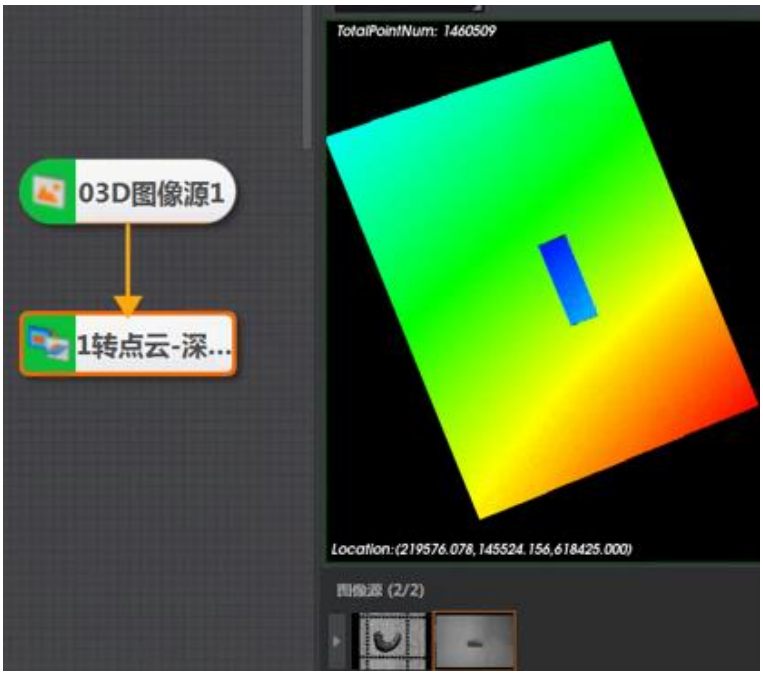


图14-519 使用方法

参数配置

以下仅介绍该模块的部分基本参数详情。

说明

- 其他基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示详情，请参见*结果显示*。

图像源

设置图像输入来源。

转换类型

可选择按ROI或按行转换，选择按行转换时需输入起始和终止行号。当起始和终止行号相等时，按ROI转换。

位姿调整

选择是否对点云位姿进行调整。开启位姿调整后，需选择**位姿类型**，存在如下类型。

- 欧拉位姿：通过欧拉位姿方式填入位姿调整信息，需填入或订阅x/y/z方向的平移和绕x/y/z旋转角度。
- 变换矩阵：通过变换矩阵方式填入位姿调整信息，需填入或订阅变换矩阵信息。

其他参数说明请参见*平面检测-深度图*。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出点云数据

POINTCLOUD型，输出的点云数据。

输出点云容量

int型，表示输出的点云的容量。

输出点云点数

int型，表示输出的点云中包含的点的总数。

输出法向量点数

int型，表示输出的点云中包含的法向量点的总数。

输出rgb数据点数

int型，表示输出的点云中包含的rgb数据点的总数。

输出拓展信息

PCDEXTINF型，点云数据的扩展信息。

输出拓展信息数据

输出坐标系类型

int型，表示输出点云坐标系的类型，1表示RGB相机坐标系，2表示深度图相机坐标系，3表示机器人坐标系，4表示工作台坐标系，5表示物体自身坐标系，6表示自定义坐标系。

输出尺寸标记

int型，表示是否输出点云尺寸，0表示不输出，1表示输出。

输出长度

float型，表示点云的长度。

输出宽度

float型，表示点云的宽度。

输出高度标记

int型，表示是否输出高度，0表示不输出，1表示输出。

输出高度

float型，表示点云的高度。

输出面积标记

int型，表示是否输出点云面积，0表示不输出，1表示输出。

输出点云面积

float型，表示点云的面积。

输出密度标记

int型，表示是否输出点云密度，0表示不输出，1表示输出。

输出点云密度

float型，表示点云的密度。

输出体积标记

int型，表示是否点云体积，0表示不输出，1表示输出。

输出体积

float型，表示点云的体积。

输出中心点标记

int型，表示是否输出点云中心点，0表示不输出，1表示输出。

输出中心点

输出中心点x

float型，表示点云中心点的x坐标。

输出中心点y

float型，表示点云中心点的y坐标。

输出中心点z

float型，表示点云中心点的z坐标。

输出凸包标记

int型，表示是否输出点云凸包，0表示不输出，1表示输出。

凸包

输出凸包点

输出凸包点x

float型，表示点云凸包点的x坐标。

输出凸包点y

float型，表示点云凸包点的y坐标。

输出凸包点z

float型，表示点云凸包点的z坐标。

输出凸包点数

int型，表示点云凸包点的总数。

输出外接矩标记

int型，表示是否输出点云外接矩形，0表示不输出，1表示输出。

输出外接矩角点

输出外接矩角点x

float型，表示点云外接矩形角点的x坐标。

输出外接矩角点y

float型，表示点云外接矩形角点的y坐标。

输出外接矩角点z

float型，表示点云外接矩形角点的z坐标。

输出矩形度标记

int型，表示是否输出点云矩形度，0表示不输出，1表示输出。

输出矩形度

float型，表示点云外接矩形与点云平面的比值。

输出平面标记

int型，表示是否输出点云平面，0表示不输出，1表示输出。

输出平面方程

PLANE3D型，输出的平面方程。

输出平面方程a

float型，表示平面方程系数A的值。

输出平面方程b

float型，表示平面方程系数B的值。

输出平面方程c

float型，表示平面方程系数C的值。

输出平面方程d

float型，表示平面方程系数D的值。

输出法向量标记

int型，表示是否输出点云法向量，0表示不输出，1表示输出。

输出法向量

输出法向量x

float型，表示法向量的x值。

输出法向量y

float型，表示法向量的y值。

输出法向量z

float型，表示法向量的z值。

输出坐标范围标记

int型，表示是否输出点云坐标范围，0表示不输出，1表示输出。

输出坐标范围

BOX3D型，包围盒的大小范围。

输出坐标范围Min_x

float型，表示点云x坐标最小值。

输出坐标范围Min_y

float型，表示点云y坐标最小值。

输出坐标范围Min_z

float型，表示点云z坐标最小值。

输出坐标范围Max_x

float型，表示点云x坐标最大值。

输出坐标范围Max_y

float型，表示点云y坐标最大值。

输出坐标范围Max_z

float型，表示点云z坐标最大值。

输出包围盒标记

int型，表示是否输出点云包围盒，0表示不输出，1表示输出。

输出包围盒角点

输出包围盒角点x

float型，表示点云包围盒角点的x坐标。

输出包围盒角点y

float型，表示点云包围盒角点的y坐标。

输出包围盒角点z

float型，表示点云包围盒角点的z坐标。

输出内切圆标记

int型，表示是否输出点云内切圆，0表示不输出，1表示输出。

内切圆

输出内切圆心

输出内切圆心x

float型，表示点云内切圆圆心的x坐标。

输出内切圆心y

float型，表示点云内切圆圆心的y坐标。

输出内切圆心z

float型，表示点云内切圆圆心的z坐标。

输出内切圆长轴

float型，表示点云内切圆圆心的长轴长度。

输出内切圆短轴

float型，表示点云内切圆圆心的短轴长度。

输出外接圆标记

int型，表示是否输出点云外接圆，0表示不输出，1表示输出。

外接圆

输出外接圆心

输出外接圆心x

float型，表示点云外接圆圆心的x坐标。

输出外接圆心y

float型，表示点云外接圆圆心的y坐标。

输出外接圆心z

float型，表示点云外接圆圆心的z坐标。

输出外接圆半径

float型，表示点云外接圆的半径长度。

输出位姿标记

int型，表示是否输出点云位姿，0表示不输出，1表示输出。

输出位姿

Matrix4型，表示4×4位姿矩阵，**输出位姿*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

输出位姿*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4位姿矩阵的16个值中的其中一个。

输出类别标记

int型，表示是否输出点云类别，0表示不输出，1表示输出。

所属类别

int型，为深度学习模型自定义内容。

输出量纲标记

int型，表示是否进行过量纲变换，0表示未进行过，1表示进行过。

输出缩放系数

float型，表示点云的量纲转换系数。

14.13.6 转RGB-深度图

转RGB-深度图模块用于将激光轮廓传感器深度图转换为RGB图像。
本节内容包含：
模块原理使用方法参数配置模块结果

模块原理

*转RGB-深度图*模块将深度值通过伪彩色编码映射到RGB色彩空间，不同的深度值可以用不同的颜色区分，便于您直观地分析深度数据，快速识别物体的三维结构和空间布局。深度图转换前后对比如下图所示。

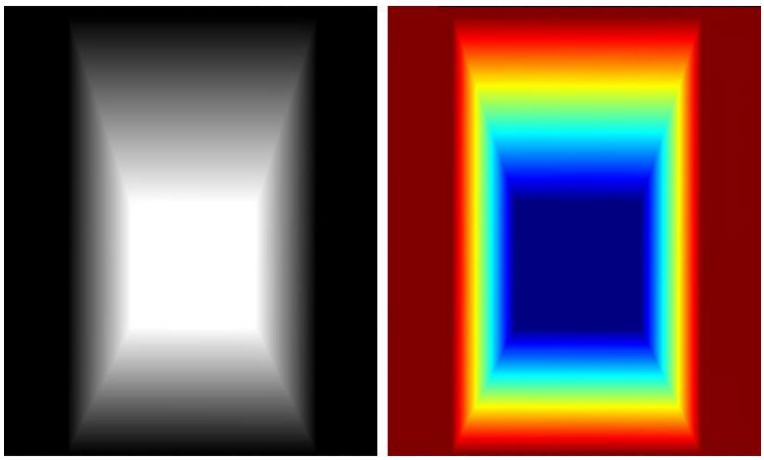


图14-520 深度图转RGB

使用方法

使用*转RGB-深度图*模块前需要使用*3D图像源*模块，用于输入激光轮廓传感器深度图，方案流程示例如下。

图14-521 流程示例

参数配置

双击*转RGB-深度图*模块，配置如下参数。

图像源

设置图像输入来源。

深度值范围

设置进行映射的深度值范围。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

14.13.7 间隙填充-深度图

间隙填充模块可填充深度图数据中的无效点。通过统计深度图上的空洞，对连续长度小于设定阈值，且两侧非空点高度差小于一定阈值的点进行线性插值，再根据间隙附近的像素点信息进行填充，从而得到更完整的深度图。填充效果如下图所示。

本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

图14-522 间隙填充执行效果

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示详情，请参见*结果显示*。

图14-523 间隙填充运行参数

填充方式

可选仅填充X方向、仅填充Y方向、填充X和Y方向。

X填充

X方向上连续无效点数低于设置的参数值时，则进行填充。

Y填充

Y方向上连续无效点数低于设置的参数值时，则进行填充。

线性插值阈值

当需填充的连续无效点两端高度差低于设置的数值时，通过线性插值的方式进行填充。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8）**即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系

数，2、3为切向畸变系数。

14.13.8 插值填充-深度图

插值填充模块主要用于提高或降低深度图的X/Y分辨率。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

插值填充对深度图上两个已知的深度值间运用线性插值法，插入多个深度值，得到分辨率更高的深度图，如下图所示。

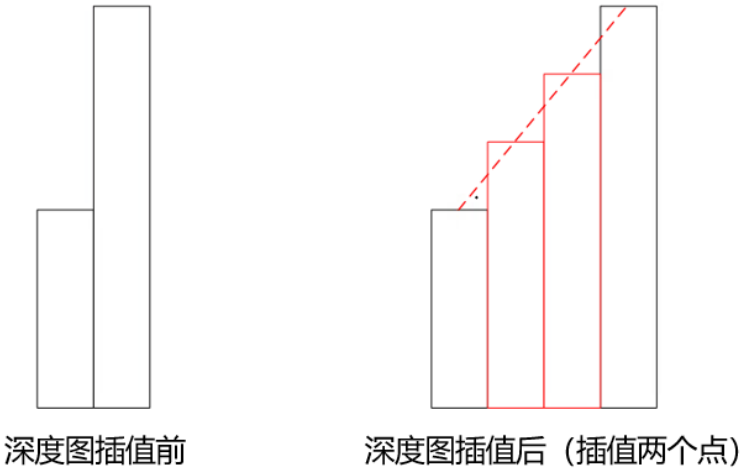


图14-524 插值填充

降采样与插值填充过程相反，在多个深度值间删除某些深度值，得到分辨率更低的深度图。
插值填充和降采样都会改变深度的尺度（scale）。

使用方法

使用*插值填充-深度图*模块前需要使用*3D图像源*模块，用于输入深度图；后序模块请根据实际使用场景选择深度图相关模块。流程示例如下图所示。

图14-525 流程示例

参数配置

双击*插值填充-深度图*模块，配置如下参数。

说明

结果显示详情，请参见*结果显示*。

基本参数

基本参数处可设置图像输入来源；另外还需进行ROI区域设置，具体介绍请参考*平面检测-深度图*。

运行参数

填充方式

可选择如下两种方式。

- 插值：对ROI区域的深度图进行像素插值，用于提高深度图的分辨率。
- 降采样：对ROI区域的深度图进行像素删除，用于降低深度图的分辨率。

X插值填充

在X方向，进行像素插值或降采样的倍数值，根据此参数成倍扩大或缩小深度图像在X方向的分辨率。

Y插值填充

在Y方向，进行像素插值或降采样的倍数值，根据此参数成倍扩大或缩小深度图像在Y方向的分辨率。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8）**即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系

数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.13.9 截取-深度图

截取-深度图模块可将测量区域裁剪出来，作为一幅新的深度图。截取之后，原本的坐标系会发生变化，无法与原图保持一致。

本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

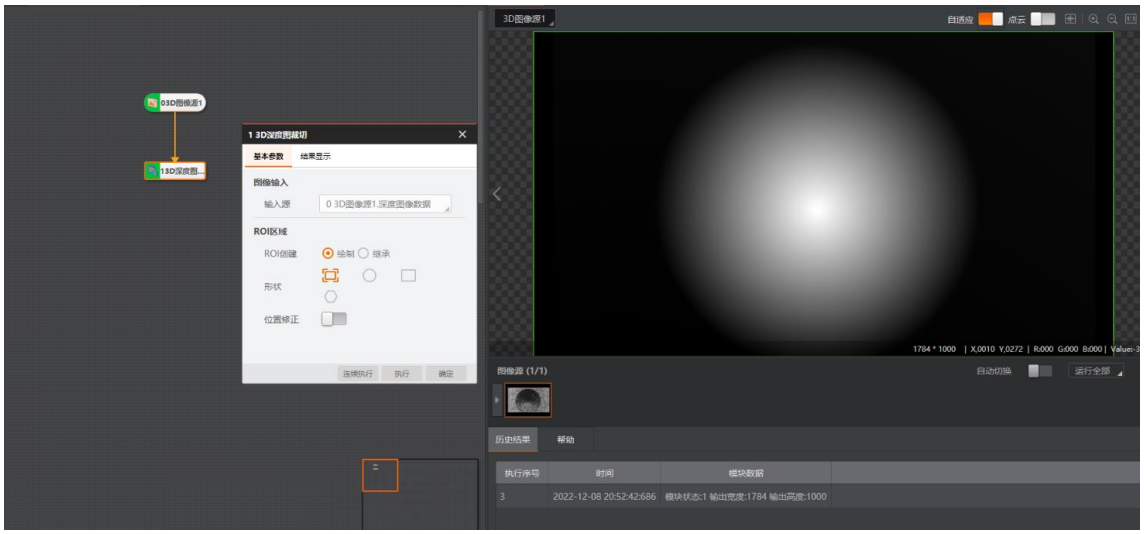


图14-526 截取执行效果

参数配置

该模块的参数需进行以下配置。

图像输入

有关**图像源**的设置，请参考*平面检测-深度图*。

ROI创建

有绘制和继承两种创建方式，设置后对应工具只会对ROI区域内的图像进行处理。

绘制

自定义绘制区域，对应四个形状，从左到右依次是全选、框选圆形感兴趣区域、框选矩形感兴趣区域和框选多边形感兴趣区域。

继承

可继承前面模块的某个特征区域，可以按矩形区域、矩形参数或者圆形区域、圆形参数继承。

位置修正

开启后可起到位置修正的作用，可选择进行2D或3D类型的位置修正，具体用法请见*位置修正*和*位置修正-深度图*模块。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8）**即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.13.10 转换-深度图

转换-深度图模块可对深度图进行转换，包括翻转、平移、转置和取反等。
本节内容包含：
使用方法配置参数模块结果

使用方法

使用*转换-深度图*模块前需要使用*3D图像源*模块，用于输入深度图；后序模块请根据实际使用场景选择深度图相关模块。流程示例如下。

图14-527 转换深度图

配置参数

双击*转换-深度图*模块，配置如下参数。

基本参数

基本参数处可设置图像输入来源，具体介绍请参见*平面检测-深度图*模块。

运行参数

运行参数处可设置深度图转换类型，包括以下几种。

- 上下翻转：对深度图进行上下翻转。
- 左右翻转：对深度图进行左右翻转。
- XY方向转置：对深度图的X和Y方向进行转置。
- XY方向平移：对深度图进行平移，此转换类型需设置X/Y方向偏移量。
- 取反：对深度图做深度值取反操作。
- 取绝对值：对深度图做深度值取绝对值操作。
- 上下翻转并取反：对深度图进行上下翻转，并对深度图做深度值取反操作。
- 左右翻转并取反：对深度图进行左右翻转，并对深度图做深度值取反操作。
- XY转置并取反：对深度图的X和Y方向进行转置，并对深度图做深度值取反操作。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15**）即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8**）即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

14.13.11 滤波-深度图

滤波模块可对深度图进行降噪处理，修复和改善深度图中存在的噪声和黑洞现象，使成像效果更佳。滤波效果如下图所示。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

图14-528 滤波执行效果

参数配置

基本参数设置方法请见*平面检测-深度图*模块。
运行参数处可设置以下参数。

图14-529 滤波运行参数

滤波类型

可选**高斯滤波**、**中值滤波**、**均值滤波**、**高斯滤波-内外权重调换**和**保边滤波**进行降噪处理。

滤波宽度/高度

设置的区域为每个点进行滤波时的参考窗口，以该区域内的点作为滤波时的依据。

高斯标准差

仅在图像**滤波类型**选择**高斯滤波**时可设置。标准差越大，效果越接近均值滤波；标准差越小，越倾向于保留原始值。

高斯滤波核

仅在图像**滤波类型**选择**高斯滤波**时可设置，此为高斯滤波时的滤波窗口大小，设置的数值为正方形的边长。

标准差阈值

仅在图像**滤波类型**选择**保边滤波**时可设置。**标准差阈值**越大，滤波强度越大。

衰减等级

仅在图像**滤波类型**选择**保边滤波**时可设置。**衰减等级**越小，滤波强度越大。

说明

一般推荐使用中值滤波。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8）**即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系

数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。

若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.13.12 法向量滤除-深度图

法向量滤除-深度图模块计算深度图各有效点的法向量与Z轴夹角，滤除大于设定阈值的夹角点，从而实现过滤杂点。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

通过计算深度图各有效点的法向量与Z轴夹角，若夹角大于设定的阈值，则置为无效点。
法向量滤除模块处理效果如下图所示。

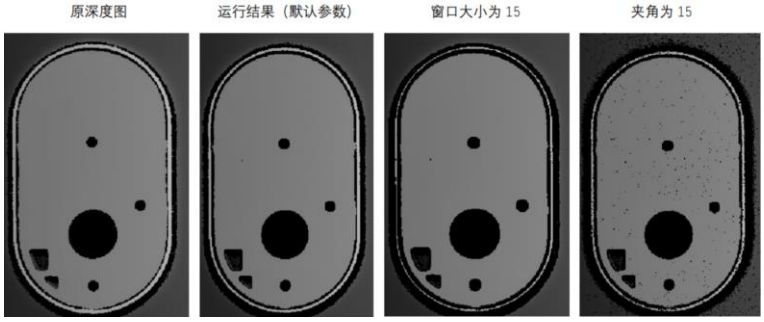


图14-530 法向量滤除

使用方法

使用*法向量滤除-深度图*模块前需要使用*3D图像源*模块，用于输入深度图；后序模块请根据实际使用场景选择深度图相关模块。

参数配置

双击*法向量滤除-深度图*模块，配置如下参数。

基本参数

基本参数设置方法请见*平面检测-深度图*模块。

运行参数

运行参数可设置以下参数。

- 法向量类型：有如下类型。
  - X方向：沿着X轴进行法向量计算和滤除。
  - Y方向：沿着Y轴进行法向量计算和滤除。
  - XY方向：在XOY这个平面内进行法向量计算和滤除。
- 滤除窗口大小：计算法向量时的邻域窗口尺寸，可调整图像边缘滤除的程度。
- 滤除Z轴夹角：法向量与Z轴夹角大于该参数值的像素点，会被滤除。可调整图像整体滤除的程度。

掩膜形态窗口：设置掩膜窗口的大小，对经过法向滤除的结果进行噪点过滤，0表示不过滤，其他值指窗口大小。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8）**即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系

数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.13.13 掩膜滤波-深度图

掩膜滤波-深度图模块可根据输入的掩膜，将亮度图和RGBD深度图中对应的掩膜为0的位置设置为无效值，如下图所示。

本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

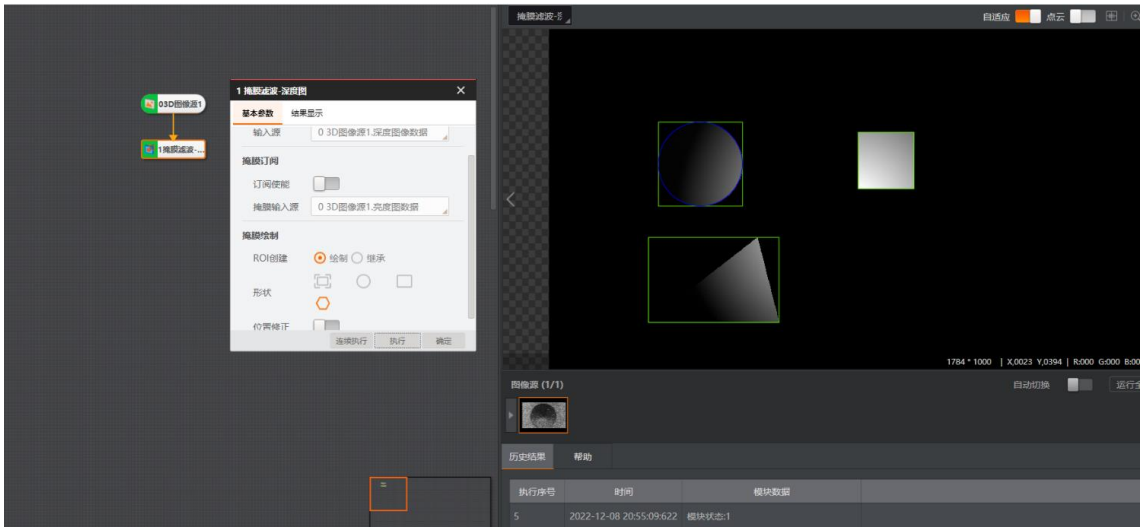


图14-531 掩膜滤波执行效果

参数配置

基本参数处可设置**图像输入**、**掩膜订阅**和**ROI区域**。

图像输入

为当前模块设置图像**输入源**。

掩膜订阅

开启**订阅使能**后，可选择**掩膜输入源**，从而使后续功能在掩膜图上进行各种处理操作。

ROI区域

可在图像上绘制掩膜ROI，具体操作请参考*平面检测-深度图*模块中ROI区域创建方法。

运行参数处可设置**掩膜反向**、**RGB图滤波**和**掩膜有效灰度**。

图14-532 掩膜滤波执行参数

掩膜反向

是否对掩膜图进行取反操作。开启后，可去除掩膜区域，保留其余部分。

RGB图滤波

是否对RGB图进行掩膜滤波。

掩膜有效灰度

自定义（支持直接输入、箭头调整、拖动滑块）或订阅前序模块修改**掩膜有效灰度**，输入图像中大于该值的像素位置将被保留。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15**）即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8**）即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.13.14 杂点过滤-深度图

杂点过滤模块可去除深度图中的杂点区域。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

参数配置

基本参数处可设置**图像输入来源**；另外还需进行**ROI区域**设置。

ROI创建

有绘制和继承两种创建方式，设置后对应工具只会对ROI区域内的图像进行处理。

绘制

自定义绘制区域，对应四个形状，从左到右依次是全选、框选圆形感兴趣区域、框选矩形感兴趣

区域和框选多边形感兴趣区域。

继承

可继承前面模块的某个特征区域，可以按矩形区域、矩形参数或者圆形区域、圆形参数继承。

位置修正

开启后可起到位置修正的作用，可选择进行2D或3D类型的位置修正，具体用法请见*位置修正*和*位置修正-深度图*模块。

运行参数处可设置**杂点过滤宽度/高度**，当杂点区域的宽度和高度低于所设置的数值时，该部分杂点视为无效。

图14-533 杂点过滤运行结果

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15**）即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8**）即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.13.15 基准矫正-深度图

基准矫正模块可基于输入的变换矩阵，对深度图进行坐标系变换。前置模块一般为**深度图匹配**或**坐标系构建**。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

参数配置

该模块的参数需进行以下配置。

- 基本参数

图像输入

图像源的设置方法请参考*平面检测-深度图*。

位置修正

位置修正类型可选**2D**或**3D**，不同选项对应不同修正信息参数。

2D

2D位姿矫正的输入来自**模板匹配**模块。

3D

3D位姿矫正的输入可来自**深度图匹配**模块，可将深度图按照输入位置进行偏移。输入也可来自**坐标系构建**模块，按照其构建的3D变换矩阵进行基准矫正，如下图所示。

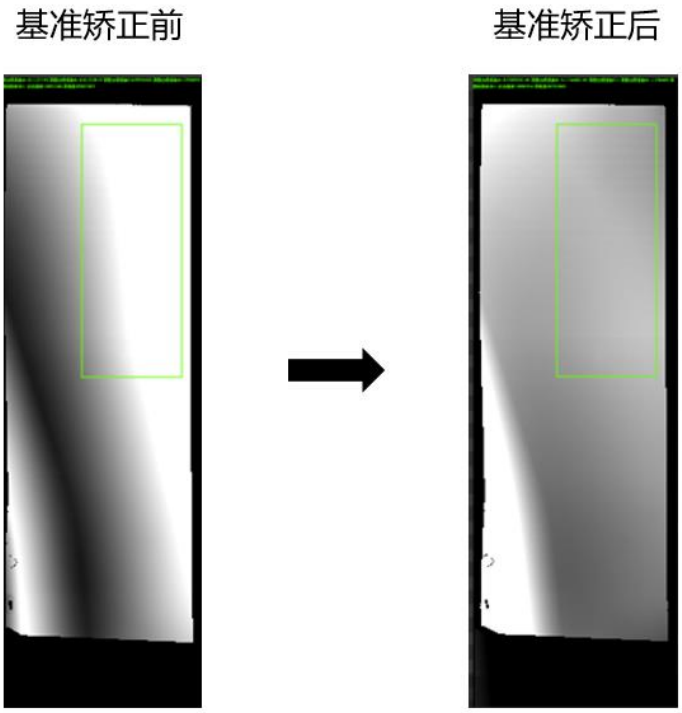


图14-534 3D位姿矫正执行效果

- 运行参数

填充点数

深度图在基准矫正之后，可能会出现空洞。**填充点数**指对这些空洞进行填充的最大点数。

图像偏置使能

选择是否保证输入图像中模版特征的像素坐标保持不变。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15**）即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8**）即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

14.13.16 差分-深度图

差分模块可比较测量深度图和模型图的差异，差分得到残差图，如下图所示。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

图14-535 差分执行效果

参数配置

基本参数处需要进行**图像输入**和**ROI区域**设置。

图像输入

具体介绍请见*平面检测-深度图*模块。

ROI区域

若开启继承建模矩形，则直接使用建模的ROI，此时绘制的ROI及配置的位置修正均不生效；若不开启，可进行ROI创建和位置修正，具体介绍请见*平面检测-深度图*模块。

特征模板处可创建模板并进行相关配置，具体操作方法可参考*匹配-深度图*模块。
运行参数处可设置以下参数。

邻域窗口宽度

计算残差值时，会统计邻域内与该像素深度值最接近的模型深度值，进行差分计算。

场景无效值

对于某个像素点而言，当模型深度图有效，但场景图无效时，会将残差值置为该参数值。

法向量修正

建模会计算法向量，该参数指是否使用“法向量与z轴夹角的余弦值”作为修正系数。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15**）即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8**）即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.13.17 单数据源拼接-深度图

单数据源拼接可针对单个相机或本地图，通过多次扫描得到多张深度图，拼接成一张大的深度图，如下图所示。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

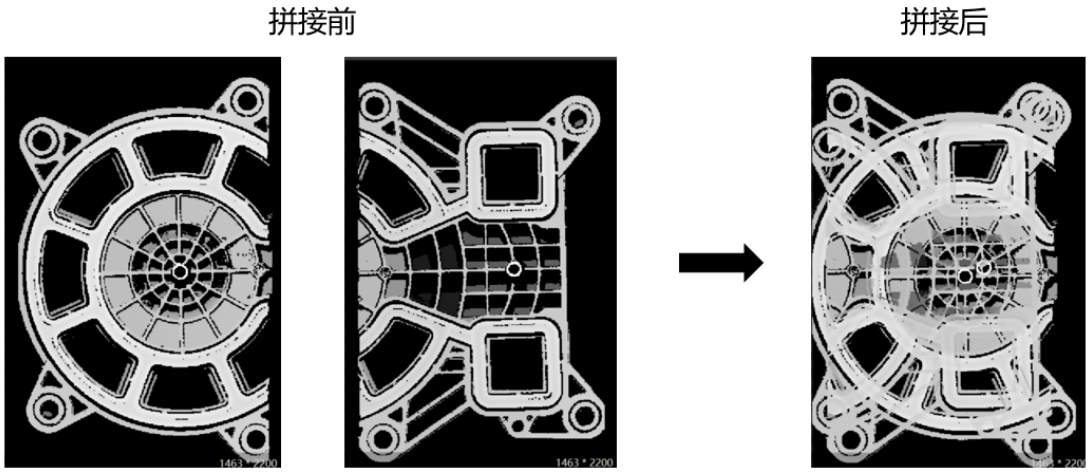


图14-536 单数据源拼接执行效果

参数配置

基本参数包括**图像输入**和**基本配置**。

图像输入

选择需要进行拼接的数据源。

基本配置

若开启**整体拼接使能**，则在图片数量达到设定的拼接数目后进行拼接输出；若不开启，则来一张图片进行一次拼接。**拼接类型**包含以下三种。

输入位姿

选择此类型时算法不做修正，直接设置拼接数目进行拼接。

相邻帧重叠区域

相邻扫描行程会有公共区域，该模式会使得相邻帧的重叠区域点云尽可能重合。选择此类型时还可设置是否保存模型，并为模型文件指定保存路径。

模型拼接

可选择相邻帧重叠区域模式下保存的模型用于拼接，该模式会使得拼接结果尽可能与模型重合。操作时需要先通过相邻帧重叠区域拼接类型进行拼接，并保存相应模型；再将拼接类型切换至模型拼接，导入之前保存的模型进行拼接。

清空图片使能

是否开启远程清空图像功能。开启后，可在*全局触发 → 字符串触发*中添加清空图像的触发字符，远程清空图像，如下图所示。

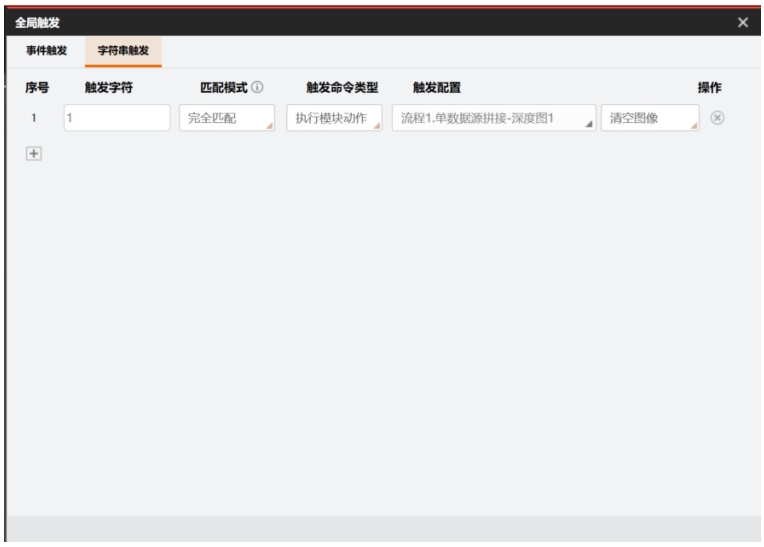


图14-537 远程清空图像功能

清空图像

点击后可手动清空已完成拼接的图像。

运行参数处需要设置以下参数。

图14-538 单数据源拼接运行参数

最大迭代次数

点云配准的迭代次数。

金字塔层数

点云配准的加速层级，金字塔层数越高，加速越快

图片列表

从下拉列表中选择用于拼接的图片。

扫描方向

运行方向与相机Y轴正向一致时选择Y轴正向，反之选择Y轴反向。

TX/TY/TZ

设置该图片的平移偏移量（单位：um）。

RX/RY/RZ

设置该图片的角度偏移量。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

当前图像个数

int型，表示当前图像是所有图像中的第几个。

图像总个数

int型，表示图像的总个数。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8）**即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

14.13.18 多数据源拼接-深度图

多数据源拼接模块可针对多个相机或本地图进行拼接，使用前需要先完成拼接标定操作。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

图14-539 多数据源拼接执行效果

参数配置

基本参数处可进行输入源设置，最少设置1个，最多支持10个。当设置多个输入源时，输入源类型需相

同。
运行参数包含**运行参数**和**图片参数**，其中**图片参数**具体介绍请见*单数据源拼接-深度图*模块。

图14-540 多数据源拼接运行参数

融合方式

即图片重合区域的计算方式，包含以下4种。

最远点

取Z坐标最大值。

最近点

取Z坐标最小值。

均值

取最远点和最近点的均值。

差值

取最远点和最近点的差值，通常用于厚度测量。

交集

取最远点和最近点的交集。

主深度图

需选择一个数据源作为拼接时的主深度图。

X/Y/Z方向偏移

设置图片拼接时在X/Y/Z方向的偏移量。

拼接尺寸模式

选择自动模式时，拼接后图像大小将自动生成；选择手动模式时，可自行设置拼接后图像的宽度和高度。

自适应修正

开启后，可自动对齐Y方向。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8）**即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

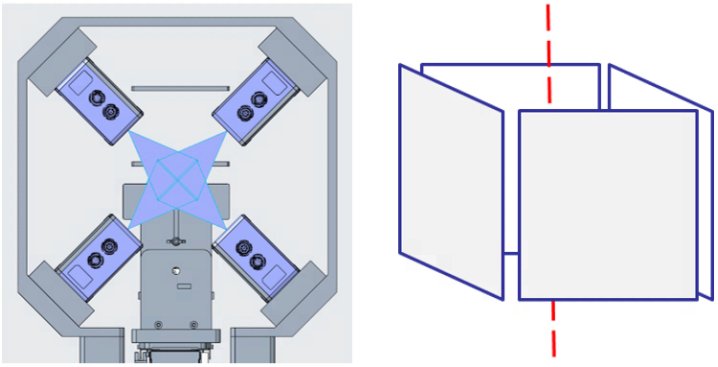
double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

14.13.19 环视拼接投影-深度图

环视拼接投影-深度图模块用于大型工件环视测量。
本节内容包含：
模块原理使用方法配置参数模块结果

模块原理

针对多相机环视拼接的深度图（点云），通过ROI选定横截面，最小二乘法计算这部分点云的中心轴线，拼接好的工件点云沿中心轴方向投影，提取ROI该位置的点云的的剖面图。基于此剖面图可以进行工件的外径、内径、边长等尺寸测量，从而实现对大型工件环视测量。
需使用环视工装（如下图a所示）采集中心对称的工件深度图，将标定好的多相机在主相机坐标系下进行拼接（如下图b所示），沿着计算好的中心轴线得到的剖面图可进行尺寸测量。



（a） （b）

图14-541 模块原理

使用方法

使用环视拼接投影-深度图前需要使用*3D图像源*模块，用于输入轮廓仪或RGB-D深度图，输入的深度图数量需大于1，旋转角度与标定时设置的一致，且角度的顺序应与深度图对应，默认第一张深度图为主相机

（旋转角度为0）；可后置2D*图像二值化*模块进行基于投影剖面图的测量，流程示例如下。

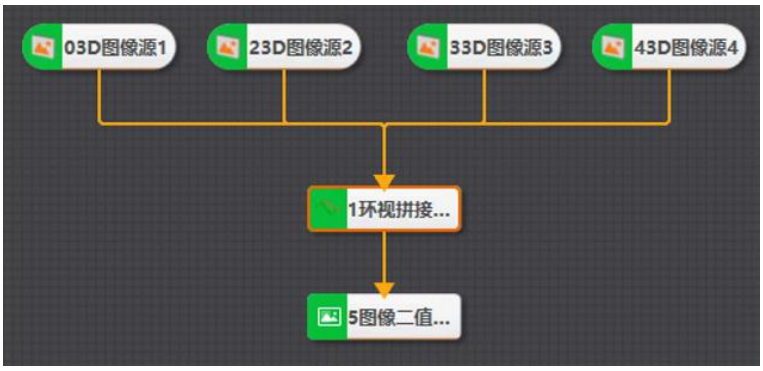


图14-542 流程示例

配置参数

双击*环视拼接投影-深度图*模块，配置如下参数。

图像源

设置图像输入来源，输入的深度图数量需大于1。

角度

设置相对主相机的绕y轴的旋转角度，需与标定时设置的一致，且角度的顺序应与深度图对应，默认第一张深度图为主相机（旋转角度为0）。

ROI

设置有效区域，用于提取指定位置的剖面图。ROI位置不同剖面图不同，建议仅截取需要测量的部分，ROI在第一张深度图上绘制。

灰度图尺度

灰度图分辨率，尺度越大工件在图像中越小，实际值为2D图像测量值*尺度。最小值为-500，默认值为50，最大值为500（单位：um）。

参数配置示例如下图所示。

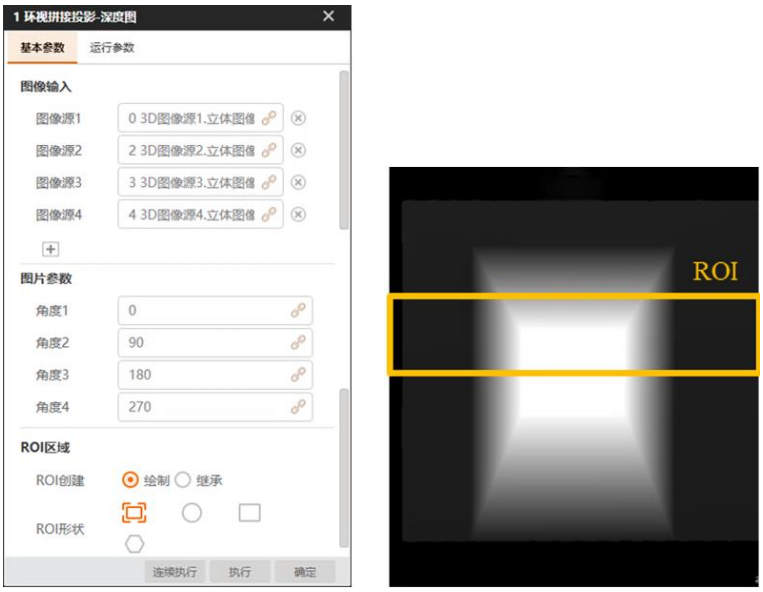


图14-543 参数示例

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

14.13.20 坐标系构建-深度图

坐标系构建-深度图模块可以输出齐次矩阵信息，用于后续模块进行3D位姿变换。

本节内容包含：

模块原理使用方法参数配置模块结果

模块原理

*坐标系构建-深度图*模块通过设定基准面、旋转中心、欧拉角来手动构建3D位姿变换（深度图匹配结果）的功能，输出4×4的齐次位姿矩阵，可以被基准矫正、位置修正等模块订阅。主要有如下3种构建方法：

- 点面法先进行平面检测获取基准面，统计测量取点，这个点在平面上的投影点作为旋转中心，构建位姿变换矩阵。常常与基准矫正配合，来实现将平面固定为XOY平面的效果。
- 欧拉角+偏移法将欧拉角按照先RX旋转、再RY旋转、最后RZ旋转的顺序转化为齐次矩阵左上角的3×3旋转矩阵，再将偏移直接作为齐次矩阵右上角3×1的平移矩阵。
- 欧拉角+旋转中心法旋转矩阵先RX旋转、再RY旋转、最后RZ旋转的顺序构建，偏移是通过旋转中心经过位姿变换后坐标不变的方式确定。

使用方法

使用*坐标系构建-深度图*模块需根据不同的构建输入类型及实际使用场景选取前、后置模块，如下流程示例演示点面法，前置模块为*3D图像源 → 平面检测-深度图 → 统计测量-深度图*；后置模块为*基准矫正-深度图*。

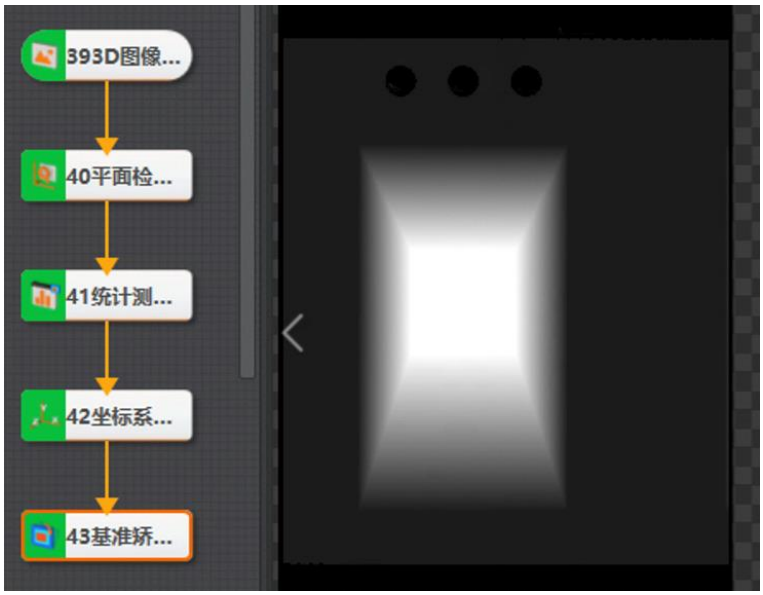


图14-544 流程示例

参数配置

双击*坐标系构建-深度图*模块，配置如下参数。

图像源

进行图像输入源设置。

构建输入类型

需根据不同的构建输入类型进行相关数据的输入，有如下类型可选。

- 点、线、面：平面法向量作为Z轴，直线在平面上的投影作为X轴，构建新坐标系。 需输入点、线和面的信息。
- 点、面：平面法向量作为Z轴，如果输入平面与原X轴不垂直，原X轴在输入平面上的投影作为新坐标系的X轴；如果输入平面与原X轴垂直，原Y轴在输入平面上的投影作为新坐标系的Y轴。需输入点和面的信息。
- 点、线：直线向量作为X轴，在原z=0平面内找到一条与输入直线垂直的直线作为Y轴，构建新坐标系。需输入点和线信息。

- 欧拉角：进行欧拉位姿变换和平移，此时需设置欧拉角位姿平移偏移量TX/TY/TZ和欧拉角位姿旋转偏移量RX/RY/RZ。
- 欧拉角+旋转中心：进行欧拉位姿变换和平移，此时需设置欧拉角位姿平移偏移量TX/TY/TZ和欧拉角位姿旋转偏移量RX/RY/RZ。
- 点、线、线：直线1的方向向量作为X轴，直线1与直线2方向向量的叉乘作为Y轴，构建新坐标系。需输入点和线的信息。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

齐次矩阵信息

string型，齐次矩阵构造的一个字符串信息。

3D变换矩阵

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**矩阵*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

矩阵*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

14.13.21 路径生成

路径生成模块通过输入路径形状（直线、弧形、自由形状等）信息，在路径曲线上每隔**路径点间隔**采样一个路径点，并计算该点的法向量，最终输出一组路径点（坐标+法向量）。路径点是一种感兴趣区域，目前路径点主要用于在轮廓截取-深度图中标识截取位置和方向。

本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

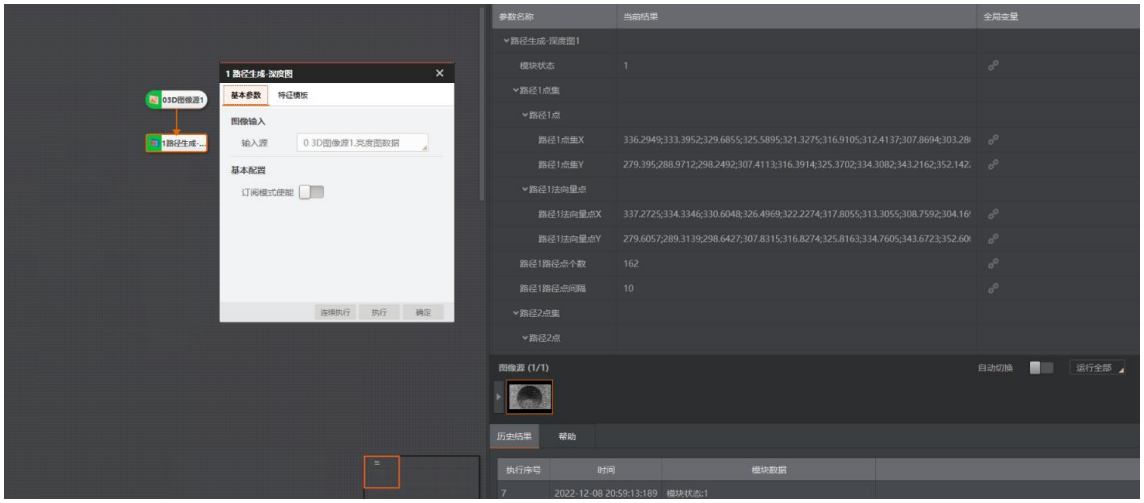


图14-545 路径生成执行效果

参数配置

该模块的参数需进行如下设置。

- 基本参数

输入源

设置图像的输入来源，具体介绍请参考*平面检测-深度图*。

订阅模式使能

开启后，可从前序模块订阅相关配置。**路径生成类型**可选**直线路径**、**矩形路径**、**圆弧路径**、**水平路径**、**自由路径**和**单点路径**。不同路径类型下，需设置的基本配置也不同。

说明

为避免路径配置冲突，**订阅模式使能**开启后，**特征模板**窗口显示为空。只有关闭**订阅模式使能**，才能通过**特征模板**窗口配置路径。

特征模板可以对图像特征进行提取，初次使用时需要创建并编辑模板。选中需要编辑的模板区域，配置好参数后单击*确定*即可，如下图所示。

图14-546 路径生成模板配置过程

模板配置里区域3的快捷键从左到右依次为移动图像、创建直线路径、创建圆形路径、创建自由路径、创建扇形路径、创建矩形路径、生成模型、清空、放大图像、缩小图像、自适应显示、全屏显示。

以矩形路径创建为例，其绘制方法如下：

单击⬚后，在预览窗口的图像上选中某一点，按住鼠标左键并拖动，即可完成绘制。绘制后，选中矩形区域，可调整位姿、大小和圆角的圆形度，具体操作如以下视频所示。

创建掩膜区域后，选中图像后右键单击可进行*保存原始图*、*ROI锁定*和*ROI解锁*。

模板中还可配置**路径点间隔**，单位为像素。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

路径*点集（*代表1~10）

PATHPOINT3D型，包含10条路径的点集。

路径*点

路径*点集X

float型，路径点的X坐标。

路径*点集Y

float型，路径点的Y坐标。

路径*法向量点

路径*法向量点X

float型，路径点法向量的x值。

路径*法向量点Y

float型，路径点法向量的y值。

路径*路径点个数

int型，输出的路径曲线上路径点的个数。

路径*路径点间隔

float型，输出的路径曲线上路径点之间的间隔。

总路径点

总路径点

总路径点X

float型，总路径点的X坐标。

总路径点Y

float型，总路径点的Y坐标。

总法向量点

总法向量点X

float型，总路径点法向量的x值。

总法向量点Y

float型，总路径点法向量的y值。

14.13.22 路径还原

路径还原模块用于将轮廓截取处理后的点坐标，还原为处理之前图像的对应坐标。
本节内容包含：
模块原理使用方法配置参数模块结果

模块原理

图像经过截取之后，其图像坐标系就已经发生了变化，在截取图像上定位出来的特征点是表示在截取图像坐标系下，难以对应到原始的图像中。*路径还原*模块所做的工作就是找到截取图像上的原始图对应点，其整体流程、运算过程与*轮廓截取-深度图*完全相反，还原效果如下图所示。

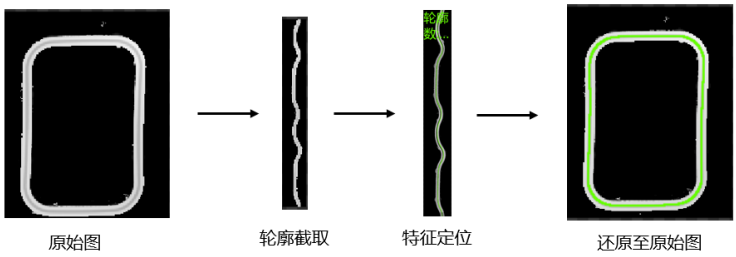


图14-547 路径还原效果

使用方法

使用*路径还原*模块前需要使用*3D图像源*、*路径生成*、*轮廓截取-深度图*和*特征定位-轮廓图*模块，对特征定位的结果进行路径重建，*路径还原*模块将截取深度图上的缺陷显示到原图上；后续可以通过多次路径生成、轮廓截取、特征定位、路径生成、轮廓截取的过程，得到更符合实际形状的截取深度图。流程示例如下图所示。

图14-548 流程示例

配置参数

双击*路径还原*模块，配置如下参数。

图像源

设置图像输入来源。

路径点

用于计算原图的点坐标，来自*路径生成*模块。

X截取间隔

设置在还原一行轮廓时，x方向的采样间隔，单位为像素。此参数必须与*轮廓截取-深度图*模块的一致，否则还原出来的路径点有误。

左侧截取长度

轮廓截取时配置的左侧截取长度（单位为像素），用于计算还原点的坐标。此参数必须与*轮廓截取-深度图*模块的左侧截取长度一致，否则还原出来的路径点有误。

重建点

基于深度图轮廓截取输出图的点。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

重建点输出

重建点X

float型，输出还原后点的X坐标。

重建点Y

float型，输出还原后点的Y坐标。

重建法向量

float型，输出还原后点的方向向量。

转换点数

int型，输出重建点的个数。

14.13.23 轮廓截取-深度图

轮廓截取模块可根据路径点截取一段轮廓。通过输入一组路径点集合，将输出一组轮廓组成的深度图，每一行即对应每个路径点截取的轮廓。

本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

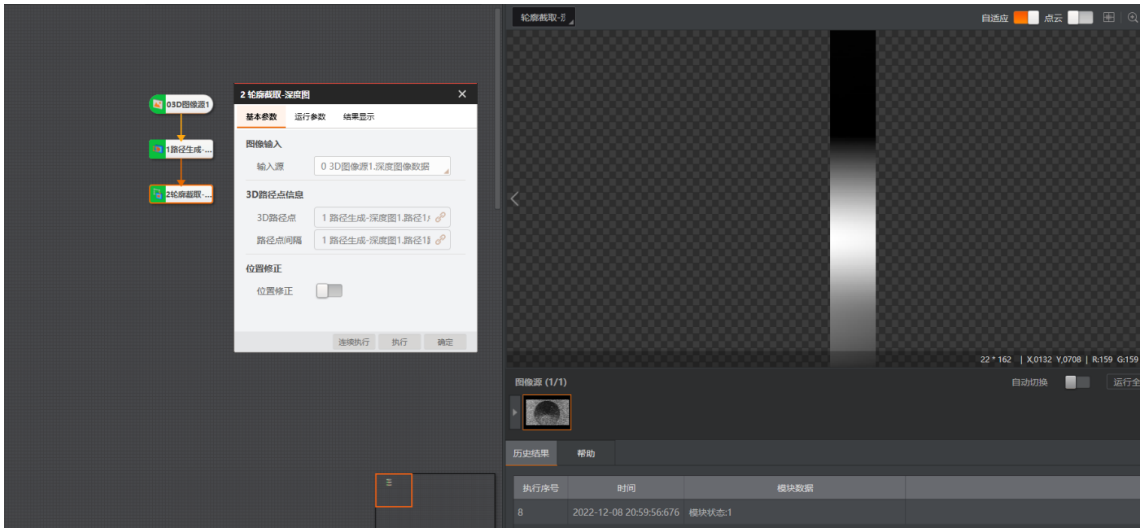


图14-549 轮廓截取执行效果

参数配置

基本参数处可设置**图像输入来源**、**3D路径点信息**和**位置修正**。其中**图像输入**和**位置修正**具体介绍请见*匹配-深度图*章节。

3D路径点信息包括**3D路径点**和**路径点间隔**，即路径生成模块输出的路径点集及其像素间隔。此处路径点间隔只用于设置轮廓截取输出深度图的y方向尺度信息。

图14-550 轮廓截取运行参数

运行参数处可设置以下参数。

X截取间隔

在截取一行轮廓时，x方向的采样间隔，单位为像素。

左/右侧截取长度

以路径点为中心，定义当前点的法向量方向为右侧，反方向为左侧。截取长度为两侧需要截取的轮廓在原图上的像素数量。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15**）即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8**）即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

14.13.24 高度抽取-深度图

高度抽取-深度图模块可对深度图进行抽取。
本节内容包含：
使用方法参数配置模块结果

使用方法

使用*3D图像源*模块输入深度图，在*高度抽取-深度图*模块前还需根据模块的抽取类型选用不同的模块。对一个图像分别选用5种抽取类型进行处理，方案流程如下图。

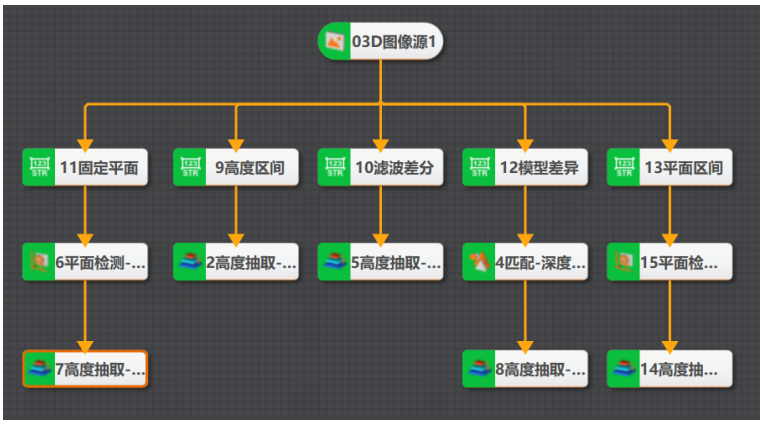


图14-551 高度抽取

不同抽取类型处理后的效果如下图所示。

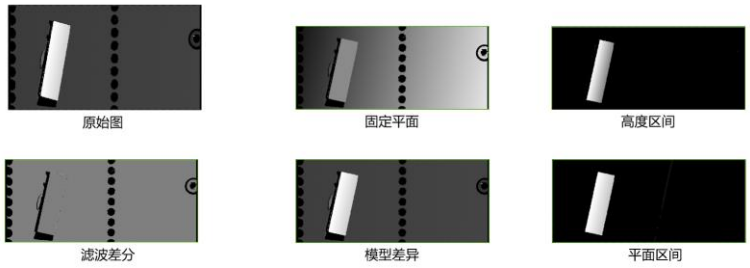


图14-552 高度抽取效果

参数配置

双击*高度抽取-深度图*模块，配置如下参数。

基本参数

基本参数处需要完成*基本配置*、*图像输入*和*ROI区域*设置，*基本配置*介绍如下，其余内容介绍请参见*平面检测-深度图*模块。

基本配置中可设置**抽取类型**，有如下类型。

- 固定平面：将点到基准面的距离作为深度值输出（点面距离图），此时可选择直接按面输入或按平面方程系数输入。
- 高度区间：需设置最低值和最高值，将保留位于高度区间内的深度数据，其余置为无效值（原图筛选）。
- 滤波差分：滤波后的深度值与原值的差作为深度值输出（残差图）。
- 模型差异：将到最近点的法向距离作为深度值输出（残差图）。选择此类型时需要进行特征模板设置，具体操作方法可参考*匹配-深度图*模块。
- 平面区间：计算点到基准面的距离，将指定区间内的距离作为深度值输出。需按面输入或按平面方程系数输入面，同时需设置最低值和最高值。

运行参数

运行参数处可设置Z偏置类型、多尺度窗口数和滤波类型。

Z偏置类型

包括自适应计算和外部定义。

- 自适应计算：由内部自动计算Z尺度和Z偏置。
- 外部定义：可以自定义输出深度图的Z尺度和Z偏置。

多尺度窗口数

在图像处理过程中多尺度窗口的数量。

说明

抽取类型选择**固定平面**、**高度区间**、**模型差异**或**平面区间**时，需配置此参数。

滤波类型

可选**均值滤波**、**高斯滤波**、**中值滤波**等进行降噪处理，具体介绍请参考*滤波-深度图*。

说明

抽取类型选择**滤波差分**时，可配置此参数。

均值多尺度宽

设置滤波窗口的宽度范围。

说明

抽取类型选择**滤波差分**时，可配置此参数。

均值多尺度高

设置滤波窗口的高度范围。

说明

抽取类型选择**滤波差分**时，可配置此参数。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

参考点

参考点X

float型，代表每个参考点的X坐标。

参考点Y

float型，代表每个参考点的Y坐标。

匹配点

匹配点X

float型，表示每个匹配点的X坐标。

匹配点Y

float型，表示每个匹配点的Y坐标。

旋转角度

float型，代表BOX的角度。新深度图中的像素点，经过此位置修正可以获取在原图中的像素坐标。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8）**即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系

数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.13.25 ROI转掩膜

ROI转掩膜模块可将深度图的ROI区域转换为掩膜，如下图所示。输出的掩膜可通过二值化模块进行取反操作，也可通过深度图运算的和、与、非进行掩膜融合。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

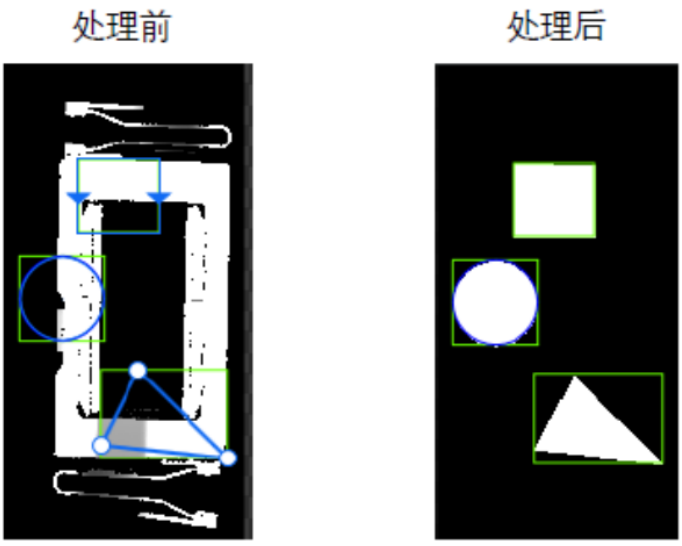


图14-553 ROI转掩膜执行效果

参数配置

基本参数处的**图像输入**和**ROI区域**设置方法请参考*平面检测-深度图*。
ROI区域中还可自定义最多32个顶点的多边形屏蔽区，屏蔽区的图像不会被处理。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

屏蔽区多边形

表示图像中需屏蔽的ROI区域（不进行检测）。

多边形点数

int型，表示屏蔽区多边形的顶点个数。

多边形点集

多边形点X

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的X坐标。

多边形点Y

float型，表示绘屏蔽区多边形各个顶点的Y坐标。

14.13.26 柔性矫正-深度图

柔性矫正-深度图模块可对深度图中的变形区域进行针对性矫正。
本节包含如下内容：

- *使用场景*
- *模块原理*
- *使用方法*
- *特征模板*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

柔性矫正-深度图模块的数据处理过程如下：

1. 获取**匹配-深度图**模块输出的深度图和各点的位姿（作为初始位姿）。
2. 对深度图进行有限元网格划分，划分出“子区”（见下图），并将各“子区”的点的位姿，通过**匹配-深度图**模块输出的变换矩阵，转换至特征模型坐标系下。

   说明

   下图以“对深度图水平和垂直方向进行13等分”为例。划分后的单个网格，即是“子区”。
3. 基于特征模型进行迭代最近点匹配（Iterative Closest Point Matching），即在特征模型上搜索与各“子区”的点邻近的点。与此同时，约束相邻“子区”之间的位姿差（避免相邻“子区”相距太远）。
4. 基于上一步中的匹配与约束，进行迭代优化。迭代优化的最终结果为各“子区”的位姿变换矩阵的集合。
5. 根据各“子区”的位姿变换矩阵，矫正各“子区”的点云。
6. 将矫正后的点云重新投影生成新的深度图，并对重新投影生成的缝隙进行填充，最终实现非刚性配准（Non-rigid Registration）与矫正。

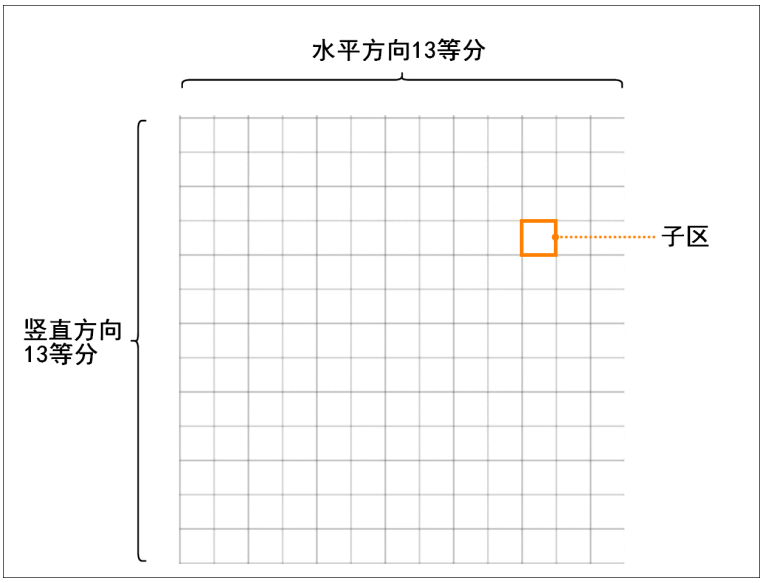


图14-554 深度图13等分

使用场景

柔性矫正-深度图模块适用于对非刚性工件（如九通阀的橡胶圈）进行深度图成像矫正，避免出现误检。**柔性矫正-深度图**模块可划分有限元网格，从而降低整体匹配所造成的（变形区域的）局部位姿差异。下图中展示了该模块的处理效果，矫正前橙框区域在水平方向和竖直方向均存在明显变形（应该分别和水平和竖直方向平行），矫正后该区域的变形程度显著降低。

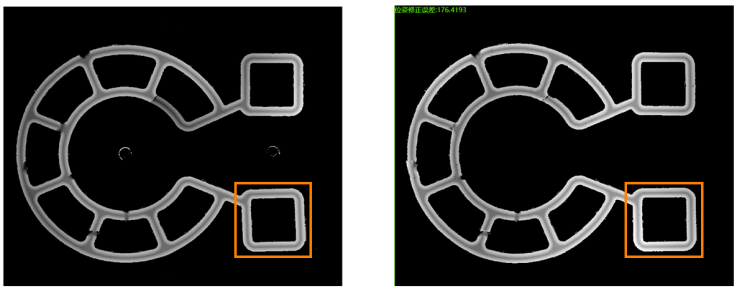


图14-555 矫正非刚性工件

使用方法

前后序模块

前序模块

该模块的前序模块通常为*匹配-深度图*。*匹配-深度图*模块为**柔性矫正-深度图**模块提供数据输入。

后序模块

后序模块无特殊要求。可接受该模块输出数据的模块均可。

流程示例

经柔性矫正处理后的输出数据，可用于进行柔性工件的缺陷检测。下图所示流程中包含：

- 子流程①：对柔性工件边缘的毛刺进行剔除，通过“手动绘制ROI转掩膜”或“将腐蚀后的亮度图作为掩膜进行掩膜滤波”剔除。处理完成的深度图输入**柔性矫正-深度图**模块，用于提取特征，生成特征模板。
- 子流程②：将**匹配-深度图**模块输出的位姿作为初始位姿输入**柔性矫正-深度图**模块，并将矫正后的深度图用于后续的工件缺陷检测（具体过程为：差分>二值化>形态学处理>Blob分析）。

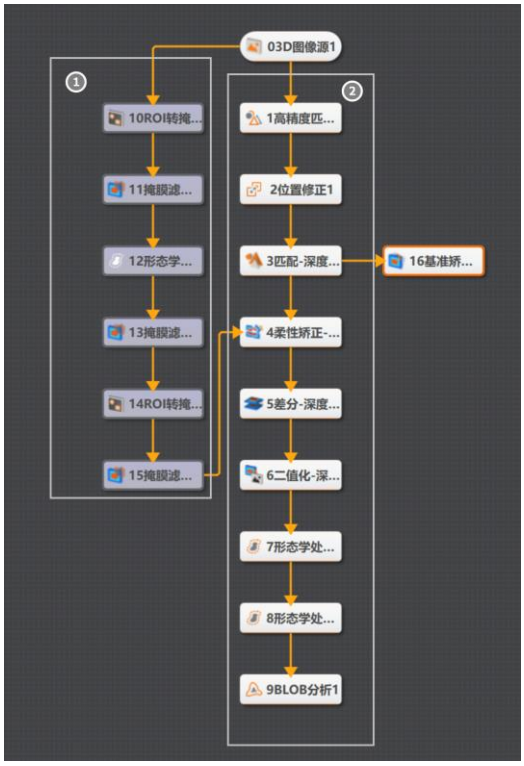


图14-556 流程示例

参数配置

以下仅介绍该模块的基本参数和运行参数详情。通过配置参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

基本参数

输入源

默认为**3D图像源**模块中配置的**图像源**，仅支持深度图。

位姿变换

设置非刚性匹配的初始位姿，来自于**匹配-深度图**模块输出的3D变换矩阵。

ROI区域

创建和配置ROI，并可开启**位置修正**。配置详情参见*基本参数*。

运行参数

采样距离

设置深度图降采样间距，最小值2，默认值3，最大值100（单位：像素）。

点查找距离

设置“子区”匹配中近邻点距离最大阈值，最小值1，默认值1000，最大值10000（单位：um）。

水平/竖直等分数量

水平/竖直方向划分的子区数量，最小值1，默认值15，最大值25。等分数量越大，柔性矫正的效果越好，但占用内存和耗时也随之增大。在变形程度明显时，可增大参数值提高矫正效果。

特征模板

柔性矫正-深度图模块基于特征模板进行。运行该模块之前，需先完成特征模板配置。
请参照如下步骤配置特征模板。

1. 选择该模块的**特征模板**页签。
2. 单击*新建模型*，打开**模板配置**窗口。

说明

该窗口的图像展示区域默认展示当前图像源的图像。如需基于其他图像进行模板配置，可单击该窗口左上方的*选择其他图像*。

3. 单击，在图像画面中拖拽，绘制矩形掩膜。
   绘制掩膜后，可通过拖拽掩膜整体或拖拽掩膜各边各角调整掩膜位置和大小。
4. **可选操作:**进行如下可选操作。
   - 移动图像。单击，在图像中点击并拖拽，移动图像。
   - 清空已绘制掩膜。单击，清空已有掩膜。
   - 撤销操作。单击，撤销最近的一次操作。
   - 重做。单击，重做最近的一次已撤销操作。
   - 调整图像显示大小。单击/，可调整图像的显示大小。也可通过向上/下滑动鼠标滚轮进行缩放。
   - 自适应显示大小。单击，图像显示自动调整为该窗口的最大显示。
   - 最大化显示。单击，当前图像将以全屏状态显示。该状态下，可通过摁下键盘**esc**或双击退出。
5. **可选操作:**设置图像深度值映射范围，默认开启自适应。
   - 开启**自适应**时，算法根据输入图像自动设置深度值范围进行映射。
   - 关闭**自适应**时，需手动设置需要的深度值范围。
6. 配置相关参数。

目标点数

设置深度图降采样的最大点数，降低该值可加快算法处理速度。

法向量窗口大小

设置法向量估算（采用高斯导数估算）时每个点的窗口范围。

匹配加速

设置是否在特征模型上加速搜索与“子区”的点相匹配的近邻点（匹配采用的是点对点的迭代逼近，所以需要找到每个场景点的模型最近点）。

- 如果设置为1，则开启加速。此时采用查找表的方式加速搜索近邻点。 开启加速，耗时减少，但匹配稳定性略微降低。
- 如果设置为0，则关闭加速。此时采用KD树（K-dimension tree）进行近邻点搜索。当匹配不够准确时，可以尝试关闭匹配加速。

7. 单击生成模型。
8. 单击**模板配置**窗口右下角的**确定**完成配置，返回**特征模板**页签。
9. **可选操作:**进行如下可选操作。
   - 编辑特征模板。单击可编辑当前特征模板。
   - 导出/导入特征模板。单击，可将当前特征模板（.rrmxml文件）保存至本地。如需再次使用该特征模板，可单击从本地导入。
   - 删除特征模板。单击，

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

位姿修正误差

float型，代表修正后的工件与模型的平均差异。误差数值越大，差异越大。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8）**即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.13.27 RGBD等间距转换-深度图

RGBD等间距转换-深度图模块，可将RGB-D深度图转换为轮廓仪深度图，进而可对转换后的深度图执行灰度变换、图像二值化、统计测量等仅适配轮廓仪深度图的算法模块。
本节内容如下：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

RGBD等间距转换，可将RGB-D格式的深度图转换为轮廓仪格式的深度图，便于使用的各种轮廓仪深度图算子模块进行测量和缺陷检测。
RGB-D相机输出的深度图中，每个像素代表的实际距离不一致，即X、Y和Z三个方向具有不同的尺度（scale）。如果将该深度图直接输入至其他算子模块进行处理，可能导致误差过大。因此，需通过*RGBD等间距转换*模块转换RGBD相机深度图像素的X、Y和Z方向的尺度，并让三者保持一致。转换后，深度图可通过其他轮廓仪深度图算子模块进行处理。

说明

轮廓仪深度图算子模块指当前**图像处理**（3D）类型中除**RGBD等间距转换-深度图**以外的模块。

该模块的算法工作流如下。

1. 将RGB-D深度图转换成点云。
   转换的计算公式如下：
   z = d × zscale1 + zoffset1
   x = (u + xoffset1) × xscale1 × z
   y = (v + yoffset1) × yscale1 × z
2. 依据轮廓仪格式的深度图，投影转换后的点云，保持X/Y/Z方向的尺度为一致。
   转换的计算公式如下：
   u = (x - xoffset) / xscale
   v = (y - xoffset) / yscale
   d = (z - zoffset) / zscale

说明

因为RGBD深度图没有亮度图，所以转换过程中，将深度图映射为亮度，转换为对应的亮度图。

使用方法

使用该模块前，请确保：

- 已将*3D图像源*模块加入流程，并关联RGB-D相机或加载RGB-D深度图。
  - 关联RGB-D相机：双击该模块，将**基础参数**中的**图像源**设置为**相机**，并通过**关联相机**添加和关联RGB-D相机。
  - 加载RGB-D深度图：双击该模块，将**基础参数**中的**图像源**设置为**本地图像**，并在主界面**图像显示区域**单击或，从本地加载RGB-D深度图。
- 已在流程中将**3D图像源**模块作为**RGBD等间距转换-深度图**模块的前置模块。

下图为适配**RGBD等间距转换-深度图**模块的简易流程示例。图中的**二值化-深度图**模块为轮廓仪的算子模块。

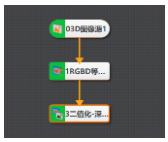


图14-560 流程示例

参数配置

将**RGBD等间距转换-深度图**模块加入流程后，双击该模块，可配置该模块的基本参数和运行参数。

基本参数

通过配置基本参数，可定义该模块的输入数据。

输入源：默认为3D图像源模块中配置的图像源。

运行参数

通过配置如下运行参数，可定义RGB-D深度图待映射为亮度值的深度值范围和转换为轮廓仪深度图的大小。

深度值范围

需映射为亮度值的深度值范围。RGB-D图像没有亮度信息，因此算子需将深度值转换为亮度信息，进而将RGB-D图映射为包含亮度信息的深度图。

深度图大小

自动获取

如采用自动获取深度图大小， 深度图尺寸为自动计算，可能不适配实际使用场景。

自定义

通过如下参数自定义深度图大小。

深度图宽

设置深度图的宽度。

深度图高

设置深度图的高度。

X偏移补偿

对应*模块原理*中提及的xoffset。可通过该参数调整输出的深度图与x轴的距离。数值越大，离x轴原点越远。默认为0，单位：um。

Y偏移补偿

对应*模块原理*中提及的yoffset。可通过该参数调整输出的深度图与y轴的距离。数值越大，离y轴原点越远。默认为0，单位：um。

深度图尺寸

对应*模块原理*中提及的xscale和yscale，表示转换为深度图所需的尺度转换系数。默认值为10,000，最小值为20，最大有效值为50,000。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8）**即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

14.13.28 系统变换-深度图

通过**系统变换-深度图**模块，可将传感器坐标系转换为系统坐标系。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *效果示例*
- *模块结果*

模块原理

系统坐标系的y轴为平移台运动方向，x轴与标定块底面重合。该模块首先将传感器坐标系的单轮廓通过Rt位姿变换（系统标定的结果）转换到系统坐标系中，再将“帧id*扫描步进”加在y坐标上。

使用方法

系统变换-深度图模块必需作为**系统标定**模块的后置模块。换而言之，必需先进行系统标定，获取系统标定结果，才能通过**系统变换-深度图**模块进行坐标系转换。

参数配置

该模块的参数需进行以下配置。

基本参数

输入源

默认为**3D图像源**模块中配置的**图像源**。

标定数据类型

按数据

手动设置系统变换所需的各项变量。

系统tx/ty/tz

传感器坐标系转换为系统坐标系，需要沿x轴、y轴和z轴移动的距离。

系统rx/ry/rz

传感器坐标系转换为系统坐标系，需要分别绕x轴、y轴和z轴旋转的角度（欧拉角）。

系统zratio

修正传感器坐标系z坐标可能出现的误差。传感器标定时，由于平移台以及结构的不稳定性，可能会在z轴方向存在比例误差。

按标定文件

（推荐）按系统标定输出的全部信息（即标定文件中所包含的信息），将传感器坐标系转换为系统坐标系。

系统标定文件

导入系统标定生成的标定文件。可对系统标定生成的标定文件做数据微调，但不支持导入自定义的标定文件。

运行参数

扫描方向

定义传感器在产线上的实际扫描方向与其在系统标定时的扫描方向的关系。“扫描”指传感器通过与工件进行相对运动完成工件数据的采集与工件深度图的构建。

正向

实际扫描方向与系统标定时的扫描方向相同。

反向

实际扫描方向与系统标定时的扫描方向相反。

效果示例

以下为通过**系统变换-深度图**模块进行坐标系转换前后的成像效果对比示例。

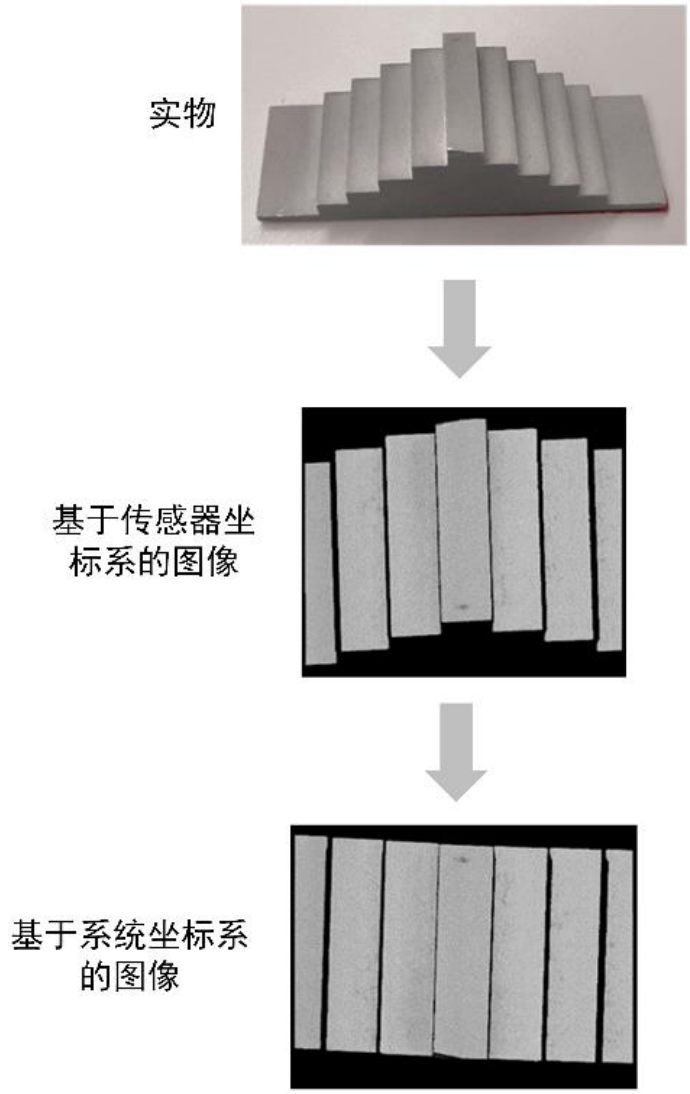


图14-561 系统变换效果

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

系统标定数据

系统tx

float型，传感器坐标系转换为系统坐标系，需要沿x轴移动的距离。

系统ty

float型，传感器坐标系转换为系统坐标系，需要沿y轴移动的距离。

系统tz

float型，传感器坐标系转换为系统坐标系，需要沿z轴移动的距离。

系统rx

float型，传感器坐标系转换为系统坐标系，需要绕x轴旋转的角度（欧拉角）。

系统ry

float型，传感器坐标系转换为系统坐标系，需要绕y轴旋转的角度（欧拉角）。

系统rz

float型，传感器坐标系转换为系统坐标系，需要绕z轴旋转的角度（欧拉角）。

系统zratio

float型，传感器坐标系转换为系统坐标系，z轴坐标的缩放比例。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8）**即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

14.13.29 旋转系统变换-深度图

通过*旋转系统变换-深度图*模块，可基于旋转标定结果将深度图从传感器坐标系转换至系统坐标系。

使用方法

该模块的前序模块一般为*3D图像源*，后续模块可为任意深度图模块。

参数配置

该模块仅需配置基本参数，**标定数据类型**参数说明如下。**图像源**参数详情，请参见*基本参数*。

标定数据类型

按标定文件

从本地上传旋转标定文件。
该标定文件可通过3DMVS客户端生成，详情参见该客户端的用户手册。

按标定数据

手动设置或订阅系统变换所需的各项变量。

系统tx/ty/tz

传感器坐标系转换为系统坐标系，需要沿x轴、y轴和z轴移动的距离。

系统rx/ry/rz

传感器坐标系转换为系统坐标系，需要分别绕x轴、y轴和z轴旋转的角度（欧拉角）。

系统zratio

传感器坐标系转换为系统坐标系，z轴坐标的缩放比例。

模块结果

该模块输出的模块结果如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

系统标定数据

系统tx

float型，传感器坐标系转换为系统坐标系，需要沿x轴移动的距离。

系统ty

float型，传感器坐标系转换为系统坐标系，需要沿y轴移动的距离。

系统tz

float型，传感器坐标系转换为系统坐标系，需要沿z轴移动的距离。

系统rx

float型，传感器坐标系转换为系统坐标系，需要绕x轴旋转的角度（欧拉角）。

系统ry

float型，传感器坐标系转换为系统坐标系，需要绕y轴旋转的角度（欧拉角）。

系统rz

float型，传感器坐标系转换为系统坐标系，需要绕z轴旋转的角度（欧拉角）。

系统zratio

float型，传感器坐标系转换为系统坐标系，z轴坐标的缩放比例。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8）**即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

14.13.30 坐标系变换-深度图

坐标系变换-深度图模块可转换深度图坐标系为其他图像坐标系类型，可用于将点云深度图坐标系对齐到RGB坐标系下。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

前后序模块

在流程中，该模块的：

前序模块

前序模块可为*3D图像源*等可提供深度图输入的模块。

后序模块

该模块无特殊要求，可接收处理模块输出结果即可。

参数配置

以下介绍该模块的部分**基本参数**及**运行参数**详情。通过配置相关参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

基本参数详情，请参见*基本参数*。

基本参数

转换矩阵

设置转换源相机到目标相机坐标系的转换关系。

目标相机内参

订阅目标相机的内参数据。

图宽度

设置目标相机深度图的宽度。

图高度

设置目标相机深度图的高度。

运行参数

量纲系数

设置量纲变换时的倍率，默认值为1000。

无效值

设置深度图的无效值，超出范围的值会被舍弃。

差异阈值

设置邻域深度的最大差异值，超出阈值的对应点不参与坐标系转换。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15**）即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8**）即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

14.14 3D轮廓图处理

“3D轮廓图处理”类别下的模块可对输入的轮廓图进行预处理。

14.14.1 基准矫正-轮廓图

基准矫正-轮廓图模块可按照一定基准变换轮廓坐标系，并将矫正后的轮廓组合成深度图输出。目前包括直线、矩形和矩阵这3种矫正方式。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

参数配置

基本参数处的**图像输入**设置方法请参考*平面检测-深度图*。
还需在基本参数处设置**矫正参数**，共有三种矫正方式可选。

按直线

轮廓的x坐标不变，z坐标转换为到直线的距离。

按矩形

将矩形框内的轮廓点坐标转换到矩形坐标系（以矩形框左下角为原点）下。

按矩阵

将轮廓点按“旋转平移矩阵”进行坐标变换。

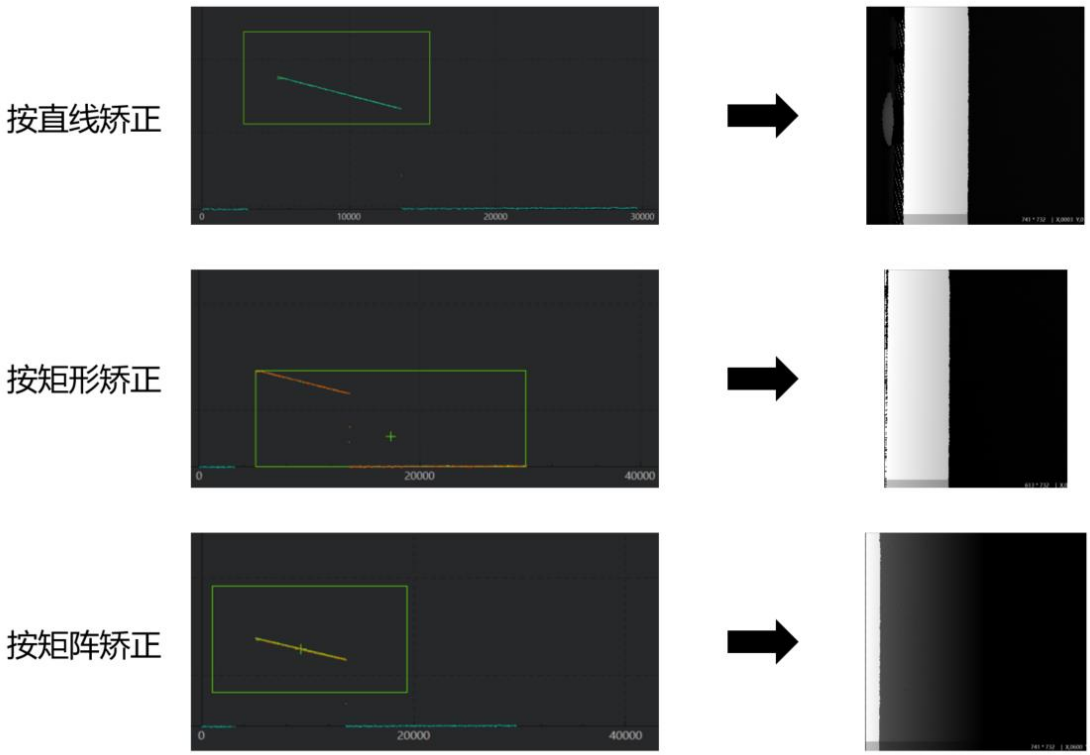


图14-562 三种矫正方式的执行效果

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15**）即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8**）即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

14.14.2 高度抽取-轮廓图

高度抽取-轮廓图模块可获取输入轮廓与基准面之间的高度差异，通常用来进行缺陷检测。基准面可以是固定高度、指定模型或者滤波后的输入轮廓。

本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

参数配置

基本参数处需要设置**图像输入**，还需选择**抽取类型**。

高度区间

对于输入轮廓，保留高度区间范围内的轮廓点，删除其他点。

滤波差分

对输入轮廓先进行滤波，再将输入轮廓和滤波后的轮廓进行高度作差。选择此类型时需要设置**运行参**

数。

模型差异

对输入轮廓和轮廓模型进行法向差分或求最近邻点距离。选择此类型时需要进行特征模板设置，具体操作方法可参考*匹配-轮廓图*模块。

运行参数处需要设置以下参数。

图14-563 高度抽取运行参数

滤波类型

可选高斯滤波、中值滤波、均值滤波和内外权重调换。

标准差

仅在图像滤波类型选择高斯滤波时方可设置，标准差越大，效果越接近均值滤波；标准差越小，越倾向于保留原始值。

窗口宽度

设置的区域为每个点进行滤波时的参考窗口，以该区域内的点作为滤波时的依据。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15**）即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8**）即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

14.14.3 拟合差分-轮廓图

拟合差分模块主要用于放大缺陷特征，从而使特征不明显的缺陷可被更准确地提取。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

拟合差分可从以下三个维度分别处理图像：

1. 基于预设的离群点阈值检测离群点。
2. 几何拟合后做差输出残差图，将拟合结果与原轮廓图的每条轮廓像素Z坐标做差，输出残差图。
   - 将检测目标物体上本该存在连续灰度的全黑区域在残差图上渲染为缺陷。
   - 将“有效拟合点数范围内出现无效点”的区域在残差图上渲染缺陷

使用方法

可在该模块上通过阈值筛选出残差图中残差较大的区域，即缺陷区域，并在该模块之后可连接*二值化*和*Blob分析*模块，提取缺陷区域。

参数配置

基本参数处可设置**图像输入来源**，还可设置以下参数。

特征点像素XY

每行轮廓存在一个特征点yx，输入所有轮廓的特征点yx。

特征点像素Z

每行轮廓存在一个特征点yz，输入所有轮廓的特征点yz。

轮廓数

输入深度图的轮廓数量。

运行参数处可设置以下参数。

- 公共参数：各拟合差分类型均需设置的参数。

  拟合差分类型

  根据轮廓的不同形状，选择不同的拟合类型。可选**圆拟合**、**多项式拟合**和**工字型拟合**。不同拟合差分类型需要设置的参数也不同。

  连续检查类型

  选择对哪个特征点进行连续性检查。

  x离群点阈值

  YX特征点连续性检查阈值，超过这个阈值，则认为该特征点偏离了正常的位置，该行轮廓是缺陷位置。

  z离群点阈值

  YZ特征点连续性检查阈值，超过这个阈值，则认为该特征点偏离了正常的位置，该行轮廓是缺陷位置。

  补黑为缺陷

残差图中对应补黑的区域是否会被置为缺陷标识。

无效点残差值

在特征点附近取出来的有效数据中如果存在空点，则残差图上对应位置的残差值由外部输入决定。

直线拟合长度

连续性检查时选取的用来拟合直线的点的数量。

- 单一拟合类型的参数：拟合差分类型为**圆拟合**和**多项式拟合**时需设置的参数。

左侧有效宽度

中心点左侧像素宽度，中心点左侧和右侧各取一定宽度的数据作为有效数据，进行后续处理。此参数在拟合差分类型选择工字型拟合时才有。

右侧有效宽度

中心点右侧像素宽度，中心点左侧和右侧各取一定宽度的数据作为有效数据，进行后续处理。此参数在拟合差分类型选择工字型拟合时才有。

实际物理宽度

有效数据的实际宽度。此参数在拟合差分类型选择工字型拟合时才有。

最大拟合误差

最大拟合误差，超过该阈值，认为该行的有效数据区域为缺陷区域。此参数在拟合差分类型选择工字型拟合时才有。

拟合幂次

多项式拟合的幂次。此参数在拟合差分类型选择多项式拟合时才有。

- 复合拟合类型的参数：拟合差分类型为**工字型拟合**时需设置的参数。

圆中心左侧宽度

中心点左侧像素宽度，中心点左侧和右侧各取一定宽度的数据作为有效数据，进行后续处理。此参数在拟合差分类型选择工字型拟合时才有。

圆中心右侧宽度

中心点右侧像素宽度，中心点左侧和右侧各取一定宽度的数据作为有效数据，进行后续处理。此参数在拟合差分类型选择工字型拟合时才有。

圆直径

圆的直径。此参数在拟合差分类型选择工字型拟合时才有。

圆拟合最大误差

最大拟合误差，超过该阈值，认为该行的有效数据区域为缺陷区域。此参数在拟合差分类型选择工字型拟合时才有。

直线左侧宽度

中心点左侧像素宽度，中心点左侧和右侧各取一定宽度的数据作为有效数据，进行后续处理。此参数在拟合差分类型选择工字型拟合时才有。

直线右侧宽度

中心点右侧像素宽度，中心点左侧和右侧各取一定宽度的数据作为有效数据，进行后续处理。此参数在拟合差分类型选择工字型拟合时才有。

直线实际宽度

直线部分实际宽度。此参数在拟合差分类型选择工字型拟合时才有。

线最大拟合误差

最大拟合误差，超过该阈值，认为该行的有效数据区域为缺陷区域。此参数在拟合差分类型选择工字型拟合时才有。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8）**即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

输出掩膜

输出掩膜图像

image型，表示根据检测区域和屏蔽区域计算出的掩膜图像，以二值图的形式输出。

输出掩膜宽度

int型，表示输出掩膜图像的宽度。

输出掩膜高度

int型，表示输出掩膜图像的高度。

输出掩膜像素格式

int型，表示输出掩膜图像的像素格式。一般为17301505，表示Mono8格式。

14.14.4 轮廓转灰度-轮廓图

轮廓转灰度图模块可抽取输入深度图中某一帧的轮廓数据，转换成灰度图像。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

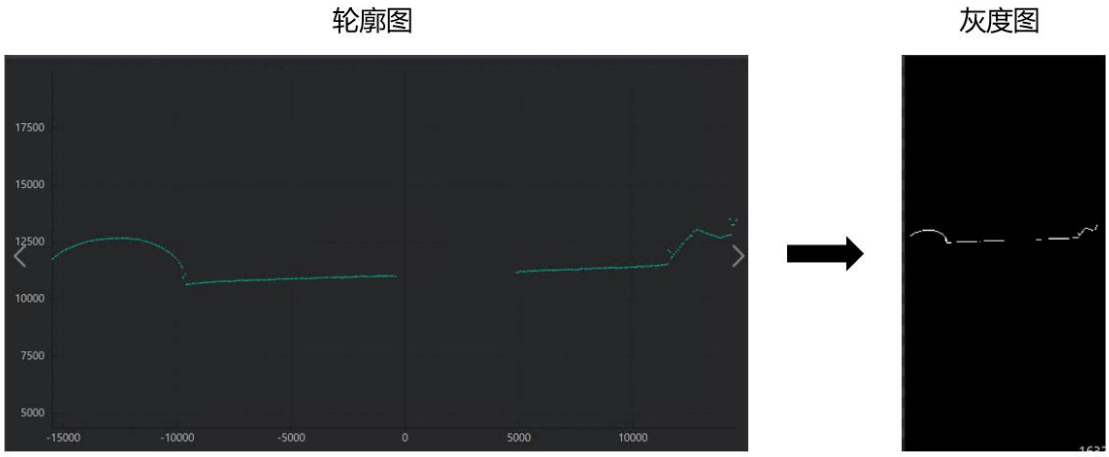


图14-564 轮廓转灰度执行效果

参数配置

基本参数处的**图像输入**和**ROI区域**设置方法请参考*平面检测-深度图*。
还可在**基本配置**处设置**轮廓所在行**。深度图由若干轮廓拼接而成，轮廓所在行指的是需提取深度图的某一行的轮廓信息，其值不能超过深度图高度。
运行参数处可设置以下参数。

X/Z尺度

输出的灰度图栅格化的像素X/Z尺度（单位：um）。X尺度与Z尺度尽量相等，使得输出的轮廓灰度图与实际一致，无变形。

非空点高度

相邻非空点填充插值高度差阈值，小于该阈值则进行填充（X方向填充）（单位：um）。

连续空点数量

连续空点数量（轮廓中）（单位：pix）。

相邻点高度

相邻点的高度差阈值，大于该阈值则认为是两段轮廓，小于则认为是一段轮廓（Z方向填充）（单位：um）。

膨胀元宽度/高度

灰度图中膨胀核宽度/高度，设置越大得到的灰度轮廓越宽（单位：pix），其为半窗宽高。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.14.5 拟合差分缺陷分类-轮廓图

通过**拟合差分缺陷分类-轮廓图**模块，可统计ROI内的掩膜，确定ROI的缺陷标记。
本节内容包含：

- *应用场景*
- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

应用场景

拟合差分缺陷分类模块主要应用于焊缝缺陷检测场景，能够检测焊缝的断焊、凸起、爆点、虚焊等缺陷。

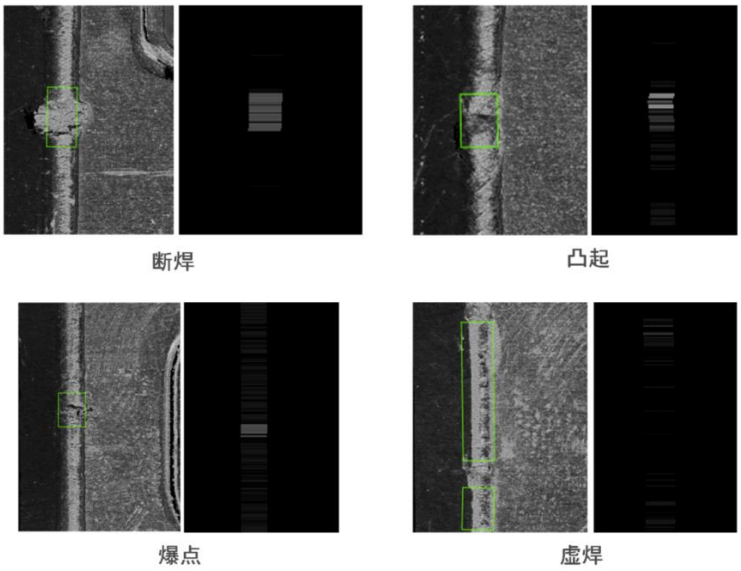


图14-565 拟合差分缺陷示例

模块原理

拟合差分缺陷分类-轮廓图的前置模块为**拟合差分-轮廓图**。后者可将焊缝抛物线顶点两侧轮廓拟合的曲线与真实轮廓进行差分，得到残差图与残差掩膜图。**拟合差分缺陷分类-轮廓图**可通过残差掩膜图判断缺陷类型。残差掩膜图的8位灰度值代表不同的残差类型。**拟合差分缺陷分类-轮廓图**对掩膜区域内的灰度值进行统计，并通过决策树进行缺陷的分类。

说明

残差图可用于Blob分析，定位缺陷所在位置。

使用方法

使用**拟合差分缺陷分类**模块前，请确保：

- 已将*3D图像源*模块加入流程，并完成相应参数配置。
- 已将*拟合差分-轮廓图*模块作为**拟合差分缺陷分类**的前置模块加入流程，并完成相应参数配置。

下图为进行**拟合差分缺陷分类**的流程示例。

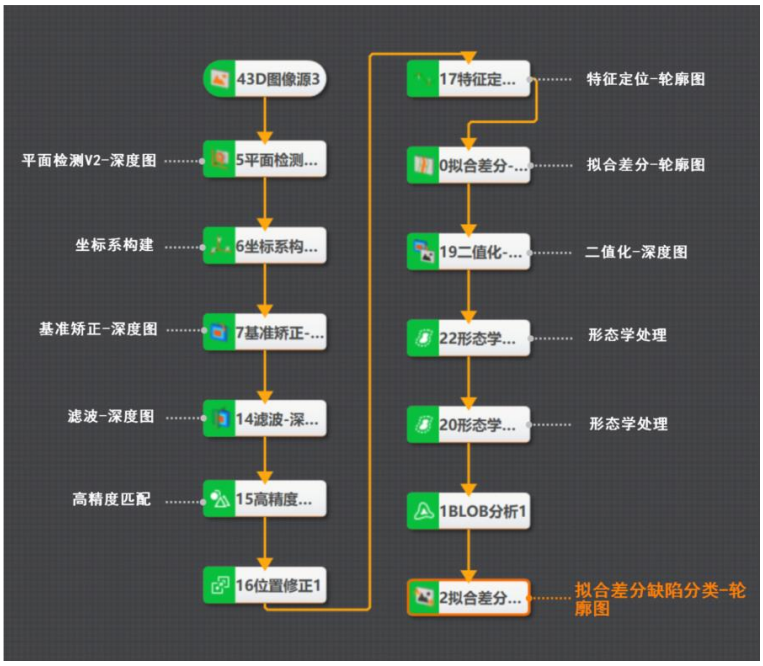


图14-566 拟合差分缺陷分类流程示例

参数配置

该模块的参数需进行以下配置。

- 基本参数
  通过配置基本参数，可定义该模块的输入数据。

  输入源

  拟合差分-轮廓图模块输出的掩膜图。

  Blob外接矩形

  Blob分析得到的Box区域。

- 运行参数

  残差大于阈值

  整行轮廓平均残差大于阈值（**拟合差分-轮廓图**模块中的最大拟合误差阈值）的掩膜数量的最小占比和最大占比。

  最小占比

  有效值范围1~100，默认为8（单位：1%）。

  最大占比

  有效值范围1~100，默认为60（单位：1%）。

  高低点比

  单行轮廓高于其拟合曲线的点数量占比较大，残差类型定义为高点多，低点多同理，该参数为两个残差类型的像素数量比值，有效值范围1~100，默认值40（单位：1%）。

  低于特征点比

  特征定位处的真实轮廓点低于模块定位的特征点，残差类型定义为低于特征点，该参数为此残差类型的像素数量比值，有效值范围1~100，默认值70（单位：1%）。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

缺陷类型

int型，各数字代表的缺陷类型包括：1-无缺陷、2-断焊、3-凸起、4-爆点、5-虚焊、6-未知缺陷。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。

若检测区域处于正准位姿，则为0度。

如果检测出多个缺陷，则按缺陷位置从上至下输出为上述取值。例如下右图中的“4；5；5”，分别对应左图的爆点、虚焊和虚焊。

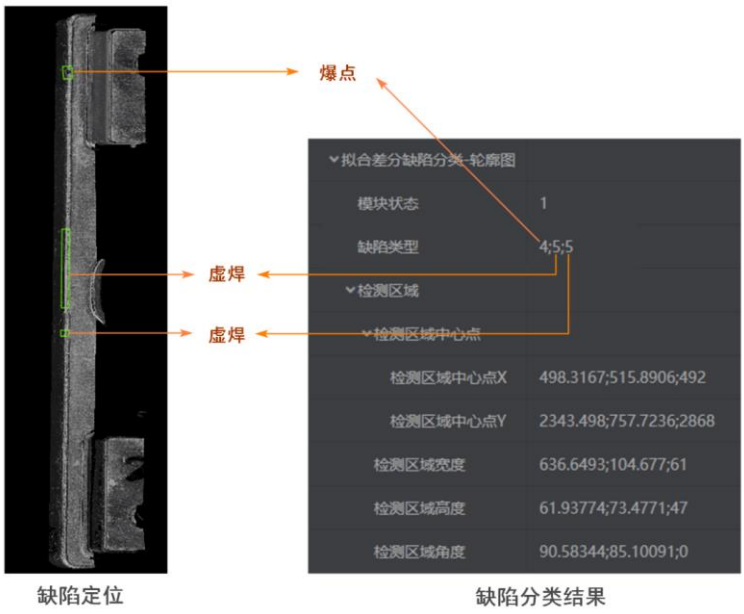


图14-567 多个缺陷模块结果示例

14.15 3D点云图处理

“3D点云图处理”类别下的模块可对输入的点云数据进行预处理。

14.15.1 点云降采样

当点云中包含大量冗余数据时，直接处理计算量大且耗时，可通过**点云降采样**模块降低点云密度。

模块原理

降采样的目的是减少点云中的某些点来降低点云密度，包括以下四种降采样类型。

- 均匀降采样：每隔固定的点数进行一次采样。
- 体素降采样：将点云划分体素（即小正方体），检查每个体素中是否有点存在，若有，则用一个点代替体素内的点集。这个采样点可以是体素中所有点坐标的平均值（质心），也可以是体素的中心点或离中心点最近的点。
- 自适应体素降采样：和体素降采样的原理类似，不同之处在于算法内部会自适应计算体素的尺寸。
- 最远点采样：随机选择一个点，然后选取其余点中离该点最远的一个点加入，再选取剩余点中离这两个点最远的点加入，以此类推。

使用方法

点云降采样模块适用于处理点云密度较大的数据，该类数据在后续处理时耗时很大，所有需要通过降采样降低点云数据量，提升处理效率。
该模块前序模块为点云图像源或能够输出点云的模块，后序模块可接任意点云处理模块。

图14-568 点云降采样流程

参数配置

基本参数处可选择前序模块输出的点云作为输入。
运行参数介绍如下。

降采样类型

可选**均匀降采样**、**体素降采样**、**自适应体素降采样**或**最远降采样**。

采样点数

限制采样后的点云总点数。

体素尺寸

当**降采样类型**选择**体素降采样**时，可设定每个体素的尺寸。

模块结果

模块结果参数介绍如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出点云簇数量

int型，表示输出的点云簇的个数。

输出点云数据

POINTCLOUD型，输出的点云数据。

输出点云容量

int型，表示输出的点云的容量。

输出点云点数

int型，表示输出的点云中包含的点的总数。

输出法向量点数

int型，表示输出的点云中包含的法向量点的总数。

输出rgb数据点数

int型，表示输出的点云中包含的rgb数据点的总数。

输出拓展信息

PCDEXTINF型，点云数据的扩展信息。

输出拓展信息数据

输出坐标系类型

int型，表示输出点云坐标系的类型，1表示RGB相机坐标系，2表示深度图相机坐标系，3表示机器人坐标系，4表示工作台坐标系，5表示物体自身坐标系，6表示自定义坐标系。

输出尺寸标记

int型，表示是否输出点云尺寸，0表示不输出，1表示输出。

输出长度

float型，表示点云的长度。

输出宽度

float型，表示点云的宽度。

输出高度标记

int型，表示是否输出高度，0表示不输出，1表示输出。

输出高度

float型，表示点云的高度。

输出面积标记

int型，表示是否输出点云面积，0表示不输出，1表示输出。

输出点云面积

float型，表示点云的面积。

输出密度标记

int型，表示是否输出点云密度，0表示不输出，1表示输出。

输出点云密度

float型，表示点云的密度。

输出体积标记

int型，表示是否点云体积，0表示不输出，1表示输出。

输出体积

float型，表示点云的体积。

输出中心点标记

int型，表示是否输出点云中心点，0表示不输出，1表示输出。

输出中心点

输出中心点x

float型，表示点云中心点的x坐标。

输出中心点y

float型，表示点云中心点的y坐标。

输出中心点z

float型，表示点云中心点的z坐标。

输出凸包标记

int型，表示是否输出点云凸包，0表示不输出，1表示输出。

凸包

输出凸包点

输出凸包点x

float型，表示点云凸包点的x坐标。

输出凸包点y

float型，表示点云凸包点的y坐标。

输出凸包点z

float型，表示点云凸包点的z坐标。

输出凸包点数

int型，表示点云凸包点的总数。

输出外接矩标记

int型，表示是否输出点云外接矩形，0表示不输出，1表示输出。

输出外接矩角点

输出外接矩角点x

float型，表示点云外接矩形角点的x坐标。

输出外接矩角点y

float型，表示点云外接矩形角点的y坐标。

输出外接矩角点z

float型，表示点云外接矩形角点的z坐标。

输出矩形度标记

int型，表示是否输出点云矩形度，0表示不输出，1表示输出。

输出矩形度

float型，表示点云外接矩形与点云平面的比值。

输出平面标记

int型，表示是否输出点云平面，0表示不输出，1表示输出。

输出平面方程

PLANE3D型，输出的平面方程。

输出平面方程a

float型，表示平面方程系数A的值。

输出平面方程b

float型，表示平面方程系数B的值。

输出平面方程c

float型，表示平面方程系数C的值。

输出平面方程d

float型，表示平面方程系数D的值。

输出法向量标记

int型，表示是否输出点云法向量，0表示不输出，1表示输出。

输出法向量

输出法向量x

float型，表示法向量的x值。

输出法向量y

float型，表示法向量的y值。

输出法向量z

float型，表示法向量的z值。

输出坐标范围标记

int型，表示是否输出点云坐标范围，0表示不输出，1表示输出。

输出坐标范围

BOX3D型，包围盒的大小范围。

输出坐标范围Min_x

float型，表示点云x坐标最小值。

输出坐标范围Min_y

float型，表示点云y坐标最小值。

输出坐标范围Min_z

float型，表示点云z坐标最小值。

输出坐标范围Max_x

float型，表示点云x坐标最大值。

输出坐标范围Max_y

float型，表示点云y坐标最大值。

输出坐标范围Max_z

float型，表示点云z坐标最大值。

输出包围盒标记

int型，表示是否输出点云包围盒，0表示不输出，1表示输出。

输出包围盒角点

输出包围盒角点x

float型，表示点云包围盒角点的x坐标。

输出包围盒角点y

float型，表示点云包围盒角点的y坐标。

输出包围盒角点z

float型，表示点云包围盒角点的z坐标。

输出内切圆标记

int型，表示是否输出点云内切圆，0表示不输出，1表示输出。

内切圆

输出内切圆心

输出内切圆心x

float型，表示点云内切圆圆心的x坐标。

输出内切圆心y

float型，表示点云内切圆圆心的y坐标。

输出内切圆心z

float型，表示点云内切圆圆心的z坐标。

输出内切圆长轴

float型，表示点云内切圆圆心的长轴长度。

输出内切圆短轴

float型，表示点云内切圆圆心的短轴长度。

输出外接圆标记

int型，表示是否输出点云外接圆，0表示不输出，1表示输出。

外接圆

输出外接圆心

输出外接圆心x

float型，表示点云外接圆圆心的x坐标。

输出外接圆心y

float型，表示点云外接圆圆心的y坐标。

输出外接圆心z

float型，表示点云外接圆圆心的z坐标。

输出外接圆半径

float型，表示点云外接圆的半径长度。

输出位姿标记

int型，表示是否输出点云位姿，0表示不输出，1表示输出。

输出位姿

Matrix4型，表示4×4位姿矩阵，**输出位姿*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

输出位姿*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4位姿矩阵的16个值中的其中一个。

输出类别标记

int型，表示是否输出点云类别，0表示不输出，1表示输出。

所属类别

int型，为深度学习模型自定义内容。

输出量纲标记

int型，表示是否进行过量纲变换，0表示未进行过，1表示进行过。

输出缩放系数

float型，表示点云的量纲转换系数。

14.15.2 点云上采样

点云上采样模块可在保持点云基本形状、均匀程度等特征的情况下，增加点数量，提升点云密度。

模块原理

根据输入点云的每个点确定局部邻域，再根据邻域确定局部坐标系，然后在每个局部坐标系中进行点云采样，最后将采样结果整合在一起输出。

使用方法

点云上采样模块适用于点云较为稀疏，导致点云特征提取或定位不准的情况，可通过该模块增加点云密度来满足要求。
该模块前序模块为点云图像源或能够输出点云的模块，后序模块可接任意点云处理模块。

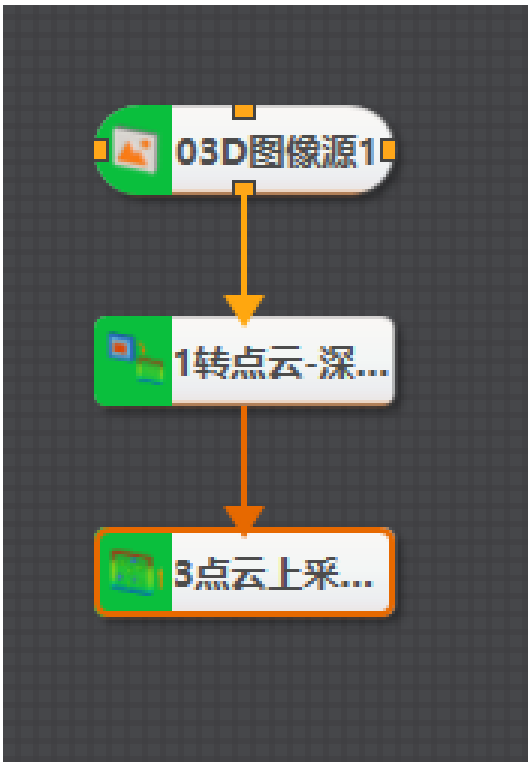


图14-569 点云上采样流程

参数配置

基本参数处可选择前序模块输出的点云作为输入。
运行参数处可设置**最大采样点数**，即限制上采样后的点云最大数量。

模块结果

模块结果参数介绍如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出点云簇数量

int型，表示输出的点云簇的个数。

输出点云数据

POINTCLOUD型，输出的点云数据。

输出点云容量

int型，表示输出的点云的容量。

输出点云点数

int型，表示输出的点云中包含的点的总数。

输出法向量点数

int型，表示输出的点云中包含的法向量点的总数。

输出rgb数据点数

int型，表示输出的点云中包含的rgb数据点的总数。

输出拓展信息

PCDEXTINF型，点云数据的扩展信息。

输出拓展信息数据

输出坐标系类型

int型，表示输出点云坐标系的类型，1表示RGB相机坐标系，2表示深度图相机坐标系，3表示机器人坐标系，4表示工作台坐标系，5表示物体自身坐标系，6表示自定义坐标系。

输出尺寸标记

int型，表示是否输出点云尺寸，0表示不输出，1表示输出。

输出长度

float型，表示点云的长度。

输出宽度

float型，表示点云的宽度。

输出高度标记

int型，表示是否输出高度，0表示不输出，1表示输出。

输出高度

float型，表示点云的高度。

输出面积标记

int型，表示是否输出点云面积，0表示不输出，1表示输出。

输出点云面积

float型，表示点云的面积。

输出密度标记

int型，表示是否输出点云密度，0表示不输出，1表示输出。

输出点云密度

float型，表示点云的密度。

输出体积标记

int型，表示是否点云体积，0表示不输出，1表示输出。

输出体积

float型，表示点云的体积。

输出中心点标记

int型，表示是否输出点云中心点，0表示不输出，1表示输出。

输出中心点

输出中心点x

float型，表示点云中心点的x坐标。

输出中心点y

float型，表示点云中心点的y坐标。

输出中心点z

float型，表示点云中心点的z坐标。

输出凸包标记

int型，表示是否输出点云凸包，0表示不输出，1表示输出。

凸包

输出凸包点

输出凸包点x

float型，表示点云凸包点的x坐标。

输出凸包点y

float型，表示点云凸包点的y坐标。

输出凸包点z

float型，表示点云凸包点的z坐标。

输出凸包点数

int型，表示点云凸包点的总数。

输出外接矩标记

int型，表示是否输出点云外接矩形，0表示不输出，1表示输出。

输出外接矩角点

输出外接矩角点x

float型，表示点云外接矩形角点的x坐标。

输出外接矩角点y

float型，表示点云外接矩形角点的y坐标。

输出外接矩角点z

float型，表示点云外接矩形角点的z坐标。

输出矩形度标记

int型，表示是否输出点云矩形度，0表示不输出，1表示输出。

输出矩形度

float型，表示点云外接矩形与点云平面的比值。

输出平面标记

int型，表示是否输出点云平面，0表示不输出，1表示输出。

输出平面方程

PLANE3D型，输出的平面方程。

输出平面方程a

float型，表示平面方程系数A的值。

输出平面方程b

float型，表示平面方程系数B的值。

输出平面方程c

float型，表示平面方程系数C的值。

输出平面方程d

float型，表示平面方程系数D的值。

输出法向量标记

int型，表示是否输出点云法向量，0表示不输出，1表示输出。

输出法向量

输出法向量x

float型，表示法向量的x值。

输出法向量y

float型，表示法向量的y值。

输出法向量z

float型，表示法向量的z值。

输出坐标范围标记

int型，表示是否输出点云坐标范围，0表示不输出，1表示输出。

输出坐标范围

BOX3D型，包围盒的大小范围。

输出坐标范围Min_x

float型，表示点云x坐标最小值。

输出坐标范围Min_y

float型，表示点云y坐标最小值。

输出坐标范围Min_z

float型，表示点云z坐标最小值。

输出坐标范围Max_x

float型，表示点云x坐标最大值。

输出坐标范围Max_y

float型，表示点云y坐标最大值。

输出坐标范围Max_z

float型，表示点云z坐标最大值。

输出包围盒标记

int型，表示是否输出点云包围盒，0表示不输出，1表示输出。

输出包围盒角点

输出包围盒角点x

float型，表示点云包围盒角点的x坐标。

输出包围盒角点y

float型，表示点云包围盒角点的y坐标。

输出包围盒角点z

float型，表示点云包围盒角点的z坐标。

输出内切圆标记

int型，表示是否输出点云内切圆，0表示不输出，1表示输出。

内切圆

输出内切圆心

输出内切圆心x

float型，表示点云内切圆圆心的x坐标。

输出内切圆心y

float型，表示点云内切圆圆心的y坐标。

输出内切圆心z

float型，表示点云内切圆圆心的z坐标。

输出内切圆长轴

float型，表示点云内切圆圆心的长轴长度。

输出内切圆短轴

float型，表示点云内切圆圆心的短轴长度。

输出外接圆标记

int型，表示是否输出点云外接圆，0表示不输出，1表示输出。

外接圆

输出外接圆心

输出外接圆心x

float型，表示点云外接圆圆心的x坐标。

输出外接圆心y

float型，表示点云外接圆圆心的y坐标。

输出外接圆心z

float型，表示点云外接圆圆心的z坐标。

输出外接圆半径

float型，表示点云外接圆的半径长度。

输出位姿标记

int型，表示是否输出点云位姿，0表示不输出，1表示输出。

输出位姿

Matrix4型，表示4×4位姿矩阵，**输出位姿*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

输出位姿*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4位姿矩阵的16个值中的其中一个。

输出类别标记

int型，表示是否输出点云类别，0表示不输出，1表示输出。

所属类别

int型，为深度学习模型自定义内容。

输出量纲标记

int型，表示是否进行过量纲变换，0表示未进行过，1表示进行过。

输出缩放系数

float型，表示点云的量纲转换系数。

14.15.3 点云截取

点云截取模块可截取需要的点云，目前支持N视点点云截取模式。

模块原理

N视点截取点云的原理为沿着每个视点方向对点云进行投影，提取该视点下距离视点最近的点作为可视点，然后将多个视点提取的结果进行合并，最后进行点云去重。

使用方法

点云截取通常用于抓取定位、测量等场景，通过该模块可以实现：

- 去除不需要的背景点云、干扰点云，获取感兴趣区域内的点云。
- 减少点云数量，提高后续模块的运算效率。

该模块前序模块为3D图像源或输出点云的模块，后序模块可接任意点云处理模块。

图14-570 点云截取流程

参数配置

点云输入处可选择前序模块输出的点云数据。
点云截取模式处目前仅支持N视点模式，可在下方选择前序模块输出的3D点信息。

模块结果

模块结果参数介绍如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出点云簇数量

int型，表示输出的点云簇的个数。

输出点云数据

POINTCLOUD型，输出的点云数据。

输出点云容量

int型，表示输出的点云的容量。

输出点云点数

int型，表示输出的点云中包含的点的总数。

输出法向量点数

int型，表示输出的点云中包含的法向量点的总数。

输出rgb数据点数

int型，表示输出的点云中包含的rgb数据点的总数。

输出拓展信息

PCDEXTINF型，点云数据的扩展信息。

输出拓展信息数据

输出坐标系类型

int型，表示输出点云坐标系的类型，1表示RGB相机坐标系，2表示深度图相机坐标系，3表示机器人坐标系，4表示工作台坐标系，5表示物体自身坐标系，6表示自定义坐标系。

输出尺寸标记

int型，表示是否输出点云尺寸，0表示不输出，1表示输出。

输出长度

float型，表示点云的长度。

输出宽度

float型，表示点云的宽度。

输出高度标记

int型，表示是否输出高度，0表示不输出，1表示输出。

输出高度

float型，表示点云的高度。

输出面积标记

int型，表示是否输出点云面积，0表示不输出，1表示输出。

输出点云面积

float型，表示点云的面积。

输出密度标记

int型，表示是否输出点云密度，0表示不输出，1表示输出。

输出点云密度

float型，表示点云的密度。

输出体积标记

int型，表示是否点云体积，0表示不输出，1表示输出。

输出体积

float型，表示点云的体积。

输出中心点标记

int型，表示是否输出点云中心点，0表示不输出，1表示输出。

输出中心点

输出中心点x

float型，表示点云中心点的x坐标。

输出中心点y

float型，表示点云中心点的y坐标。

输出中心点z

float型，表示点云中心点的z坐标。

输出凸包标记

int型，表示是否输出点云凸包，0表示不输出，1表示输出。

凸包

输出凸包点

输出凸包点x

float型，表示点云凸包点的x坐标。

输出凸包点y

float型，表示点云凸包点的y坐标。

输出凸包点z

float型，表示点云凸包点的z坐标。

输出凸包点数

int型，表示点云凸包点的总数。

输出外接矩标记

int型，表示是否输出点云外接矩形，0表示不输出，1表示输出。

输出外接矩角点

输出外接矩角点x

float型，表示点云外接矩形角点的x坐标。

输出外接矩角点y

float型，表示点云外接矩形角点的y坐标。

输出外接矩角点z

float型，表示点云外接矩形角点的z坐标。

输出矩形度标记

int型，表示是否输出点云矩形度，0表示不输出，1表示输出。

输出矩形度

float型，表示点云外接矩形与点云平面的比值。

输出平面标记

int型，表示是否输出点云平面，0表示不输出，1表示输出。

输出平面方程

PLANE3D型，输出的平面方程。

输出平面方程a

float型，表示平面方程系数A的值。

输出平面方程b

float型，表示平面方程系数B的值。

输出平面方程c

float型，表示平面方程系数C的值。

输出平面方程d

float型，表示平面方程系数D的值。

输出法向量标记

int型，表示是否输出点云法向量，0表示不输出，1表示输出。

输出法向量

输出法向量x

float型，表示法向量的x值。

输出法向量y

float型，表示法向量的y值。

输出法向量z

float型，表示法向量的z值。

输出坐标范围标记

int型，表示是否输出点云坐标范围，0表示不输出，1表示输出。

输出坐标范围

BOX3D型，包围盒的大小范围。

输出坐标范围Min_x

float型，表示点云x坐标最小值。

输出坐标范围Min_y

float型，表示点云y坐标最小值。

输出坐标范围Min_z

float型，表示点云z坐标最小值。

输出坐标范围Max_x

float型，表示点云x坐标最大值。

输出坐标范围Max_y

float型，表示点云y坐标最大值。

输出坐标范围Max_z

float型，表示点云z坐标最大值。

输出包围盒标记

int型，表示是否输出点云包围盒，0表示不输出，1表示输出。

输出包围盒角点

输出包围盒角点x

float型，表示点云包围盒角点的x坐标。

输出包围盒角点y

float型，表示点云包围盒角点的y坐标。

输出包围盒角点z

float型，表示点云包围盒角点的z坐标。

输出内切圆标记

int型，表示是否输出点云内切圆，0表示不输出，1表示输出。

内切圆

输出内切圆心

输出内切圆心x

float型，表示点云内切圆圆心的x坐标。

输出内切圆心y

float型，表示点云内切圆圆心的y坐标。

输出内切圆心z

float型，表示点云内切圆圆心的z坐标。

输出内切圆长轴

float型，表示点云内切圆圆心的长轴长度。

输出内切圆短轴

float型，表示点云内切圆圆心的短轴长度。

输出外接圆标记

int型，表示是否输出点云外接圆，0表示不输出，1表示输出。

外接圆

输出外接圆心

输出外接圆心x

float型，表示点云外接圆圆心的x坐标。

输出外接圆心y

float型，表示点云外接圆圆心的y坐标。

输出外接圆心z

float型，表示点云外接圆圆心的z坐标。

输出外接圆半径

float型，表示点云外接圆的半径长度。

输出位姿标记

int型，表示是否输出点云位姿，0表示不输出，1表示输出。

输出位姿

Matrix4型，表示4×4位姿矩阵，**输出位姿*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

输出位姿*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4位姿矩阵的16个值中的其中一个。

输出类别标记

int型，表示是否输出点云类别，0表示不输出，1表示输出。

所属类别

int型，为深度学习模型自定义内容。

输出量纲标记

int型，表示是否进行过量纲变换，0表示未进行过，1表示进行过。

输出缩放系数

float型，表示点云的量纲转换系数。

3D包围盒

3D圆环

14.15.4 点云合并

点云合并模块用于将多个点云簇合并为单个点云。

使用方法

点云合并模块用于将多团点云合并为一个点云，例如在点云分割后，可计算点云属性，将属性相同的点云团合并为一团点云。
该模块前序模块为点云图像源或能够输出点云的模块，后序模块可接任意点云处理模块。

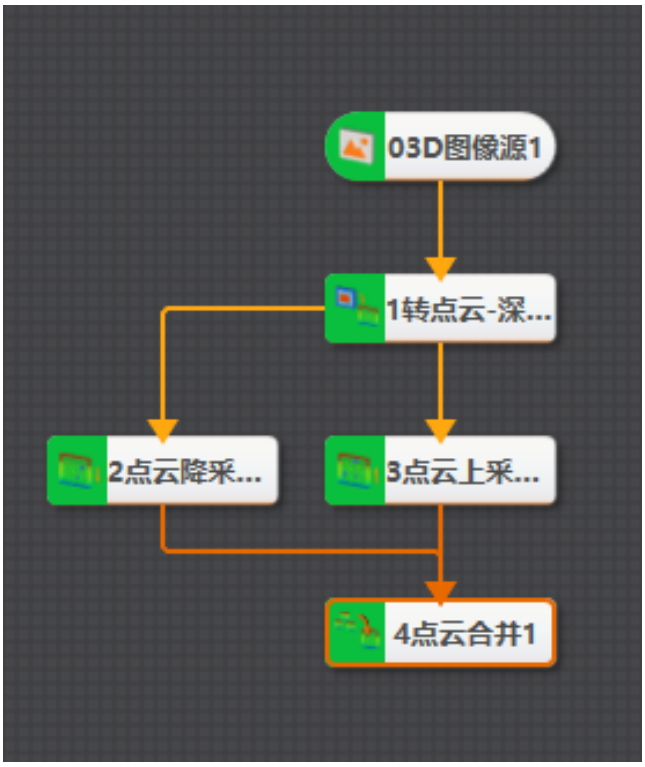


图14-571 点云合并

参数配置

基本参数处可设置多个输入点云。

模块结果

模块结果参数介绍如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出点云簇数量

int型，表示输出的点云簇的个数。

输出点云数据

POINTCLOUD型，输出的点云数据。

输出点云容量

int型，表示输出的点云的容量。

输出点云点数

int型，表示输出的点云中包含的点的总数。

输出法向量点数

int型，表示输出的点云中包含的法向量点的总数。

输出rgb数据点数

int型，表示输出的点云中包含的rgb数据点的总数。

输出拓展信息

PCDEXTINF型，点云数据的扩展信息。

输出拓展信息数据

输出坐标系类型

int型，表示输出点云坐标系的类型，1表示RGB相机坐标系，2表示深度图相机坐标系，3表示机器人坐标系，4表示工作台坐标系，5表示物体自身坐标系，6表示自定义坐标系。

输出尺寸标记

int型，表示是否输出点云尺寸，0表示不输出，1表示输出。

输出长度

float型，表示点云的长度。

输出宽度

float型，表示点云的宽度。

输出高度标记

int型，表示是否输出高度，0表示不输出，1表示输出。

输出高度

float型，表示点云的高度。

输出面积标记

int型，表示是否输出点云面积，0表示不输出，1表示输出。

输出点云面积

float型，表示点云的面积。

输出密度标记

int型，表示是否输出点云密度，0表示不输出，1表示输出。

输出点云密度

float型，表示点云的密度。

输出体积标记

int型，表示是否点云体积，0表示不输出，1表示输出。

输出体积

float型，表示点云的体积。

输出中心点标记

int型，表示是否输出点云中心点，0表示不输出，1表示输出。

输出中心点

输出中心点x

float型，表示点云中心点的x坐标。

输出中心点y

float型，表示点云中心点的y坐标。

输出中心点z

float型，表示点云中心点的z坐标。

输出凸包标记

int型，表示是否输出点云凸包，0表示不输出，1表示输出。

凸包

输出凸包点

输出凸包点x

float型，表示点云凸包点的x坐标。

输出凸包点y

float型，表示点云凸包点的y坐标。

输出凸包点z

float型，表示点云凸包点的z坐标。

输出凸包点数

int型，表示点云凸包点的总数。

输出外接矩标记

int型，表示是否输出点云外接矩形，0表示不输出，1表示输出。

输出外接矩角点

输出外接矩角点x

float型，表示点云外接矩形角点的x坐标。

输出外接矩角点y

float型，表示点云外接矩形角点的y坐标。

输出外接矩角点z

float型，表示点云外接矩形角点的z坐标。

输出矩形度标记

int型，表示是否输出点云矩形度，0表示不输出，1表示输出。

输出矩形度

float型，表示点云外接矩形与点云平面的比值。

输出平面标记

int型，表示是否输出点云平面，0表示不输出，1表示输出。

输出平面方程

PLANE3D型，输出的平面方程。

输出平面方程a

float型，表示平面方程系数A的值。

输出平面方程b

float型，表示平面方程系数B的值。

输出平面方程c

float型，表示平面方程系数C的值。

输出平面方程d

float型，表示平面方程系数D的值。

输出法向量标记

int型，表示是否输出点云法向量，0表示不输出，1表示输出。

输出法向量

输出法向量x

float型，表示法向量的x值。

输出法向量y

float型，表示法向量的y值。

输出法向量z

float型，表示法向量的z值。

输出坐标范围标记

int型，表示是否输出点云坐标范围，0表示不输出，1表示输出。

输出坐标范围

BOX3D型，包围盒的大小范围。

输出坐标范围Min_x

float型，表示点云x坐标最小值。

输出坐标范围Min_y

float型，表示点云y坐标最小值。

输出坐标范围Min_z

float型，表示点云z坐标最小值。

输出坐标范围Max_x

float型，表示点云x坐标最大值。

输出坐标范围Max_y

float型，表示点云y坐标最大值。

输出坐标范围Max_z

float型，表示点云z坐标最大值。

输出包围盒标记

int型，表示是否输出点云包围盒，0表示不输出，1表示输出。

输出包围盒角点

输出包围盒角点x

float型，表示点云包围盒角点的x坐标。

输出包围盒角点y

float型，表示点云包围盒角点的y坐标。

输出包围盒角点z

float型，表示点云包围盒角点的z坐标。

输出内切圆标记

int型，表示是否输出点云内切圆，0表示不输出，1表示输出。

内切圆

输出内切圆心

输出内切圆心x

float型，表示点云内切圆圆心的x坐标。

输出内切圆心y

float型，表示点云内切圆圆心的y坐标。

输出内切圆心z

float型，表示点云内切圆圆心的z坐标。

输出内切圆长轴

float型，表示点云内切圆圆心的长轴长度。

输出内切圆短轴

float型，表示点云内切圆圆心的短轴长度。

输出外接圆标记

int型，表示是否输出点云外接圆，0表示不输出，1表示输出。

外接圆

输出外接圆心

输出外接圆心x

float型，表示点云外接圆圆心的x坐标。

输出外接圆心y

float型，表示点云外接圆圆心的y坐标。

输出外接圆心z

float型，表示点云外接圆圆心的z坐标。

输出外接圆半径

float型，表示点云外接圆的半径长度。

输出位姿标记

int型，表示是否输出点云位姿，0表示不输出，1表示输出。

输出位姿

Matrix4型，表示4×4位姿矩阵，**输出位姿*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

输出位姿*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4位姿矩阵的16个值中的其中一个。

输出类别标记

int型，表示是否输出点云类别，0表示不输出，1表示输出。

所属类别

int型，为深度学习模型自定义内容。

输出量纲标记

int型，表示是否进行过量纲变换，0表示未进行过，1表示进行过。

输出缩放系数

float型，表示点云的量纲转换系数。

14.15.5 点云坐标系转换

点云坐标系转换模块可将输入点云由A坐标系经过变换矩阵转换到B坐标系。
本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

该模块可将输入点云的坐标系类型转换为后续流程所需的坐标系类型，满足实际场景需要。

前后序模块

在流程中，该模块的：

前序模块

该模块需要2类前序模块：一类为提供点云输入的模块，如*点云降采样*、*CAD转点云*等；另一类为提供位姿信息的模块。该模块根据**位姿信息**，将输入的点云坐标系转换为需要的坐标系类型，以满足后续流程的需要。

后序模块

该模块无特殊要求，可接收处理模块输出结果即可。

主要配置步骤

在流程中调用**点云坐标系转换**模块后，该模块的主要配置步骤如下：

1. 在**点云**处订阅需转换的点云。
2. 根据后续流程所需，配置**基本参数**。

参数配置

以下介绍该模块的**基本参数**详情。通过配置相关参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

点云

从前序模块中订阅需要进行转换的点云。

转换类型

需下拉选择**用户自定义转换**。选择后，可配置**转换后坐标系**和**位姿信息**。

转换后坐标系

设置坐标系转换类型，可选择**RGB相机坐标系**、**深度图相机坐标系**、**机器人坐标系**、**工作台坐标系**、**物体自身坐标系**、**自定义坐标系**。具体设置取决于后续模块需求。

位姿信息

设置坐标系转换时的变换矩阵。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出点云数据

POINTCLOUD型，输出的点云数据。

输出点云容量

int型，表示输出的点云的容量。

输出点云点数

int型，表示输出的点云中包含的点的总数。

输出法向量点数

int型，表示输出的点云中包含的法向量点的总数。

输出rgb数据点数

int型，表示输出的点云中包含的rgb数据点的总数。

输出拓展信息

PCDEXTINF型，点云数据的扩展信息。

输出拓展信息数据

####### 输出坐标系类型

int型，表示输出点云坐标系的类型，1表示RGB相机坐标系，2表示深度图相机坐标系，3表示机器人坐标系，4表示工作台坐标系，5表示物体自身坐标系，6表示自定义坐标系。

####### 输出尺寸标记

int型，表示是否输出点云尺寸，0表示不输出，1表示输出。

####### 输出长度

float型，表示点云的长度。

####### 输出宽度

float型，表示点云的宽度。

####### 输出高度标记

int型，表示是否输出高度，0表示不输出，1表示输出。

####### 输出高度

float型，表示点云的高度。

输出面积标记

int型，表示是否输出点云面积，0表示不输出，1表示输出。

输出点云面积

float型，表示点云的面积。

输出密度标记

int型，表示是否输出点云密度，0表示不输出，1表示输出。

输出点云密度

float型，表示点云的密度。

输出体积标记

int型，表示是否点云体积，0表示不输出，1表示输出。

输出体积

float型，表示点云的体积。

输出中心点标记

int型，表示是否输出点云中心点，0表示不输出，1表示输出。

输出中心点

输出中心点x

float型，表示点云中心点的x坐标。

输出中心点y

float型，表示点云中心点的y坐标。

输出中心点z

float型，表示点云中心点的z坐标。

输出凸包标记

int型，表示是否输出点云凸包，0表示不输出，1表示输出。

凸包

输出凸包点

输出凸包点x

float型，表示点云凸包点的x坐标。

输出凸包点y

float型，表示点云凸包点的y坐标。

输出凸包点z

float型，表示点云凸包点的z坐标。

输出凸包点数

int型，表示点云凸包点的总数。

输出外接矩标记

int型，表示是否输出点云外接矩形，0表示不输出，1表示输出。

输出外接矩角点

输出外接矩角点x

float型，表示点云外接矩形角点的x坐标。

输出外接矩角点y

float型，表示点云外接矩形角点的y坐标。

输出外接矩角点z

float型，表示点云外接矩形角点的z坐标。

输出矩形度标记

int型，表示是否输出点云矩形度，0表示不输出，1表示输出。

输出矩形度

float型，表示点云外接矩形与点云平面的比值。

输出平面标记

int型，表示是否输出点云平面，0表示不输出，1表示输出。

输出平面方程

PLANE3D型，输出的平面方程。

输出平面方程a

float型，表示平面方程系数A的值。

输出平面方程b

float型，表示平面方程系数B的值。

输出平面方程c

float型，表示平面方程系数C的值。

输出平面方程d

float型，表示平面方程系数D的值。

输出法向量标记

int型，表示是否输出点云法向量，0表示不输出，1表示输出。

输出法向量

输出法向量x

float型，表示法向量的x值。

输出法向量y

float型，表示法向量的y值。

输出法向量z

float型，表示法向量的z值。

输出坐标范围标记

int型，表示是否输出点云坐标范围，0表示不输出，1表示输出。

输出坐标范围

BOX3D型，包围盒的大小范围。

输出坐标范围Min_x

float型，表示点云x坐标最小值。

输出坐标范围Min_y

float型，表示点云y坐标最小值。

输出坐标范围Min_z

float型，表示点云z坐标最小值。

输出坐标范围Max_x

float型，表示点云x坐标最大值。

输出坐标范围Max_y

float型，表示点云y坐标最大值。

输出坐标范围Max_z

float型，表示点云z坐标最大值。

输出包围盒标记

int型，表示是否输出点云包围盒，0表示不输出，1表示输出。

输出包围盒角点

输出包围盒角点x

float型，表示点云包围盒角点的x坐标。

输出包围盒角点y

float型，表示点云包围盒角点的y坐标。

输出包围盒角点z

float型，表示点云包围盒角点的z坐标。

输出内切圆标记

int型，表示是否输出点云内切圆，0表示不输出，1表示输出。

内切圆

输出内切圆心

输出内切圆心x

float型，表示点云内切圆圆心的x坐标。

输出内切圆心y

float型，表示点云内切圆圆心的y坐标。

输出内切圆心z

float型，表示点云内切圆圆心的z坐标。

输出内切圆长轴

float型，表示点云内切圆圆心的长轴长度。

输出内切圆短轴

float型，表示点云内切圆圆心的短轴长度。

输出外接圆标记

int型，表示是否输出点云外接圆，0表示不输出，1表示输出。

外接圆

输出外接圆心

输出外接圆心x

float型，表示点云外接圆圆心的x坐标。

输出外接圆心y

float型，表示点云外接圆圆心的y坐标。

输出外接圆心z

float型，表示点云外接圆圆心的z坐标。

输出外接圆半径

float型，表示点云外接圆的半径长度。

输出位姿标记

int型，表示是否输出点云位姿，0表示不输出，1表示输出。

输出位姿

Matrix4型，表示4×4位姿矩阵，**输出位姿*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

输出位姿*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4位姿矩阵的16个值中的其中一个。

输出类别标记

int型，表示是否输出点云类别，0表示不输出，1表示输出。

所属类别

int型，为深度学习模型自定义内容。

输出量纲标记

int型，表示是否进行过量纲变换，0表示未进行过，1表示进行过。

输出缩放系数

float型，表示点云的量纲转换系数。

14.15.6 点云转深度图

点云转深度图模块用于将点云图转换为轮廓仪或RGB-D深度图，输出转换后的深度图。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

轮廓仪深度图的坐标系如下图所示，其X坐标、Y坐标与深度值没有关系，因为XY坐标是按照固定的分辨率xscale和yscale进行投影的。在进行点云转深度图时按照如下方式进行转换。

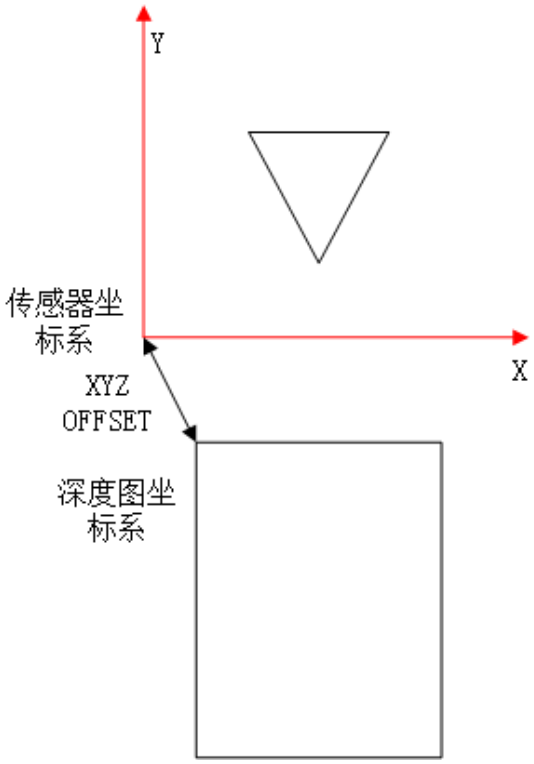


图14-572 点云转轮廓仪深度图

坐标转换关系如下：

$$u = \frac{x - xoffset}{xscale}$$

$$v = \frac{y - yoffset}{yscale}$$

$$d = \frac{z - zoffset}{zscale}$$

图14-573 坐标转换

RGB-D深度图的坐标系如下图所示，其X坐标、Y坐标与深度值是相关的，物理坐标投影成图像坐标时需要按照距离进行缩放，不同距离其单像素对应的物理尺寸不一样。在进行点云转换深度图时按照如下方式进行转换。

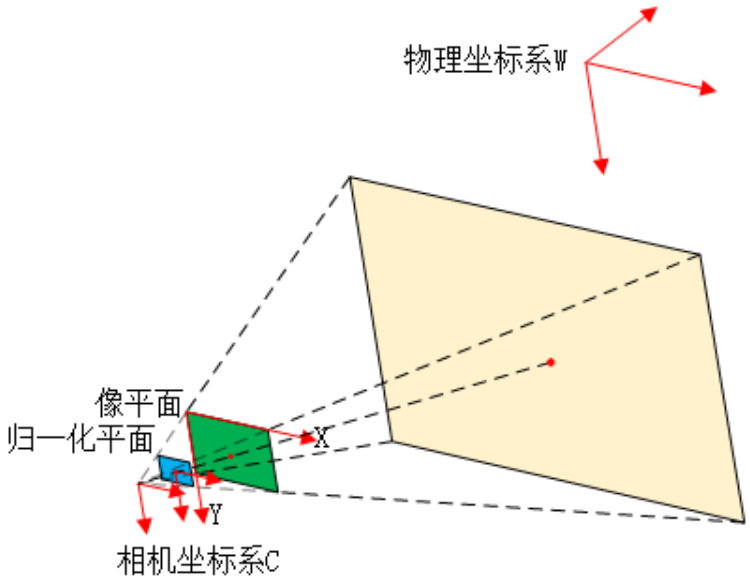


图14-574 RGBD深度图转点云

坐标转换关系如下。

$$u = \frac{x}{z * xscale} - xoffset$$

$$v = \frac{y}{z * yscale} - yoffset$$

$$d = \frac{z - zoffset}{zscale}$$

图14-575 坐标转换

使用方法

使用*点云转深度图*模块前需要使用*CAD转点云*等模块，用于输入点云；后续可根据实际使用场景选择深度图相关模块。

参数配置

双击*点云转深度图*模块，配置如下参数。

基本参数

点云

选择待转换的点云。

图像来源

选择图像来源类型，可选*轮廓仪*或*RGBD相机*。

单位

点云的单位，若为um，则为1；若为mm，则为1000。

采样间距x

点云在x方向的采样间距。

采样间距y

点云在y方向的采样间距。

运行参数

深度图宽度

输出深度图的宽度。

深度图高度

输出深度图的高度。

采样间距z

点云在z方向的采样间距。

重合点选取

当有多个点投影到同一个像素（xyscale偏大时，出现此情况）时取点策略，可选择*最远点*或*最近点*。

说明

*图像来源*参数选择*轮廓仪*时，该参数可配置。

X/Y偏移量调整

对图像在x、y方向的偏移进行调整。

说明

*图像来源*参数选择*RGBD相机*时，该参数可配置。

重合差异阈值

用于判断点云投影之后是否会重合，单位为配置的zscale。

说明

*图像来源*参数选择*RGBD相机*时，该参数可配置。

RgbdK1/K2/P1/P2/K3

相机的畸变系数，单位为1e-8。默认为0也就是转换成不带畸变的深度图。

说明

*图像来源*参数选择*RGBD相机*时，该参数可配置。

最小/大转换距离

指定物理点云的范围。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

立体图像数据

图像来源

int型，0表示激光轮廓传感器的图像数据，1表示RGBD图像数据。

激光轮廓传感器深度图图像数据

激光轮廓传感器深度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器深度图的图像数据。

激光轮廓传感器深度图宽

int型，表示激光轮廓传感器深度图的宽度。

激光轮廓传感器深度图高

int型，表示激光轮廓传感器深度图的高度。

激光轮廓传感器深度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器深度图的像素格式。一般为17825976，表示C16格式。

激光轮廓传感器亮度图像数据

激光轮廓传感器亮度图

image型（byte），表示激光轮廓传感器亮度图的图像数据。

激光轮廓传感器亮度图宽

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的宽度。

激光轮廓传感器亮度图高

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的高度。

激光轮廓传感器亮度图像素格式

int型，表示激光轮廓传感器亮度图的像素格式。一般为17301505，表示MONO8格式。

RGBD深度图像数据

RGBD深度图

image型（byte），表示RGBD深度图的图像数据。

RGBD深度图宽

int型，表示RGBD深度图的宽度。

RGBD深度图高

int型，表示RGBD深度图的高度。

RGBD深度图像素格式

int型，表示RGBD深度图的像素格式。一般为C16格式。

Rgb图像数据

Rgb图

image型（byte），表示RGB图的图像数据。

Rgb图宽

int型，表示RGB图的宽度。

Rgb图高

int型，表示RGB图的高度。

Rgb图像素格式

int型，表示RGB图的像素格式。一般为RGB8_PLANAR格式。

深度图属性

X偏移

int型，即xoffset，表示深度图原点水平方向的偏移量。

Y偏移

int型，即yoffset，表示深度图原点垂直方向的偏移量。

Z偏移

int型，即zoffset，表示深度图原点Z方向的偏移量。

X尺度

float型，即xscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（X方向）。

Y尺度

float型，即yscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Y方向）。

Z尺度

float型，即zscale，表示点云到深度图转换的缩放系数（Z方向）。

RGBD相机内参

RGBDINNERPARAM型，RGB-D相机的内参。

深度图到RGB的变换

Matrix4型，表示4×4变换矩阵，**变换*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

深度图到RGB的变换*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4变换矩阵的16个值中的其中一个。

RGB相机内参矩阵

Matrix3型，表示3×3内参矩阵，**内参矩阵*（*表示0~8）**即该矩阵的9个值。

RGB相机内参矩阵*（*表示0~8）

double型，分别表示3×3内参矩阵的9个值中的其中一个。

RGB相机畸变系数

RGB相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示RGB相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

Depth相机畸变系数

Depth相机畸变系数*（*表示0~4）

double型，分别表示Depth相机畸变系数5个值的其中一个，其中0、1、4为径向畸变系数，2、3为切向畸变系数。

14.15.7 三角面片生成稠密点云

输入按照三角网格的形式排列的点云，即三个点为一组构成一个三角形的点云列表，然后根据三角面片生成稠密点云。

本节内容包含：

模块原理使用方法配置参数模块结果

模块原理

*三角面片生成稠密点云*模块以每个三角面片确定局部坐标系，在局部坐标系中进行采样，采样完成后，整合输出点云数据。

使用方法

使用*三角面片生成稠密点云*模块前需要使用*CAD转点云*模块，用于输入三角面片点云；后续可根据实际使用场景选择点云相关模块。流程示例如下所示。

图14-576 流程示例

配置参数

双击*三角面片生成稠密点云*模块，配置如下参数。

基本参数

点云

选择点云来源。

运行参数

采样方式

选择采样方式，可选*通过半径控制采样结果*或*通过点数控制采样结果*。

去重半径

设置去重半径大小，*采样方式*选择*通过半径控制采样结果*需配置此参数。

稠密点云点数

设置稠密点云中点数量，*采样方式*选择*通过点数控制采样结果*需配置此参数。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出点云簇数量

int型，表示输出的点云簇的个数。

输出点云数据

POINTCLOUD型，输出的点云数据。

输出点云容量

int型，表示输出的点云的容量。

输出点云点数

int型，表示输出的点云中包含的点的总数。

输出法向量点数

int型，表示输出的点云中包含的法向量点的总数。

输出rgb数据点数

int型，表示输出的点云中包含的rgb数据点的总数。

输出拓展信息

PCDEXTINF型，点云数据的扩展信息。

输出拓展信息数据

输出坐标系类型

int型，表示输出点云坐标系的类型，1表示RGB相机坐标系，2表示深度图相机坐标系，3表示机器人坐标系，4表示工作台坐标系，5表示物体自身坐标系，6表示自定义坐标系。

输出尺寸标记

int型，表示是否输出点云尺寸，0表示不输出，1表示输出。

输出长度

float型，表示点云的长度。

输出宽度

float型，表示点云的宽度。

输出高度标记

int型，表示是否输出高度，0表示不输出，1表示输出。

输出高度

float型，表示点云的高度。

输出面积标记

int型，表示是否输出点云面积，0表示不输出，1表示输出。

输出点云面积

float型，表示点云的面积。

输出密度标记

int型，表示是否输出点云密度，0表示不输出，1表示输出。

输出点云密度

float型，表示点云的密度。

输出体积标记

int型，表示是否点云体积，0表示不输出，1表示输出。

输出体积

float型，表示点云的体积。

输出中心点标记

int型，表示是否输出点云中心点，0表示不输出，1表示输出。

输出中心点

输出中心点x

float型，表示点云中心点的x坐标。

输出中心点y

float型，表示点云中心点的y坐标。

输出中心点z

float型，表示点云中心点的z坐标。

输出凸包标记

int型，表示是否输出点云凸包，0表示不输出，1表示输出。

凸包

输出凸包点

输出凸包点x

float型，表示点云凸包点的x坐标。

输出凸包点y

float型，表示点云凸包点的y坐标。

输出凸包点z

float型，表示点云凸包点的z坐标。

输出凸包点数

int型，表示点云凸包点的总数。

输出外接矩标记

int型，表示是否输出点云外接矩形，0表示不输出，1表示输出。

输出外接矩角点

输出外接矩角点x

float型，表示点云外接矩形角点的x坐标。

输出外接矩角点y

float型，表示点云外接矩形角点的y坐标。

输出外接矩角点z

float型，表示点云外接矩形角点的z坐标。

输出矩形度标记

int型，表示是否输出点云矩形度，0表示不输出，1表示输出。

输出矩形度

float型，表示点云外接矩形与点云平面的比值。

输出平面标记

int型，表示是否输出点云平面，0表示不输出，1表示输出。

输出平面方程

PLANE3D型，输出的平面方程。

输出平面方程a

float型，表示平面方程系数A的值。

输出平面方程b

float型，表示平面方程系数B的值。

输出平面方程c

float型，表示平面方程系数C的值。

输出平面方程d

float型，表示平面方程系数D的值。

输出法向量标记

int型，表示是否输出点云法向量，0表示不输出，1表示输出。

输出法向量

输出法向量x

float型，表示法向量的x值。

输出法向量y

float型，表示法向量的y值。

输出法向量z

float型，表示法向量的z值。

输出坐标范围标记

int型，表示是否输出点云坐标范围，0表示不输出，1表示输出。

输出坐标范围

BOX3D型，包围盒的大小范围。

输出坐标范围Min_x

float型，表示点云x坐标最小值。

输出坐标范围Min_y

float型，表示点云y坐标最小值。

输出坐标范围Min_z

float型，表示点云z坐标最小值。

输出坐标范围Max_x

float型，表示点云x坐标最大值。

输出坐标范围Max_y

float型，表示点云y坐标最大值。

输出坐标范围Max_z

float型，表示点云z坐标最大值。

输出包围盒标记

int型，表示是否输出点云包围盒，0表示不输出，1表示输出。

输出包围盒角点

输出包围盒角点x

float型，表示点云包围盒角点的x坐标。

输出包围盒角点y

float型，表示点云包围盒角点的y坐标。

输出包围盒角点z

float型，表示点云包围盒角点的z坐标。

输出内切圆标记

int型，表示是否输出点云内切圆，0表示不输出，1表示输出。

内切圆

输出内切圆心

输出内切圆心x

float型，表示点云内切圆圆心的x坐标。

输出内切圆心y

float型，表示点云内切圆圆心的y坐标。

输出内切圆心z

float型，表示点云内切圆圆心的z坐标。

输出内切圆长轴

float型，表示点云内切圆圆心的长轴长度。

输出内切圆短轴

float型，表示点云内切圆圆心的短轴长度。

输出外接圆标记

int型，表示是否输出点云外接圆，0表示不输出，1表示输出。

外接圆

输出外接圆心

输出外接圆心x

float型，表示点云外接圆圆心的x坐标。

输出外接圆心y

float型，表示点云外接圆圆心的y坐标。

输出外接圆心z

float型，表示点云外接圆圆心的z坐标。

输出外接圆半径

float型，表示点云外接圆的半径长度。

输出位姿标记

int型，表示是否输出点云位姿，0表示不输出，1表示输出。

输出位姿

Matrix4型，表示4×4位姿矩阵，**输出位姿*（*表示0~15）**即该矩阵的16个值。

输出位姿*（*表示0~15）

double型，分别表示4×4位姿矩阵的16个值中的其中一个。

输出类别标记

int型，表示是否输出点云类别，0表示不输出，1表示输出。

所属类别

int型，为深度学习模型自定义内容。

输出量纲标记

int型，表示是否进行过量纲变换，0表示未进行过，1表示进行过。

输出缩放系数

float型，表示点云的量纲转换系数。

14.16 2D颜色处理

“2D颜色处理”分类下的模块可对2D彩色图像进行处理。该分类下的模块包括颜色抽取、颜色测量、颜色转换和颜色识别等。

此处对于颜色处理相关模块经常使用到的几种颜色空间进行介绍。

- RGB颜色空间：以R、G、B三原色为基础构成，通过互相叠加得到其他各种颜色，便于理解，每个通道范围均为0-255，三个通道组合表示的颜色范围种类极广，在图像显示方面使用最多。缺点是颜色

与R、G、B三通道分量息息相关，当存在光照和阴影等情况时，成像略有区别，RGB值可能存在较大的变化，不便于进行图像处理。

- HSV颜色空间：一种由色调（Hue）、饱和度（Saturation）和明度（Value）组成的颜色模型，它通过非线性变换将颜色的色调、饱和度和明暗分离，更接近于人类对彩色的感知经验。这使得HSV颜色空间在进行色彩对比和分割方面比RGB更为有利。转换HSV到RGB的公式如下：

$$V = max\{R, G, B\}$$

$$S = \begin{cases} \dfrac{V - min\{R, G, B\}}{V} & if\ \ V \neq 0 \\ 0 & other \end{cases}$$

$$H = \begin{cases} \dfrac{60(G - B)}{V - min\{R, G, B\}} & if\ \ V = R \\ 120 + \dfrac{60(B - B)}{V - min\{R, G, B\}} & if\ \ V = G \\ 240 + \dfrac{60(R - G)}{V - min\{R, G, B\}} & if\ \ V = B \end{cases}$$

$$IF\ \ H < 0, then\ \ H = \mathrm{h} + 360. \quad 0 \leq \{\mathrm{R}, \mathrm{G}, \mathrm{B}\} \leq 1$$

说明

在图像处理中通常将H、S、V值的范围归一化为0-255表示。

- HSI颜色空间：由色调（Hue）、饱和度（Saturation）和强度（Intensity）构成，与HSV颜色空间相似，同样通过非线性变换将颜色的色调、饱和度和亮度分离，更符合人们对彩色的感知经验，便于色彩对比和分割。转换HSI到RGB的公式如下：

$$I = \frac{R + G + B}{3}$$

$$S = \begin{cases} 1 - \dfrac{3min\{R, G, B\}}{R + G + B} & if\ \ I \neq 0 \\ 0 & other \end{cases}$$

$$H = \begin{cases} \theta & G \geq B \\ \theta + \pi & G < B \end{cases}$$

$$where\ \ \theta = \frac{\pi}{2} - tan^{-1}\left(\frac{2R - G - B}{\sqrt{3}(G - B)}\right), 0 \leq \{R, G, B\} \leq 1$$

说明

在图像处理中通常将H、S、I值的范围归一化为0-255表示。

- YUV颜色空间：它是在电视系统中常用的颜色空间，其中Y表示明度（Luminance），即灰度值，UV表示色差（Chrominance），表示颜色的色彩和饱和度。YUV颜色空间包含多种存储格式（主要为YUV444，YUV422和YUV420），*颜色转换*工具默认转换为YUV444格式。转换公式如下：

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$U = -0.147R - 0.289G + 0.436B$$

$$V = 0.615R - 0.515G - 0.100B$$

14.16.1 颜色抽取

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

颜色抽取模块是通过输入彩色图像，根据在指定颜色空间设置的三通道抽取阈值将目标区域抽取出来，得到只含目标区域的二值图（目标区域像素值为255，其它像素值为0），并输出目标区域的面积。

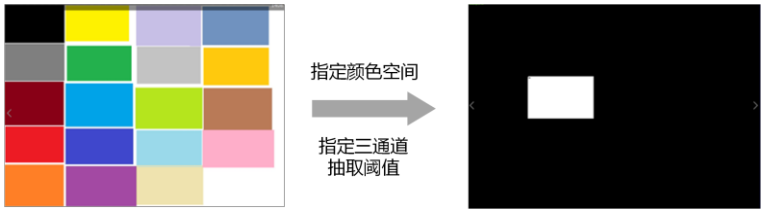


图14-577 颜色抽取模块功能示意图

使用方法

该模块通常用于抽取目标区域和非目标区域色彩区分明显的场景，多用于“颜色面积检测”等场景。
颜色抽取模块需要输入彩色图像（比如：图像源模块设置为输出RGB图像），后续一般可以搭配BLOB分析模块，可用于定位抽取颜色的目标。

图14-578 颜色抽取搭配使用示例

图14-579 颜色抽取使用效果图

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

抽取列表

显示当前已设置的颜色范围，点击一个颜色范围后可编辑相应的运行参数。通过点击加号，可以设置多个颜色范围，所有范围取并集作为目标的颜色范围。

说明

- 当鼠标悬停在颜色范围上时，颜色范围右上角显示删除符号，若点击该符号，则删除该颜色范围。
- 若颜色范围左上角的复选框没有被勾选，则该颜色范围处于未使能状态，不会被应用于颜色抽取，仅有勾选的颜色范围才被用于颜色抽取。

颜色空间

支持RGB、HSV、HSI三种颜色空间，具体介绍请见*2D颜色处理*章节。

通道一/二/三

当颜色空间选择RGB颜色空间时，通道一、二、三分别对应R、G、B三通道；当选择HSV颜色空间时，通道一、二、三分别对应H、S、V通道；当选择HSI颜色空间时，通道一、二、三分别对应H、S、I通道。

通道下限

指定颜色空间内，用来存储、传递与颜色相关的图像信息的通道抽取像素的最小值。

通道上限

指定颜色空间内，用来存储、传递与颜色相关的图像信息的通道抽取像素的最大值。

颜色反转

若开启颜色反转使能，则取当前设置颜色范围在当前颜色空间中的补集作为实际的抽取范围。

模块结果

*颜色抽取*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

总面积

float型，代表所抽取颜色在输入图像中所占据的总面积，也就是输出图像中白色区域的面积。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.16.2 颜色测量

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

颜色测量模块是通过输入彩色图像，计算图像ROI区域在指定颜色空间下的三通道均值、最大值、最小值、标准差和直方图等数据。颜色空间包含RGB颜色空间、HSV颜色空间和HSI颜色空间。

图14-580 颜色测量模块功能示意图

使用方法

颜色测量模块一般用于检测输出当前图像的RGB值，再与设定的值进行比较以判断结果。
颜色测量模块需要输入彩色图像（比如：图像源模块设置为输出RGB图像），后续一般可以搭配逻辑模块，可用于结果的判断和比较。

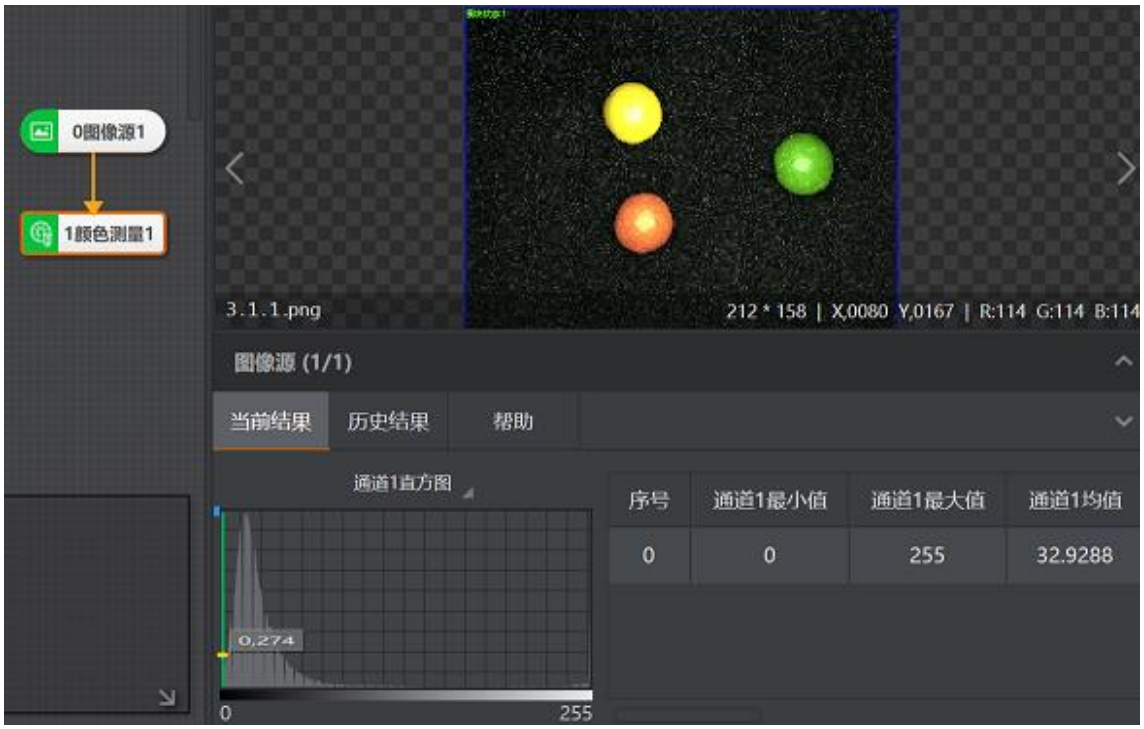


图14-581 颜色测量示例效果图

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

颜色空间

支持RGB、HSV、HSI三种颜色空间，具体介绍请见*2D颜色处理*章节。

模块结果

*颜色测量*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

通道*最小值（*代表 1-3）

int型，代表用来存储、传递与颜色相关的图像信息的通道*最小值。

通道*最大值（*代表 1-3）

int型，代表用来存储、传递与颜色相关的图像信息的通道*最大值。

通道*均值（*代表 1-3）

float型，代表用来存储、传递与颜色相关的图像信息的通道*平均值。

通道*标准差（*代表 1-3）

float型，代表用来存储、传递与颜色相关的图像信息的通道*标准差值。

通道*直方图（*代表 1-3）

int型，代表将存储、传递与颜色相关的图像信息的通道*用直方图表示的结果。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

ROI圆弧

检测圆弧中心点

检测圆弧中心X

float型，表示检测圆弧中心点的X坐标。

检测圆弧中心Y

float型，表示检测圆弧中心点的Y坐标。

检测圆弧内径

float型，表示检测圆弧的内径。

检测圆弧外径

float型，表示检测圆弧的外径。

检测圆弧起始角度

float型，表示检测圆弧的起始边与水平方向夹角。

检测圆弧角度范围

float型，表示检测圆弧的起始边到终止边的角度范围。

14.16.3 颜色转换

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

颜色转换模块是对输入的RGB图像中指定彩色区域的颜色信息进行测量，并将图像转换到指定的颜色空间（支持灰度、HSV、HSI、YUV），并输出指定颜色通道的灰度图像。

图14-582 颜色转换模块功能效果图

使用方法

颜色转换模块一般用于需要将原本的彩色图像转换成其他颜色空间并进行计算处理的场景。
颜色转换模块需要输入彩色图像（比如：图像源模块设置为输出RGB图像），后续一般是搭配需要使用的检测模块，对指定颜色空间的图片进行处理。

图14-583 颜色转换使用效果图

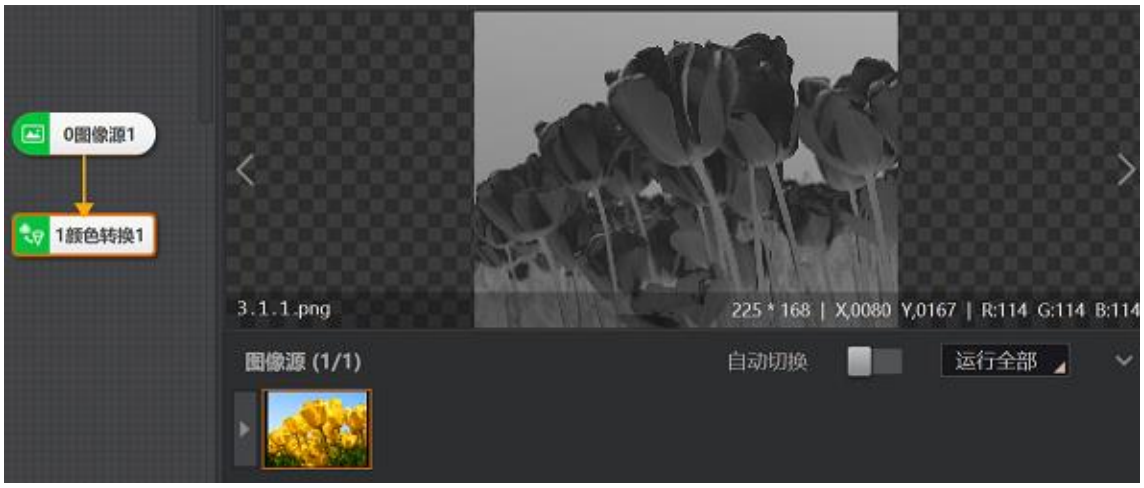


图14-584 颜色转换示例效果图

参数配置

转换类型

包含RGB转灰度、RGB转HSV、RGB转HSI、RGB转YUV。选择不同的转换类型需设置的参数有所差别。

选择**RGB转灰度**时，需设置**转换比例**。

转换比例

- 通用转换比例：0.299r + 0.587g + 0.114b。r为R通道灰度值，g为G通道灰度值，b为B通道灰度值。

图14-585 通用转换比例

- 平均转换比例：(r + g + b) / 3。

图14-586 平均转换比例

- 通道最小值：min(r, g, b)，用来存储、传递与颜色相关的图像信息的通道最小值。

图14-587 通道最小值示意图

- 通道最大值：max(r, g, b)，用来存储、传递与颜色相关的图像信息的通道最大值。

图14-588 通道最大值示意图

- 自设转换比例：手动设置**R转换比例**、**G转换比例**、**B转换比例**的值，转换后的灰度值为(R*r+G*g+B*b) / (R+G+B) 。
- R通道：r + 0*g + 0*b，即R通道灰度值。
- G通道：0*r + g + 0*b，即G通道灰度值。
- B通道：0*r + 0*g + b，即B通道灰度值。

选择**RGB转HSV/HSI/YUV**时，需设置**显示通道**。

显示通道

- 第一通道：按照第一通道转换。
- 第二通道：按照第二通道转换。
- 第三通道：按照第三通道转换。

模块结果

*颜色转换*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

14.16.4 颜色识别

颜色识别模块通过对图像样本建立颜色模型，识别并计算目标与模型的相似程度。主要用于通过颜色对目标图像进行分类。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *颜色模型*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

颜色识别模块是对目标图像进行分类识别的工具，包含建模和识别两部分。

- 建模：通过输入一张或多张图像，选择图像中的ROI区域作为样本，设置样本标签，建立颜色模型。
- 识别：输入待识别图像的ROI区域，根据颜色模型中的样本与待识别区域的相似程度识别出最接近的标签类名称。

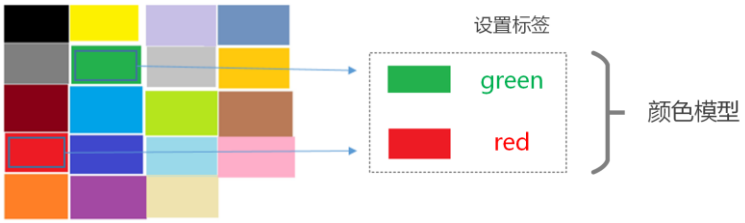


图14-589 颜色识别模块建模功能示意图

图14-590 颜色识别模块识别功能示意图

使用方法

颜色识别通过对图像样本建立*颜色模型*，识别计算目标与模型的相似程度，主要是对目标图像进行分类的工具。工具适用于目标物体颜色变化较为明显的场景，常用在“有无检测”场景，对于体积变化、形状变化等不适用。

颜色识别模块需要输入彩色图像（比如：图像源模块设置为输出RGB图像），后续一般是搭配需要使用的逻辑模块，对颜色识别模块的结果进行判断处理。

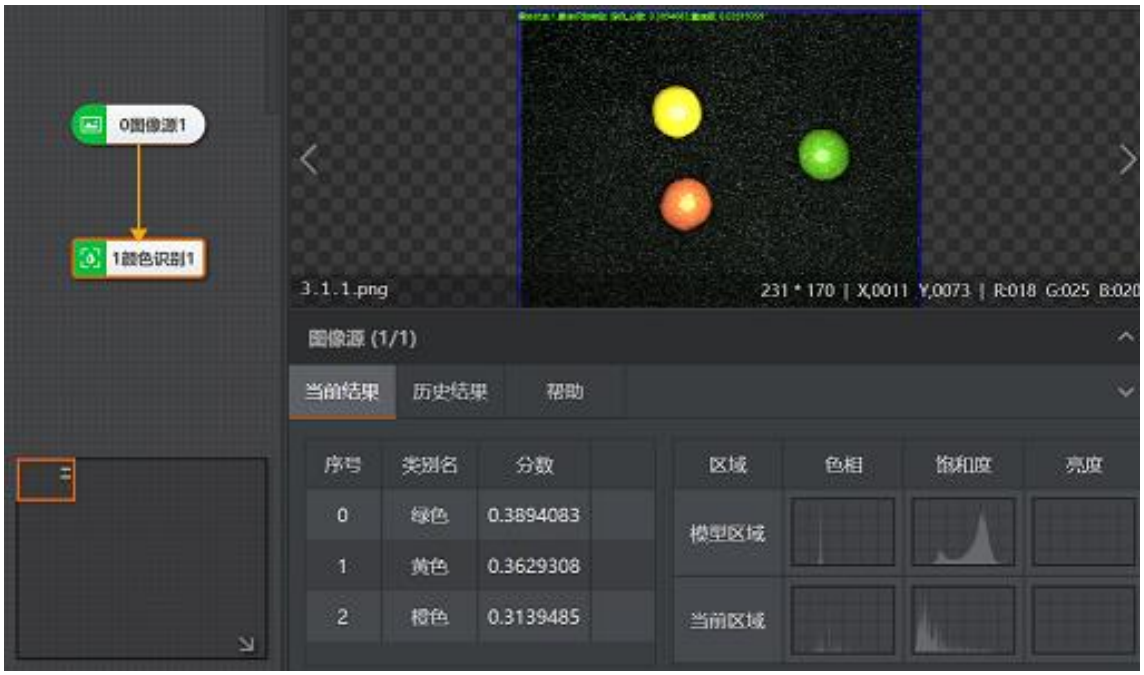


图14-591 颜色识别示例效果图

颜色模型

颜色模型是通过输入一张或多张图像，选择图像中的ROI区域作为样本，设置样本标签并进行创建。

操作步骤

1. 在**颜色模型**面板中点击可进入模板配置界面进行创建模型。
   1) 加载图像。点击下方**图像列表**处的添加当前图像源模块中导入的图片，也可点击或添加本地图片。
   2) 添加标签。点击**标签类列表**右侧的创建标签，点击标签右侧的可对标签名称进行编辑。
   3) 框选掩膜。使用、或对标注区域绘制掩膜ROI。
   4) 添加至标签。点击***添加至标签***可将绘制的掩膜样本加入对应标签类别，标签名称右侧会同步显示对应的样本数量。

   说明

   当样本打标错误时，可将样本移动至正确的标签列表中。

   5) 配置参数。

      敏感度

      表示对图像颜色变化的敏感程度。分为高、中、低三种敏感模式，当图像对颜色变化的敏感程度较高时，建议选择高敏感模式。

      特征类型

      包含直方图特征和色谱特征两种类型。相较而言，直方图特征分布更细，对图像变化更加敏

感。

不同参数对颜色变化的敏感程度如下图所示。建议选择直方图特征高敏感模式，若识别效果不满足要求，可根据实际效果修改参数。

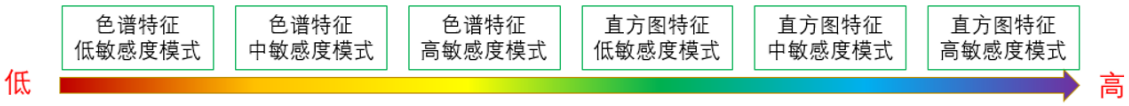


图14-592 不同参数对颜色变化的灵敏度

亮度

反映光照对图像的影响程度。若需要在光照变化的情况下保持识别结果更加稳定，可关闭亮度特征。

说明

当选择直方图特征时可选择启用或关闭亮度特征，选择色谱特征时推荐始终启用亮度特征。

图14-593 模板配置界面

6) 点击*保存模型*即可将配置的模型生成.bin格式模型文件，点击*确定*即配置成功并返回颜色模型面板。

图14-594 颜色模型面板

2. 在**颜色模型**面板中点击右上角的*编辑模型*可进入模板配置界面对当前已有的模型进行编辑。
3. 在**颜色模型**面板中点击或或可导入或导出模型文件。

说明

在导入模型时，会清空已有的颜色模型。

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

K值

表示选取前K个颜色样本中所占数量最多的类作为最佳识别结果，K值需小于所有标签类中的最小样本数。

KNN距离

是指不同特征值之间的距离，包含欧式距离、曼哈顿距离、相交距离、偏移距离四种。推荐使用偏移距离。

欧氏距离

最常见的距离变量，是指多维空间里两个点之间的真实距离。

曼哈顿距离

在二维坐标系中两点之间的横坐标和纵坐标的距离总和。

相交距离

由于历史兼容性原因保留，但效果不如偏移距离好。

偏移距离

推荐选择此项，运行效果最优。

模块结果

*颜色识别*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

置信度

float型，表示识别的字符的置信度。数组，其长度等于字符个数。

最佳匹配名称

string型，代表添加颜色模型，设置每种颜色标签类型，用选取工具提取图像颜色并测量识别指定区域的颜色信息，调整参数设置，输出模板配置，建立完模板后加载图像并设定ROI限定目标区域，单次执行会输出每个模板对应的识别得分， 识别得分最高的为最佳匹配模型，该模型名称为最佳匹配名称。

最佳分数

float型，代表添加颜色模型，设置每种颜色标签类型，用选取工具提取图像颜色并测量识别指定区域的颜色信息，调整参数设置，输出模板配置，建立完模板后加载图像并设定ROI限定目标区域，单次执行会输出每个模板对应的识别得分， 识别得分最高的为最佳分数。

类别名

string型，代表创建颜色模型所需要输入的标签类名称，用来区别颜色类 别。

分数

float型，表示匹配到图像的得分，1表示与模板图像完全相同。

模型H通道数据

float型，代表将存储、传递与颜色相关的图像色调的模型通道数据。

模型S通道数据

float型，代表将存储、传递与颜色相关的图像饱和度的模型通道数据。

模型I通道数据

float型，代表将存储、传递与颜色相关的图像亮度的模型通道数据。

样本H通道数据

float型，代表将存储、传递与颜色相关的图像色调的样本通道数据。

样本S通道数据

float型，代表将存储、传递与颜色相关的图像饱和度的样本通道数据。

样本I通道数据

float型，代表将存储、传递与颜色相关的图像亮度的样本通道数据。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.17 2D拆分组合

"2D拆分组合"分类下的模块可对图像中的图形进行拆分、组合和筛选。该分类下的模块包括*划片拆分*、*二维阵列*、*多标签筛选*、*Box融合*等。

14.17.1 划片拆分

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

划片拆分模块可根据设置的运行参数，将输入图像的检测区域划分为多个划片区域，以供后续模块（如拷贝填充、Group等）分别进行处理。
结合下图来看，L代表整个检测区域水平方向的长度，S代表每个划片水平方向的长度，M代表水平方向的划片数量，F代表水平方向的重叠率，则该模块遵循的计算公式为S*M-(M-1)*F*L=L。其中，重叠率F=相邻划片之间重叠的部分/检测区域长度L。

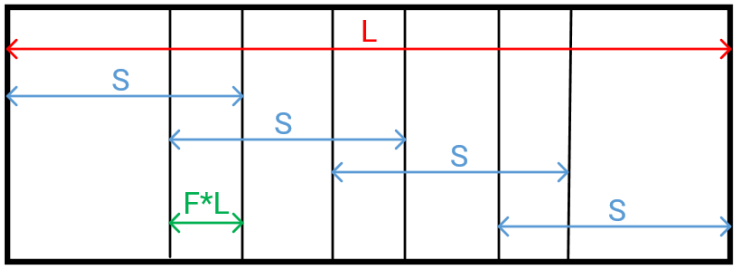


图14-601 原理示意图

说明

- 水平方向划分后，图像最左侧和最右侧划片的重叠区域在靠近图像中心区域侧，靠边侧无重叠区域，如上图所示。
- 垂直方向的计算公式及原理与水平方向相同，不再赘述。

使用方法

当图像中存在循环阵列的相似图形需要对所以图形单独进行处理时，可用此模块来实现类似于划片后拆分处理的操作。如下图所示，将一张图片拆分成3*3，即9个区域。

图14-602 划片拆分示意图

该模块一般与拷贝填充、Group等模块进行配合使用。例如，在group模块中可以先传入分片区域，再对这些区域逐个进行处理，执行后即可得到每个分片区域的检测结果，如下图所示。

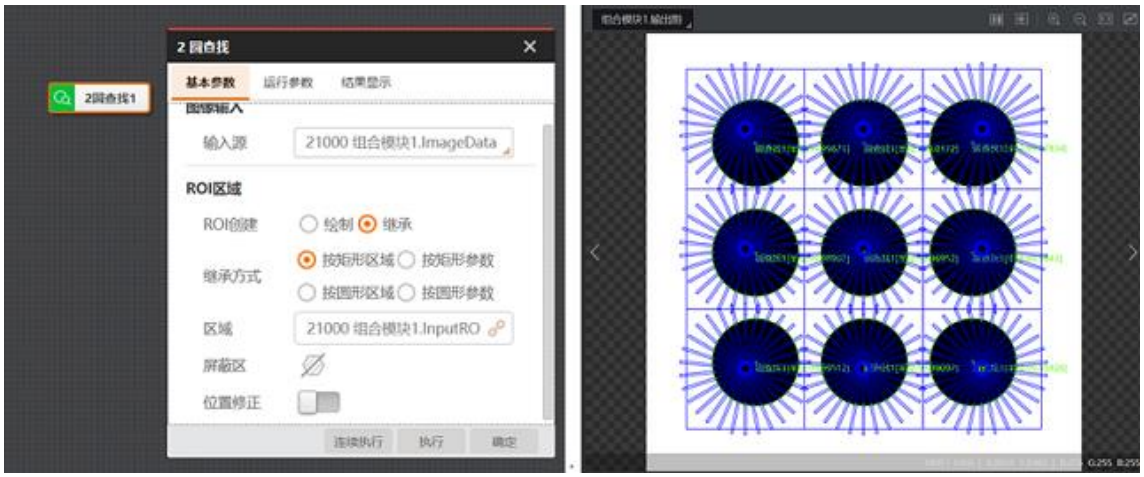


图14-603 划片拆分检测结果

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

X/Y方向划片数

即水平/垂直方向需要划分的划片数量。

X/Y方向重叠率

即水平/垂直方向的相邻划片之间的重叠率；当重叠率设置为0时，则表示相邻划片之间无重叠部分。

模块结果

*划片拆分*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

分片矩形

分片矩形中心

分片矩形中心X

float型，代表划片后每一个分片矩形的中心点X坐标。

分片矩形中心Y

float型，代表划片后每一个分片矩形的中心点Y坐标。

分片矩形宽度

float型，代表划片后每一个分片矩形的宽度。

分片矩形高度

float型，代表划片后每一个分片矩形的高度。

分片矩形角度

float型，代表划片后每一个分片矩形的角度。

划片个数

int型，代表总的划片个数。

14.17.2 二维阵列

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

二维阵列定位的目标需满足行列垂直和水平分布的特点。二维阵列示意图如下图所示，红色box代表缺失的目标，需通过二维阵列模块进行修正。

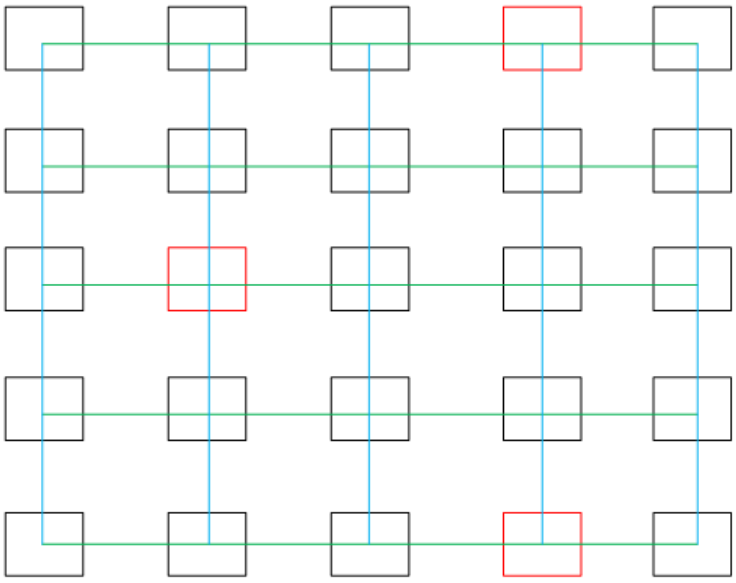


图14-604 二维阵列示意图

二维阵列模块运行原理如下：

1. 将水平分布的目标中心点拟合成直线。
   拟合直线的最大条数即设置的**阵列行数**，每一条直线拟合时要求box中心点数至少是设定**阵列列数**的0.5倍。
2. 将垂直分布的目标中心点按照相同逻辑拟合成直线。
   拟合直线的最大条数即设置的**阵列列数**，每一条直线拟合时要求box中心点数至少是设定**阵列行数**的0.5倍。
3. 拟合得到水平和垂直直线后，拟合得到上图中的水平直线（绿色）和垂直直线（蓝色）。计算两两相交的交点，即为修正后的目标中心。原目标尺寸保持不变。
4. 获得修正后的目标中心后，同步计算每一行的最小包围box。

使用方法

二维阵列工具可对二维阵列的初定位结果进行修改，包括补齐漏定位以及误定位。同时，还可计算阵列中的行最小包围box（即同一行的box整合后的box）。如下图，已知我们检测的对象的分布大致为阵列的形式，在第1行第3列的对象、第2行第1列，由于该对象与模板存在差异，导致匹配缺失，但我们仍要输出对应的Box区域，可以使用该模块进行补齐。

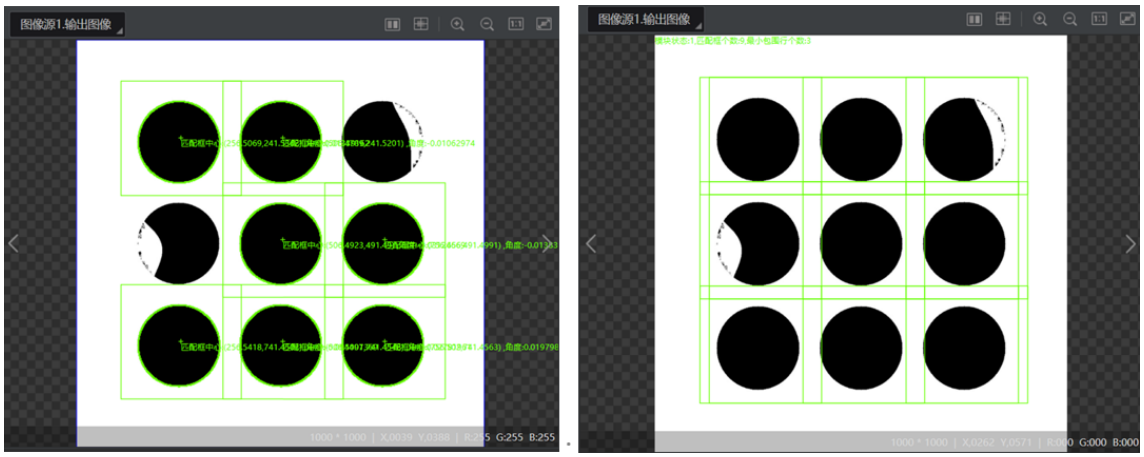


图14-605 二维阵列示意图

该模块一般与模块匹配、目标检测等模块配合使用进行阵列化补齐。针对模块匹配的缺失情况，通过运行参数可设置二维阵列的阵列行数和阵列列数，补齐效果如下图所示。

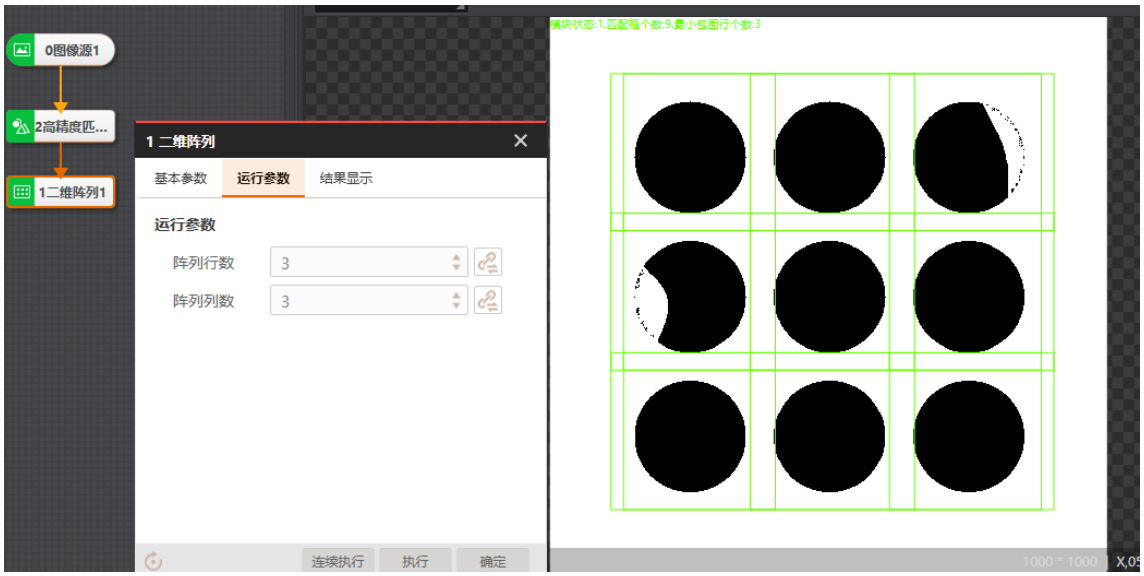


图14-606 二维阵列执行结果

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

阵列行数

二维阵列的行数，即拟合水平直线的最大条数。

阵列列数

二维阵列的列数，即拟合垂直直线的最大条数。

模块结果

*二维阵列*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

修正匹配框个数

int型，代表修正后匹配框的个数。

修正匹配框

修正框中心

修正框中心X

float型，代表修正后匹配框的中心点X，数组，其长度等于修正匹配框个数 。

修正框中心Y

float型，代表修正后匹配框的中心点Y，数组，其长度等于修正匹配框个数 。

修正框宽度

float型，代表修正后匹配框的宽度，数组，其长度等于修正匹配框个数。

修正框高度

float型，代表修正后匹配框的高度，数组，其长度等于修正匹配框个数。

修正框角度

float型，代表修正后匹配框的角度，数组，其长度等于修正匹配框个数。

最小包围行Box个数

int型，代表行的最小包围的个数。

最小包围行矩形

最小包围行中心

最小包围行中心X

float型，代表行的最小包围的中心点X，数组，其长度等于最小包围行 Box个数。

最小包围行中心Y

float型，代表行的最小包围的中心点Y，数组，其长度等于最小包围行 Box个数。

最小包围行宽度

float型，代表行的最小包围的宽度，数组，其长度等于最小包围行Box个数 。

最小包围行高度

float型，代表行的最小包围的高度，数组，其长度等于最小包围行Box个数 。

最小包围行角度

float型，代表行的最小包围的角度，数组，其长度等于最小包围行Box个数 。

14.17.3 多标签筛选

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

多标签筛选模块用于对实例分割掩膜图进行二值化处理，即将输入图像中指定像素列表的像素值设置为255（显示白色），其余设置为0（显示黑色）。
假如下图中各个数字代表像素值，当设置像素列表为【1, 5, 8】时，则对应位置的像素值均会变为255，其余位置的像素值会变为0。

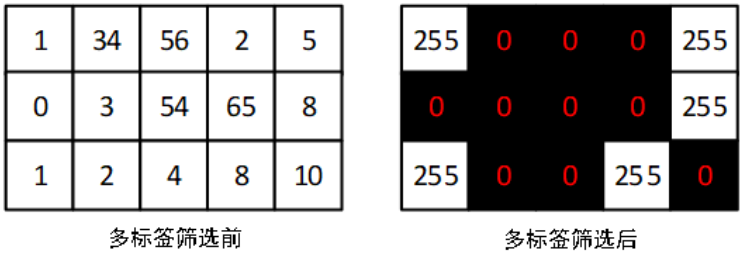


图14-607 多标签筛选前后对比图

使用方法

该模块一般配合DL实例分割模块使用，类别编号订阅实例分割模块的目标类别。将实例分割模块输出的类别进行筛选，并输出符合要求的区域。

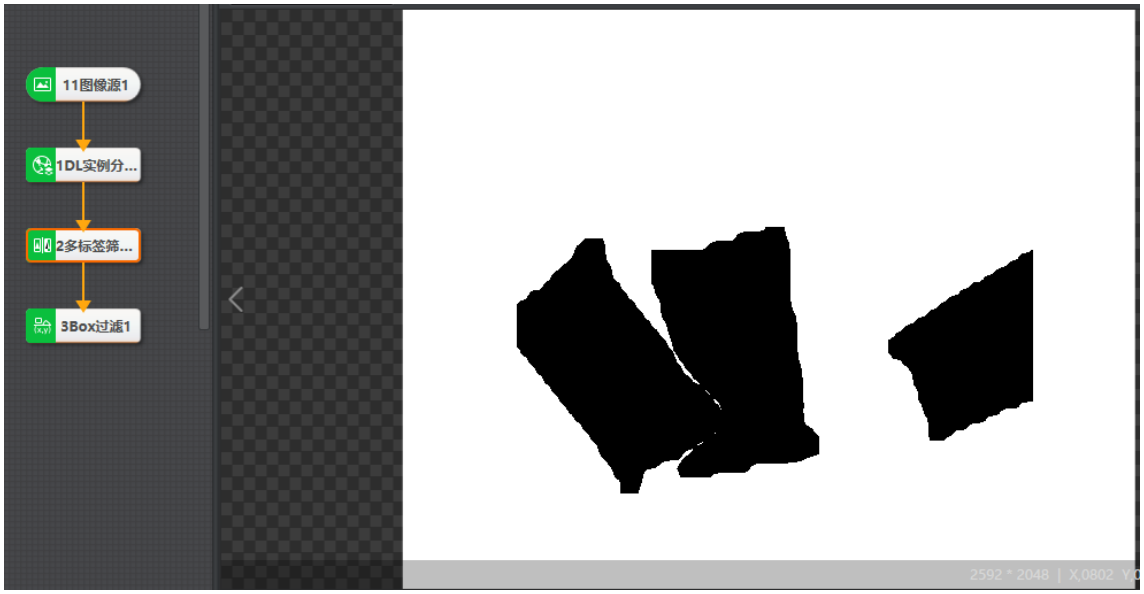


图14-608 多标签筛选示例效果图

说明

由于实例分割识别的三个类别的灰度值分别为1、2、3，其余区域的灰度值为0；而多标签筛选模块的**类别编号**订阅的DL实例分割目标类别结果为0，故在多标签筛选模块输出图像中，三个类别对应的灰度值被设为0，其余背景对应的灰度值被设为255。

参数配置

输入源

需订阅进行多标签筛选的图像源。

类别编号

需订阅像素列表，用于筛选对应类别的区域。比如：与DL实例分割模块配合使用时，**类别编号**可订阅DL实例分割模块的目标类别。

图14-609 模块配置

模块结果

*多标签筛选*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出图像

输出图像数据

binary型，表示输出图像的二进制数据。

输出图像宽度

int型，表示输出图像的宽度。

输出图像高度

int型，表示输出图像的高度。

输出图像像素格式

int型，表示输出图像的像素格式。其中17301505对应Mono8格式，35127316对应RGB24格式。

14.17.4 Box融合

Box融合可将多个重叠率满足要求的Box融合成一个Box并输出。

说明

Box的含义：用于标记目标物体位置和大小的、带角度信息的矩形。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

*Box融合*模块的处理原理如下图所示，主要包含“计算融合Box列表”和“计算多Box的最小包围Box及标签”两个步骤。

- 计算融合Box列表：将需要融合的Box编号记录在一个列表中，判断Box是否能够融合。判断条件为两个Box的重叠率大于设定值。
- 计算多Box的最小包围Box及标签：
  - 计算多Box的最小包围Box：先取多个Box的顶点，再计算点集的最小包围Box作为融合后的Box。
  - 计算多Box的标签：根据设置的融合类型进行处理。

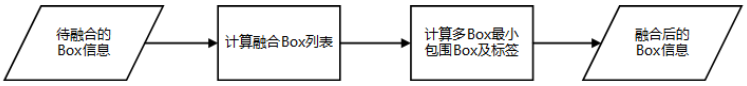


图14-610 Box融合原理

融合类型分为三种，具体如下：

- **无条件融合并按缺陷优先级输出标签**：对**重叠率**满足要求且标签在**标签优先级**中的Box进行融合，融合后的标签取优先级更高的标签。
- **按标签类别融合并输出标签**：对**重叠率**满足要求且标签相同的Box进行融合。
- **无条件融合并随机输出标签**：对**重叠率**满足要求且标签相同的Box进行融合，融合后的标签随机取融合前Box的标签。此时可不设置**Box标签**。

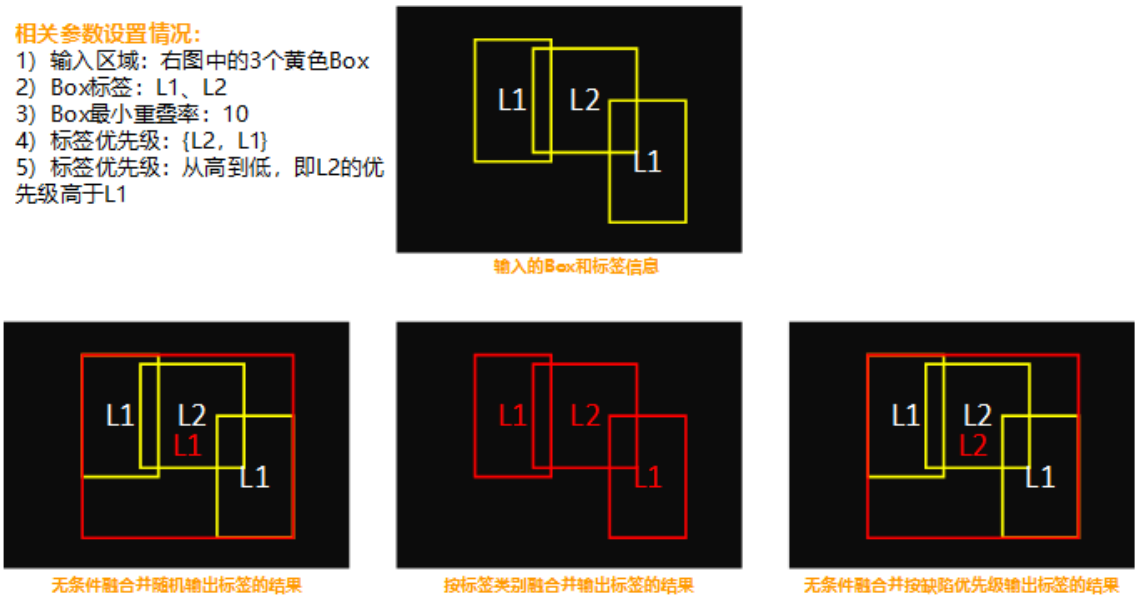


图14-611 Box融合效果图

使用方法

当多个检测对象存在重叠（例如图像分割、目标检测、模板匹配等工具的结果）时，若需需通过重叠率和优先级等规则对重叠对象进行融合，则可使用Box融合模块将多个重叠率满足要求的Box融合成一个Box并输出，如下图所示的圆形、三角形和五角星。

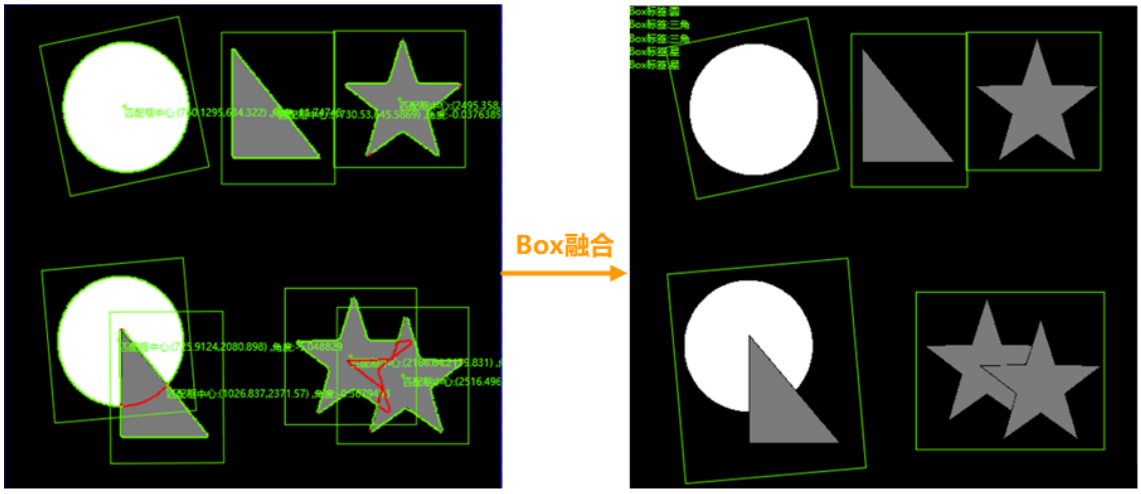


图14-612 Box融合示意图

- 该模块可与图像分割、目标检测模块进行配合使用。对于图像分割、目标检测等模块输出缺陷对象的最小外接矩形，利用重叠率和融合规则进行图像的融合。
- 该模块还可与模板匹配等模块进行配合使用，标签可以使用对应的模板名称。
- 另外，若要对多个模块输出的Box进行汇总融合，可通过脚本的方式输出多个模块的Box以及对应的string类型名称数组，再通过Box融合模块进行融合。

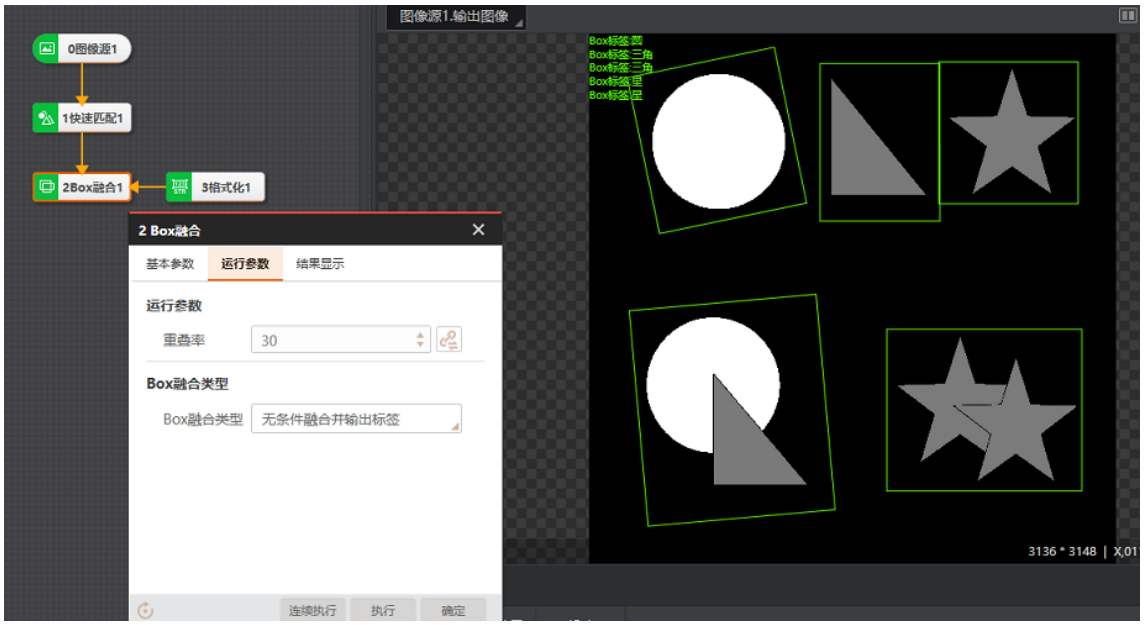


图14-613 Box融合执行结果

参数配置

此处仅对该模块的基本参数以及运行参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

- 基本参数：

  按区域/按参数

  订阅需进行Box融合的区域。可选*按区域*或*按参数*。

  按区域

  通过**区域**参数订阅Box区域。

  按参数

  通过**ROI中心点X/Y**、**ROI宽度/高度**、**ROI角度**参数订阅Box区域。

  Box标签

  订阅box的标签信息。

- 运行参数：

  重叠率

  设置Box重合时的最小重叠率。

  说明

  两个Box之间的重叠部分占较小Box面积的比例。

  Box融合类型

  可选三种融合类型。

  无条件融合并按缺陷优先级输出标签

  对支持的标签且重叠率大于**重叠率**的Box区域进行合并，合并后输出优先级较高的Box标签。

此时需设置以下参数。

标签优先级

订阅标签的优先级，一般通过脚本、格式化或全局变量的方式订阅实现。

标签分割符

设置各个标签之间的分割符，下拉选择即可。

优先级排序

调整标签的优先级，可选升序、降序。

按标签类别融合并输出标签

对具有相同标签且**重叠率**大于设定值的Box区域进行合并，合并后输出共同的标签。需订阅**Box标签**。

无条件融合并随机输出标签

对**重叠率**大于设定值的Box区域进行合并，合并后随机输出一个标签。

模块结果

*Box融合*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

重合Box个数

int型，代表经过融合后得到的Box的数量，其余Box由于重叠率未达到阈值所以两两之间不能被融合。

Box标签

string型，代表经过融合后得到的Box的标签，数组，其长度等于重合Box个数。

Box融合

融合中心点

中心点X

float型，代表经过融合之后剩下Box的中心点X，是个数组，数组长度等于“重合Box个数”。

中心点Y

float型，代表经过融合之后剩下Box的中心点Y，是个数组，数组长度等于“重合Box个数”。

宽度

float型，代表经过融合后得到的Box的宽度（Box的长边），数组，其长度等于重合Box 个数。

高度

float型，代表经过融合后得到的Box的高度（Box的短边），数组，其长度等于重合Box 个数。

角度

float型，代表经过融合后得到的Box的角度，是矩形框长边与图像坐标系X轴的夹角，图像坐标系如下图所示。数组，其长度等于重合Box个数。

14.17.5 Box重叠

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

Box重叠模块可计算并输出两个选定Box的重叠率。结果范围为0~1，数值为float型。0表示两个Box不重叠，1表示两个Box完全重叠。
该模块原理为先计算两个Box交集的面积（分子），再计算最小Box的面积（分母），两个面积之比即两个Box的重叠率。以下图为例，橙色区域为交集，黄色和橙色区域为最小Box。

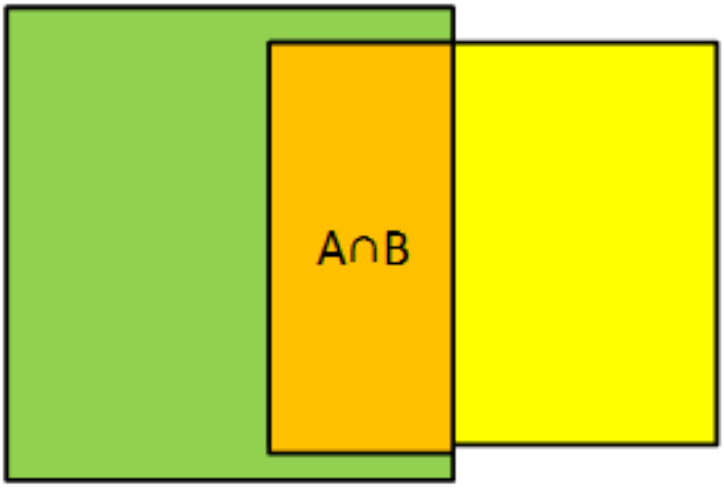


图14-614 Box重叠示意图

使用方法

当遇到多个检测对象重叠时，需要计算其重叠率，便于后续筛选或其他需求。输出的重叠率结果范围为0~1，数值为float型。0表示两个Box不重叠，1表示两个Box完全重叠。
该模块无需与特定模块配合使用，仅需要输入一组Box即可，常用于目标检测、图像分割等模块计算重叠率时使用。该模块操作时，通过基本参数选定两个Box区域，且仅支持按区域参数方式订阅。Box重叠模块执行结果如下所示。

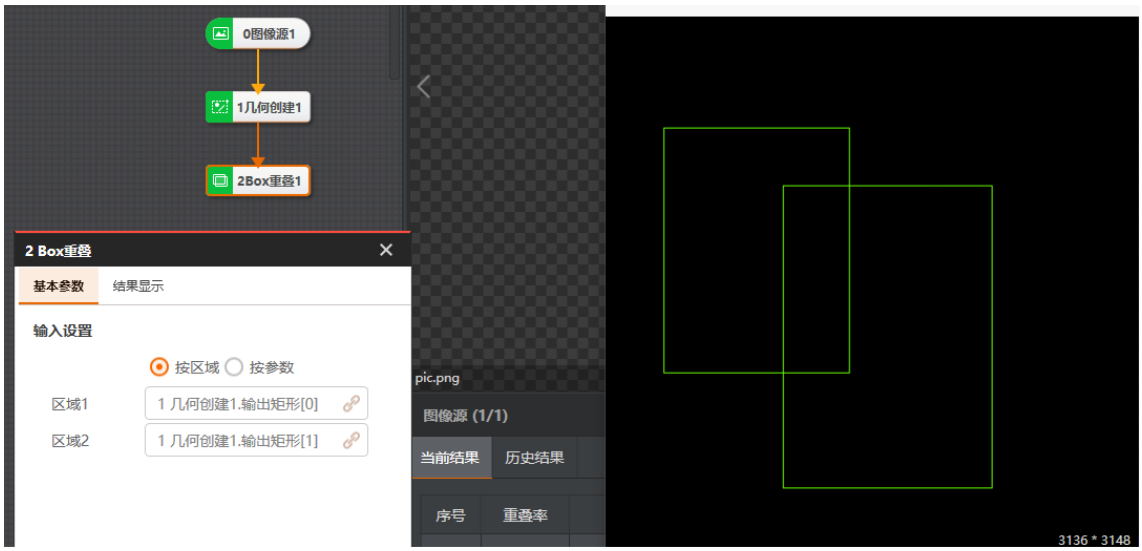


图14-615 Box重叠执行结果

参数配置

该模块操作时，通过基本参数选定两个Box区域即可，支持按区域按参数方式订阅。

说明

结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模块结果

*Box重叠*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

重叠率

float型，范围为[0, 1]，0代表两个Box不重叠，1代表两个Box完全重叠 。

14.17.6 Box过滤

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

Box过滤模块基于输入的掩膜二值图，可将与掩膜图像比较后，重叠率低于设定值的Box区域过滤掉。
假设模块输入如下图所示的二值图像，其中3种不同颜色的矩形框表示3个输入的Box。模块先计算每个Box中像素值为255（代表白色）的像素个数N，若N与Box区域的比例小于设置的重叠率，则过滤；否则不过滤掉该Box区域。
若重叠率设置为0.1，则绿色和蓝色的Box保留，红色的Box会被过滤。

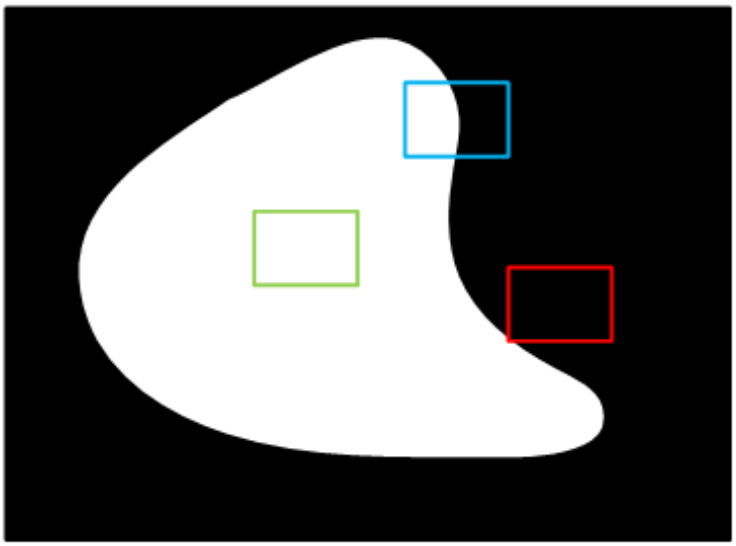


图14-616 Box过滤原理示意图

使用方法

该模块推荐放在多标签筛选模块后使用。

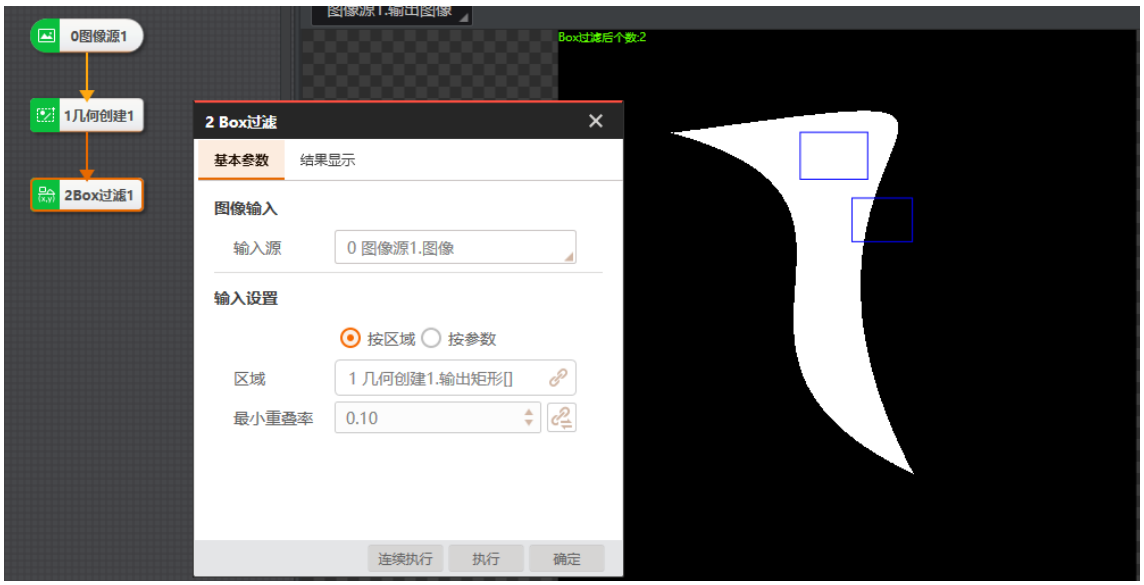


图14-617 Box过滤执行结果

参数配置

根据区域或参数的方式订阅Box区域，并设置最小重叠率参数即可。重叠率为二值图的Box区域内像素值为255的像素数 / 整个Box区域的像素数。

说明

结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模块结果

*Box过滤*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

Box索引

int型，代表过滤后Box的索引。

Box过滤后个数

int型，代表过滤后Box的个数。

目标信息矩形

目标信息中心点

目标信息中心X

float型，表示每个定位框中心点的X坐标。

目标信息中心Y

float型，表示每个定位框中心点的Y坐标。

目标信息矩形宽度

float型，表示每个定位框的宽度。

目标信息矩形高度

float型，表示每个定位框的高度。

目标信息矩形角度

float型，表示每个定位框的角度。

14.18 2D图形生成

“2D图形生成”分类下的模块可用于拟合圆、椭圆或直线等几何图像。该分类下的模块包括*圆拟合*、*椭圆拟合*、*直线拟合*、*几何创建*等。

14.18.1 圆拟合

圆拟合先检测有效特征点，形成点集后再拟合成圆。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

圆拟合用于将一组特征点拟合成一个圆，不能拟合成多个圆，往往用在圆查找提取特征点之后的阶段。
使用圆拟合的前提是输入的特征点（至少为3个点）能大致组成一个圆。圆拟合可用于圆的测量。
如下图所示，紫色的点为输入的特征点，拟合这些边缘点后可得到一个绿色的圆。

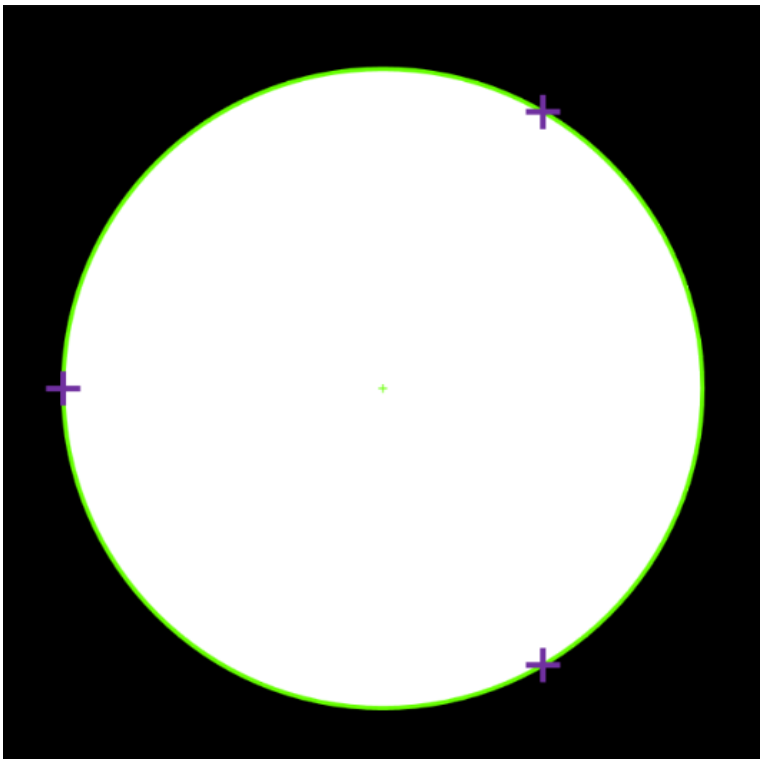


图14-618 圆拟合示意图

圆拟合根据初始拟合方式得到初始圆，然后根据不同的权重函数迭代进行拟合，直到拟合结果满足要求。另外，在拟合的过程中会根据剔除的点数和剔除的距离舍弃偏离的点，所以圆拟合具有部分抗干扰点的能力。

使用方法

圆拟合可通过特征点状态情况拟合出一个圆，通过对该拟合圆的状态信息进行评估，检测该组特征点是否符合标准要求，常应用于“工件标准检测”、“车道检测”等。
以下示例通过group找到工件的所有顶点，并通过点集收集传给圆拟合，检测其生成的图形是否为标准的最小外接圆。

图14-619 圆拟合使用示例

参数配置

图像输入

选择需输入的图像源。

拟合点

选择流程中采集到的点集作为拟合来源。

剔除点数

误差过大而被排除不参与拟合的最小点数量。一般情况下，离群点越多，该值应设置越大，为获取更佳查找效果，建议与**剔除距离**结合使用。

剔除距离

允许离群点到拟合直线的最大像素距离，值越小，排除点越多。

初始化类型

包括全局法和局部最优两种。

- 局部最优：按照局部的特征点拟合直线，如果局部特征更加准确反映直线所在位置，则采用局部最优，否则采用全局最优。
- 全局法：以查找到的全局特征点进行圆拟合。

权重函数

包括最小二乘、huber和tukey三种。三种拟合方式只是权重的计算方式有些差异。随着离群点数量增多以及离群距离增大，可逐次使用最小二乘、huber、tukey。

最大迭代次数

拟合算法的最大执行次数。

模块结果

*圆拟合*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出圆环

圆心

圆心X

float型，表示查找到圆的X坐标。

圆心Y

float型，表示查找到圆的Y坐标。

内径

float型，分别显示查找到阵列圆中单个圆的内径。若为圆而非圆环，则显示为0。

圆半径

float型，分别显示查找到阵列圆中单个圆的半径。

圆起始角度

float型，分别显示查找到阵列圆中单个圆起始边与水平方向的夹角。若为完整的圆或圆环，则为0。

圆角度范围

float型，分别显示查找到阵列圆中单个圆起始边与终止边跨过的角度范围。若为完整的圆或圆环，则为360。

输出拟合点

输出拟合点X

float型，表示每一个用于拟合点的坐标X。

输出拟合点Y

float型，表示每一个用于拟合点的坐标Y。

拟合误差

float型，表示描述拟合圆的准确性，越小越好。

拟合状态

int型，表示输出拟合圆的状态。1表示存在拟合圆，0表示不存在拟合圆。

拟合点数

int型，表示用于拟合的输入点数。

拟合距离

float型，表示每一个拟合点与生成拟合圆的拟合距离。

匹配点

int型，表示每一个输入点的匹配状态。0表示不用于拟合， 1表示用于拟合。

匹配点数

int型，表示匹配点为1的点个数。

14.18.2 椭圆拟合

椭圆拟合先检测有效特征点后，形成点集后再拟合成椭圆。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

椭圆拟合用于将一组特征点拟合成一个椭圆，不能拟合成多个椭圆，往往用在椭圆查找提取特征点之后的阶段。使用椭圆拟合的前提是输入的特征点（至少为5个点）能大致组成一个椭圆。椭圆拟合可以用于椭圆的测量。
如下图所示，图中绿色和红色点为输入的特征点，其中绿色为最终参与拟合的特征点，红色为被删除掉的特征点，绿色椭圆为椭圆拟合结果。

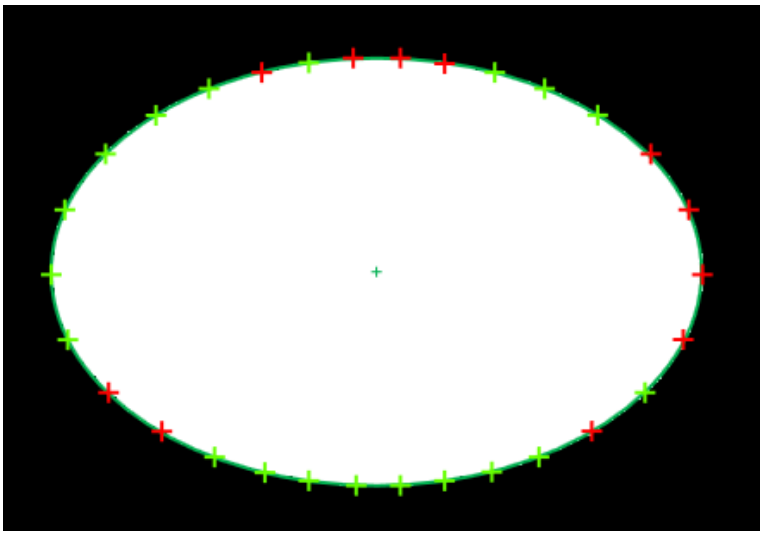


图14-620 椭圆拟合示意图

使用方法

椭圆拟合可通过特征点状态情况拟合出一个标准的椭圆，通过对该拟合椭圆的状态信息进行评估，检测该组特征点是否符合标准要求，常见应用“工件标准检测”、“轨道检测”等。
椭圆拟合模块一般与点集模块进行配合使用。以下示例展示通过直线查找找到四个特征点，再通过几何创建建立中点，再将五个点共同输入点集，拟合成一个椭圆，由此来判断其十字中心是否符合要求。

图14-621 椭圆拟合使用示例

图14-622 椭圆拟合执行结果

参数配置

图像输入

选择需输入的图像源。

拟合点

选择流程中采集到的点集作为拟合来源。

剔除点数

误差过大而被排除不参与拟合的最小点数量。一般情况下，离群点越多，该值应设置越大，为获取更佳查找效果，建议与**剔除距离**结合使用。

剔除距离

允许离群点到拟合直线的最大像素距离，值越小，排除点越多。

初始化类型

包括全局法和局部最优两种。

- 局部最优：按照局部的特征点拟合直线，如果局部特征更加准确反映直线所在位置，则采用局部最优，否则采用全局最优。
- 全局法：以查找到的全局特征点进行圆拟合。

权重函数

包括最小二乘、huber和tukey三种。三种拟合方式只是权重的计算方式有些差异。随着离群点数量增多以及离群距离增大，可逐次使用最小二乘、huber、tukey。

最大迭代次数

拟合算法的最大执行次数。

模块结果

*椭圆拟合*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出椭圆

圆心点

中心X

float型，表示圆心点的X坐标。

中心Y

float型，表示圆心点的Y坐标。

椭圆长半轴

float型，表示椭圆的长半轴长度。

椭圆短半轴

float型，表示椭圆的短半轴长度。

椭圆角度

float型，表示椭圆的角度。

输出拟合点

输出拟合点X

float型，表示每一个用于拟合点的坐标X。

输出拟合点Y

float型，表示每一个用于拟合点的坐标Y。

拟合误差

float型，表示描述拟合圆的准确性，越小越好。

拟合状态

int型，表示输出拟合圆的状态。1表示存在拟合圆，0表示不存在拟合圆。

拟合点数

int型，表示用于拟合的输入点数。

匹配点

int型，表示每一个输入点的匹配状态。0表示不用于拟合， 1表示用于拟合。

匹配点数

int型，表示**匹配点**为1的点个数。

14.18.3 直线拟合

直线拟合基于两个及以上的已知点拟合成直线，先检测顶点再拟合成直线。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

直线拟合用于将一组特征点拟合成一条直线，不能拟合成多条直线，往往用在直线查找提取特征点之后的阶段。使用直线拟合的前提是输入的特征点（至少为2个点）能大致组成一条直线。直线查找可用于直线的测量。
如下图所示，紫色的点为输入的特征点，拟合这些边缘点后可得到一条绿色的直线。

图14-623 直线拟合示意图

直线拟合根据初始拟合方式得到初始直线，然后根据不同的权重函数迭代进行拟合，直到拟合结果满足要求。另外，在拟合的过程中会根据剔除的点数和剔除的距离舍弃偏离的点，所以直线拟合具有部分抗干扰点的能力。

使用方法

直线拟合可通过一组特征点状态情况拟合出一个标准的直线，通过对该拟合直线的信息进行评估，检测该组特征点是否符合标准要求，常应用于“宽度检测”、“车道检测”等。
直线拟合模块一般与点集模块进行配合使用，示例效果如下图所示。

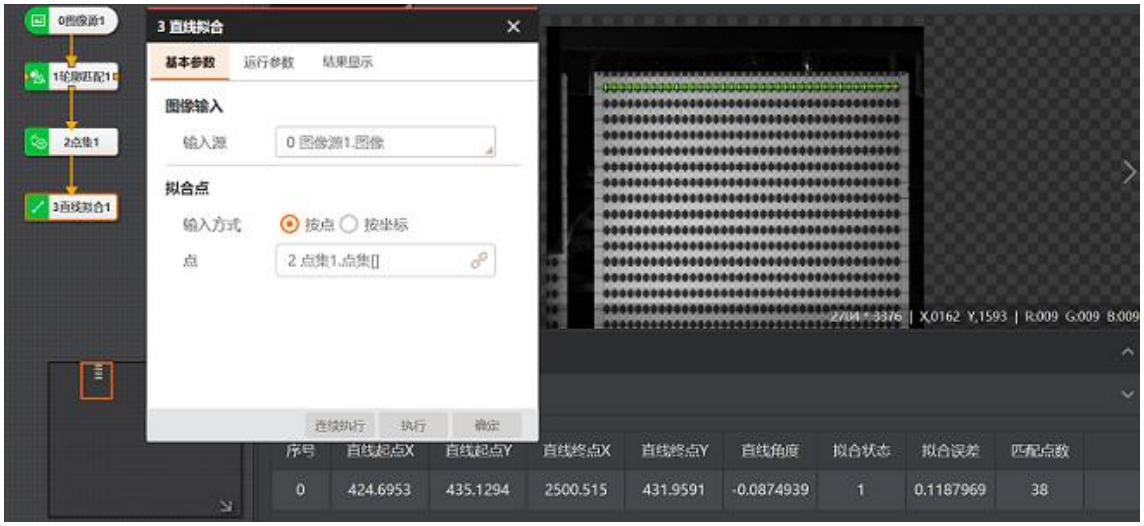


图14-624 直线拟合执行结果

参数配置

图像输入

选择需输入的图像源。

拟合点

选择流程中采集到的点集作为拟合来源。

剔除点数

误差过大而被排除不参与拟合的最小点数量。一般情况下，离群点越多，该值应设置越大，为获取更佳查找效果，建议与**剔除距离**结合使用。

剔除距离

允许离群点到拟合直线的最大像素距离，值越小，排除点越多。

初始化类型

包括全局法和局部最优两种。

- 局部最优：按照局部的特征点拟合直线，如果局部特征更加准确反映直线所在位置，则采用局部最优，否则采用全局最优。

- 全局法：以查找到的全局特征点进行圆拟合。

权重函数

包括最小二乘、huber和tukey三种。三种拟合方式只是权重的计算方式有些差异。随着离群点数量增多以及离群距离增大，可逐次使用最小二乘、huber、tukey。

最大迭代次数

拟合算法的最大执行次数。

模块结果

*直线拟合*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

输出直线

直线起点

直线起点X

float型，表示输出直线起点的X坐标。

直线起点Y

float型，表示输出直线起点的Y坐标。

直线终点

直线终点X

float型，表示输出直线终点的X坐标。

直线终点Y

float型，表示输出直线终点的Y坐标。

直线角度

float型，表示输出直线的角度。

输出拟合点

输出拟合点X

float型，表示每一个用于拟合点的坐标X。

输出拟合点Y

float型，表示每一个用于拟合点的坐标Y。

拟合误差

float型，表示描述拟合圆的准确性，越小越好。

拟合状态

int型，表示输出拟合圆的状态。1表示存在拟合圆，0表示不存在拟合圆。

拟合点数

int型，表示用于拟合的输入点数。

拟合距离

float型，表示每一个拟合点与生成拟合圆的拟合距离。

匹配点

int型，表示每一个输入点的匹配状态。0表示不用于拟合， 1表示用于拟合。

匹配点数

int型，表示**匹配点**为1的点个数。

14.18.4 几何创建

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

几何创建可用于自由创建或继承相关的点、线、圆和矩形。该模块常应用于检测或测量应用中，作为基础标准配合检测。

当存在有些图形定位较难时，可通过鼠标移动或者修改X、Y坐标来改变生成图形的位置。如下图所示，圆查找不好定位的白色圆轮廓可以自行创建。

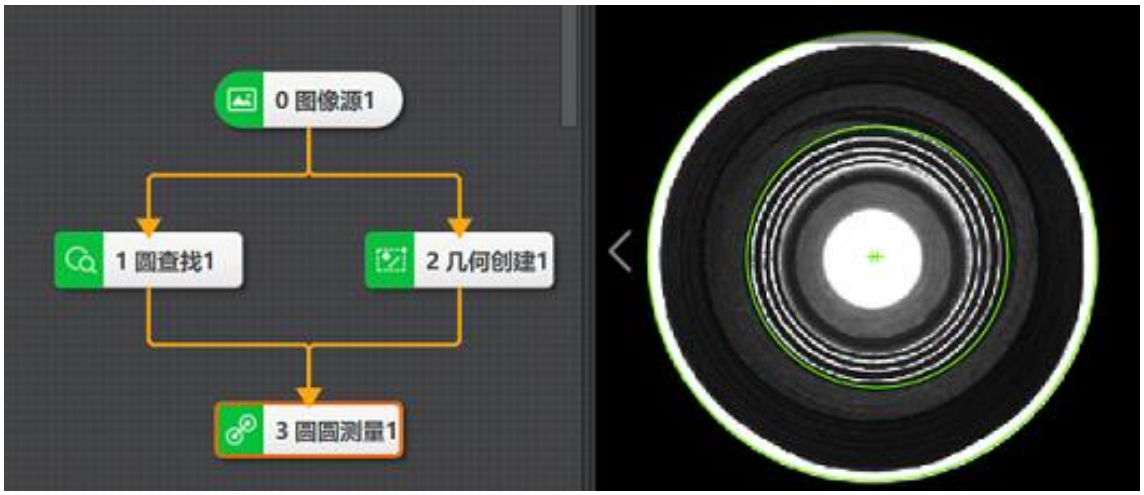


图14-625 几何创建执行结果

参数配置

输入类型

当**输入类型**选择*绘制*时，需绘制形状，包括以下几种。

- 创建矩形：使用鼠标在图中绘制，然后移动或者修改中心点的X、Y坐标、宽、高、和角度，可以配合位置修正使用。
- 创建点：使用鼠标在图中单击生成，然后移动或者修改X、Y坐标，可以配合位置修正使用。
- 创建直线：使用鼠标在图中拖动生成，然后移动端点或者修改端点X、Y坐标，可以配合位置修正使用。
- 创建圆：使用鼠标在图中单击生成，然后移动或者修改X、Y坐标，可以配合位置修正使用。

当**输入类型**选择*订阅*时，需选择对应**图形类型**并进行订阅已有参数，包括点、线、圆、矩形四种。

模块结果

*几何创建*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

点个数

int型，代表创建点的个数。

直线个数

int型，代表创建直线的个数。

圆个数

int型，代表创建圆的个数。

矩形个数

int型，代表创建矩形的个数。

输出点

输出点X

float型，表示输入点旋转后得到点的X坐标。

说明

采用的图像坐标系为左手坐标系。

输出点Y

float型，表示输入点旋转后得到点的Y坐标。

输出直线

起点

起点X

float型，代表数组，创建直线的起点坐标X。

起点Y

float型，代表数组，创建直线的起点坐标Y。

终点

终点X

float型，代表数组，创建直线的终点坐标X。

终点Y

float型，代表数组，创建直线的终点坐标Y。

直线角度

float型，表示输出直线的角度。

输出圆

圆心

圆心X

float型，表示查找到圆的X坐标。

圆心Y

float型，表示查找到圆的Y坐标。

内径

float型，分别显示查找到阵列圆中单个圆的内径。若为圆而非圆环，则显示为0。

半径

float型，代表数组，创建圆的半径。

起始角度

float型，代表数组，创建圆的起始角度（默认为0）。

角度范围

float型，代表数组，创建圆的角度范围（默认为360）。

输出矩形

矩形中心点

矩形中心点X

float型，代表矩形中心点的X轴坐标。

矩形中心点Y

float型，代表矩形中心点的Y轴坐标。

矩形宽度

float型，表示最小外接矩形的宽度。

矩形高度

float型，表示最小外接矩形的高度。

矩形角度

float型，表示识别到码的矩形框角度。基于水平线角度，顺时针旋转转正为正角度，逆时针转正为负角度。

14.19 3D图形生成

“3D图形生成”分类下的模块用于生成3D图形。目前该分类仅包含*平面拟合*模块。

14.19.1 平面拟合

平面拟合的目的是为寻找最适合输入数据的平面方程，并输出平面拟合误差（可信度）及平整度信息（点面极值），用于测量平面度或为其他模块提供平面数据。拟合误差指所有点到平面的平均距离，平

整度则指所有点到平面距离的极差（包括平面两侧的正负距离），二者均可用于检测平面度。
本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

图14-626 平面拟合流程示例

图14-627 流程示例

参数配置

基本参数处可进行输入数据设置，可设置**图像输入**或**点输入**。

说明

结果显示详情，请参见*结果显示*。

图像输入

选择3D图像源，仅支持深度图。

点输入

基于前序点集数据（可由统计测量获取）寻找最适合的平面方程。此方法较为灵活，系统资源消耗少，但需要较多的点集数据来保证重复稳定性及可靠性。

运行参数处需选择拟合方法，并进行相关设置，具体参数介绍请见*平面检测*模块。

输出结果具体介绍请见*平面检测*模块。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

平面方程

PLANE3D型，输出的平面方程。

平面方程系数A

float型，表示平面方程中系数A的值。

平面方程系数B

float型，表示平面方程中系数B的值。

平面方程系数C

float型，表示平面方程中系数C的值。

平面方程系数D

float型，表示平面方程中系数D的值。

平面检测状态

int型，0表示未检测到平面，1表示检测到平面。

拟合误差

float型，表示实际值与拟合值的误差。

平整度

float型，代表所有点到平面距离的极差，包括平面两侧的正负距离。

14.20 2D深度学习

深度学习是指通过类似脑神经网络的深度学习模型，让计算机像人一样在真实世界中吸收、学习和理解复杂的信息，完成高难度的识别任务，可用于图像分割、图像分类、目标检测、图像检索、异常检测和实例分割等。

深度学习需要基于一定的数据基础，所以在深度学习前需要对大量的数据集进行训练，参与训练的数据

集要完成标签的标注，且应尽可能保证数据的多样性。 深度学习模型文件训练可使用深度学习训练工具（VisionTrain）。
“2D深度学习”分类下的模块仅可用于处理2D图像。该分类下的模块分为C和G两种类型，这两种模块的原理与参数基本一致，仅在于运行环境不同。后缀为“C”的模块是基于CPU运行的，后缀为“G”的模块是基于显卡GPU运行的。若使用CPU模块，则推荐使用i5及以上的CPU；若使用GPU模块，则推荐使用RTX系列或GTX16系列，需确保显存2GB及以上。

说明

- 其中，*DL 字符识别*、*DL 读码*、*DL 字符定位*和*DL 单字符检测*等深度学习相关模块放在*2D 识别*章节。
- 深度学习相关模块对电脑配置要求较高，具体要求请参见*运行环境*章节。

接下来，将从神经网络构成、训练、性能评估指标等方面进行基础介绍，以便更好地理解深度学习相关模块的使用原理。

- *神经网络构成*
- *神经网络模型训练*
- *性能评估指标*
- *各算法模块与对应指标*

神经网络构成

在机器视觉领域，深度学习算法一般是使用卷积神经网络（Convolutional Neural Network，CNN）。一般情况下，一个完整的卷积神经网络是由卷积层、归一化层、池化层、激活层、全连接层和输出层组成。

1. 卷积层：卷积操作主要用于获取更加深层次的特征信息。如下图所示，输入图像是32*32*3，3是图像深度（即R、G、B三色通道），卷积层是一个5*5*3的卷积核，卷积核的深度必须和输入图像的深度相同，比如均为3。通过一个卷积核与输入图像的卷积可以得到一个28*28*1的特征图，下图是用两个卷积核得到了两个特征图。

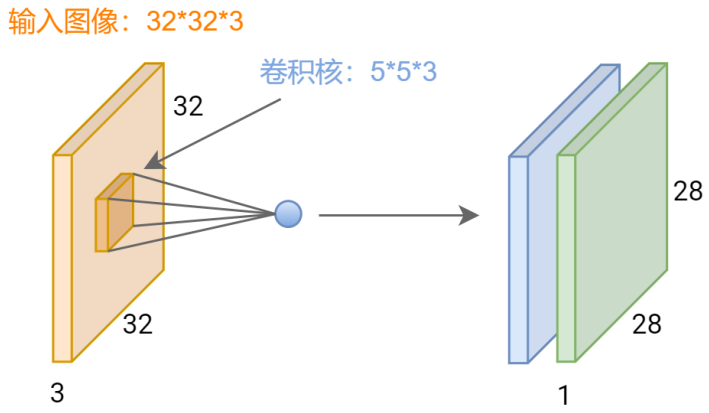


图14-628 卷积示意图

而深度学习网络是通过多个卷积层串联起来形成的一个网络结构，使用更多的卷积操作可获得更加深层次的特征信息。

2. 池化层：本质上是一种降采样的方式，一般出现在卷积层之后，用于降低因图像尺寸过大而带来的巨大计算量。此外，池化还能够提供平移和旋转不变性，以提升神经网络的鲁棒性。
目前主要有两种池化方式：均值池化和最大值池化。均值池化时对池化区域内的图像取平均值，而最大值池化则是将池化区域的像素点取最大值。

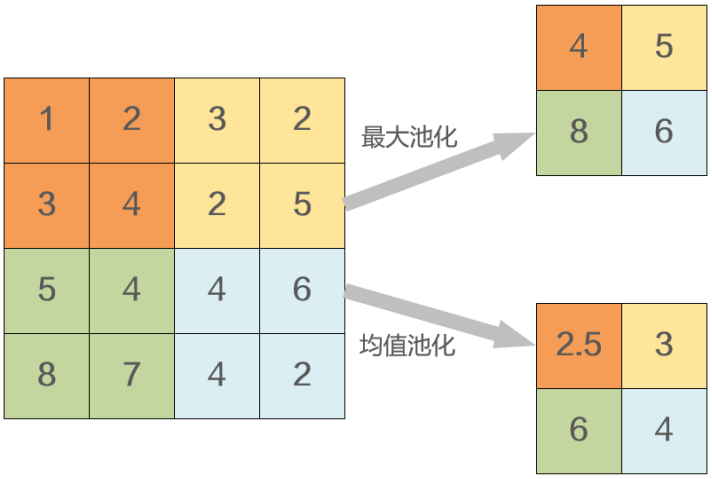


图14-629 均值池化和最大池化

3. 激活层：激活函数决定了某个神经元是否被激活，以及这个神经元接受到的信息是否有用。激活函数的形式如下：

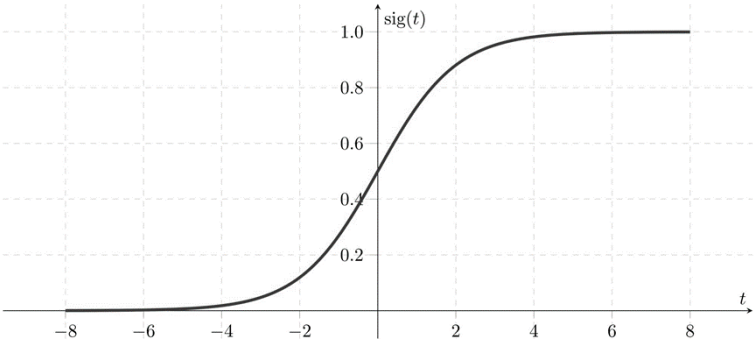


图14-630 激活函数示意图

对于y=ax+b 这样的线性函数，当x的输入很大时，y的输出也是无限大或无限小的。如果没有激活层的话，经过多层网络叠加后，值无任何收敛趋势，这显然不符合预期。激活函数的非线性变换则可以使得神经网络能够处理更加复杂的任务。

4. 输出层： 用于将神经网络提取的特征转化为所需结果。比如，对于分类任务，输出层是将特征图或特征向量转化为置信度和类别信息；对于目标检测任务而言，则需将特征图转化为目标的定位框、类别及置信度；对于字符识别任务而言，则是将结果转化为对应的字符串信息。

神经网络模型训练

训练是指按照特定的学习算法将卷积神经网络中的权重参数不断进行调整，以达到局部最优的状态。如下图所示，神经网络的起始点在误差较大的红色区域，随着学习的过程，误差会沿着黑色线条逐步下降到误差较低的蓝色区域，需要注意的是，一般来说，这仅仅是一个局部最优解。在这一过程中，会涉及到几个重要的概念：迭代次数、学习率、预训练模型。

- 迭代次数：表示模型进行训练的次数，即权重更新的次数，对应图中黑色的节点。迭代次数越大，模型权重越接近于局部最优解。
- 学习率：表示每一次权重参数调整的幅度，对应图中黑色节点的距离，学习率越大，权重变化幅度越大，但有一定几率导致模型无法准确收敛；学习率越小，权重变化幅度越小，但可能导致模型学习不够充分，无法达到局部最优解。
- 预训练模型：为了神经网络能够更快进行收敛，提前在大规模数据集上训练好的一组权重参数，相对

于权重参数随机初始化，这组权重参数会更加合理，也会使得模型起始点就更接近于局部最优解。

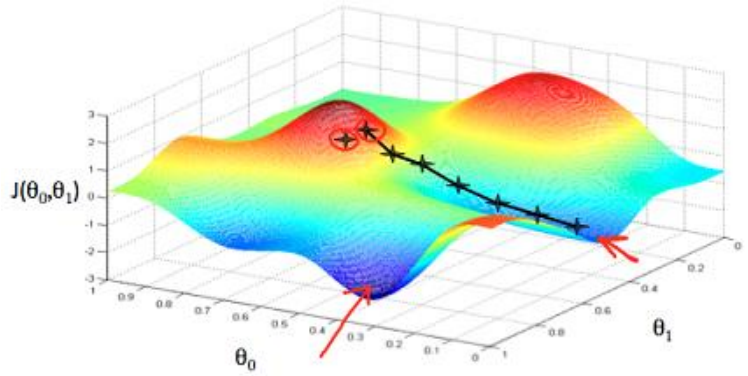


图14-631 随机梯度下降示意图

性能评估指标

1. 混淆矩阵：即统计分类模型的预测结果，并以矩阵的形式将其展示出来。
   - TP：真实类别为正类，被预测为正类。
   - FP：真实类别为负类，被预测为正类。
   - FN：真实类别是正类，被预测为负类。
   - TN：真实类别是负类，被预测为负类。

混淆矩阵		预测值	
		正类	负类
真实值	正类	TP	FN
	负类	FP	TN

图14-632 混淆矩阵

2. IoU（交并比）：指预测框与原标记框的交叠率，即它们的交集与并集的比值。若二者完全重叠，则比值为1。计算公式如下：

$$\mathrm{IoU} = \frac{\mathrm{area(C)} \cap \mathrm{area(G)}}{\mathrm{area(C)} \cup \mathrm{area(G)}}$$

$$\mathrm{CIoU} = sum(IoU_c)/num_c$$

其中，CIoU是指每个类别的平均IoU，IoU_c表示c类别中的框的IoU，

$$\mathrm{MIoU} = sum(CIoU)/class_num$$

num_c表示类别c的目标个数；MIoU表示所有类别的平均IoU，class_num表示类别数。

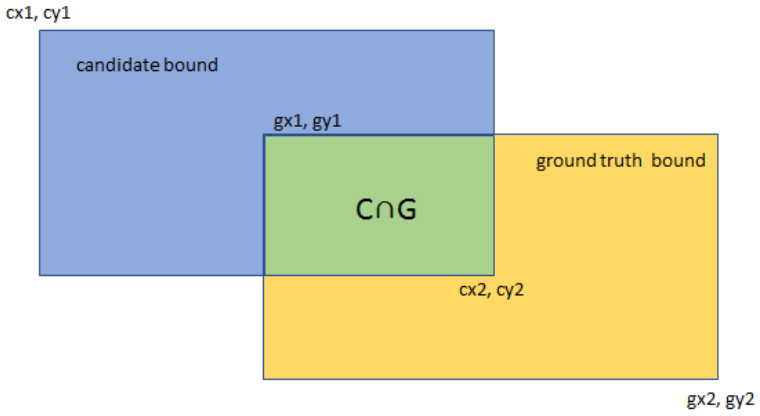


图14-633 IoU示意图

说明

这里的预测框和标记框是指多点模式标注的多边形，而不仅仅是矩形框。

3. Precision（精确率）与Recall（召回率）：Precision是指预测为正确的数据中真实值为正确的比例，Recall是指在所有真实值为正确的数据中有多少被预测正确。

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP}$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN}$$

4. F1_Score：又称平衡F分数，同时兼顾了分类模型的精确率和召回率，其最大值是1，最小值是0。计算公式如下：

$$\text{F1} = 2 * \frac{Precision*Recall}{Precision+Recall}$$

各算法模块与对应指标

表14-68 算法模块及评价指标

算法模块	推荐评价指标
分类	混淆矩阵、Precision、Recall、PR曲线、F1_Score
图像分割	Recall、Precision、M_IoU
实例分割	Recall、Precision、PR曲线
目标检测	Recall、Precision、M_IoU、PR曲线、F1_Score、mAP、AP@0.5:0.95
文本定位	Recall、Precision、PR曲线、F1_Score
字符识别	行准确率

14.20.1 DL（快速）图像分割

图像分割在软件中分为DL图像分割和DL快速图像分割。DL快速图像分割比DL图像分割的速度更快，且DL快速图像分割仅支持在有独立显卡（包括1660Super/Ti、20系列、30系列）的PC上使用。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *模型性能调优*
- *使用方法*
- *使用示例*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

图像分割是指利用神经网络提取图像中待测目标掩膜的方法，同一个类别的目标会被赋予相同的掩膜像素值。在工业领域，图像分割一般应用于缺陷检测、区域定位等场景。
图像分割和实例分割的区别如下：

- 图像分割会赋予同一类别物体相同像素值，但实例分割会赋予每一个物体不同的像素值。
- 从实现的角度来看，实例分割的流程是先检测，然后分割基于检测框进行，因此掩膜精度较差，且对样本量要求较高；而图像分割则是对像素点直接分类，关注局部特征，掩膜预测精度更高，对样本需求量更小。

模型性能调优

此处提供几种模型性能不佳的情况以及对应的模型性能调优方法。

表14-69 模型性能调优方法

问题类型	调优思路
输出结果较差	1. 检查数据集标注是否正确 2. 查看模型在训练集上的性能，若效果较差，则需检查训练集标注及训练参数是否合理 3. 检查测试集数据和训练集数据分布是否一致
误检数据较多	可考虑增加相应误检场景的数据
漏检数据较多	1. 检查待检测目标的像素面积是否过小，若是远小于10个像素，可以适当提高图像分辨率 2. 若是多类别标签的模型，则可以调低最小分数值；若是单类别标签的模型，则根据输出的缺陷概率图适当降低Blob分析模块的阈值和面积下限 3. 适当增加漏检场景的数据
掩膜质量较差	需关注标签，特别是多边形的质量

使用方法

深度学习图像分割，是表面缺陷检测的一种工具，适用于被测物表面的划痕，脏污，裂纹等可标注缺陷的检测，支持多分类缺陷任务。通过深度学习图像分割模块处理后，可输出缺陷概率图及类别图，能精

确地显示出缺陷位置及类别。 若打标训练的缺陷类别有多个，可输出多张概率图。
此处提供一个木棍的多分类示例，假设有4根木棍，对应的缺陷类别分别为裂纹、青斑、不饱满、黑斑。

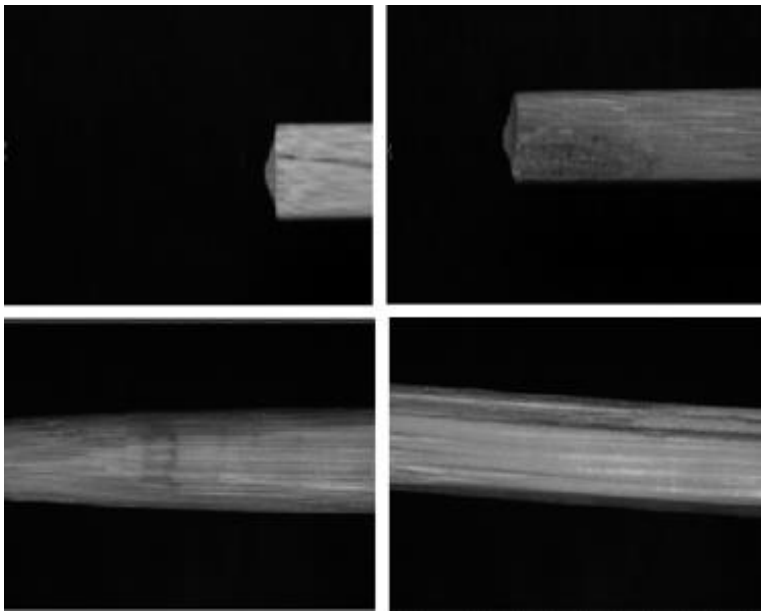


图14-634 原图

- 类别图可呈现每个点属于哪种类别，不同类别之间只有颜色的差异，利用不同的颜色来区分不同类别。在该示例中，蓝色代表裂纹，绿色代表青斑，红色代表黑斑，黄色代表不饱满，如下图所示。

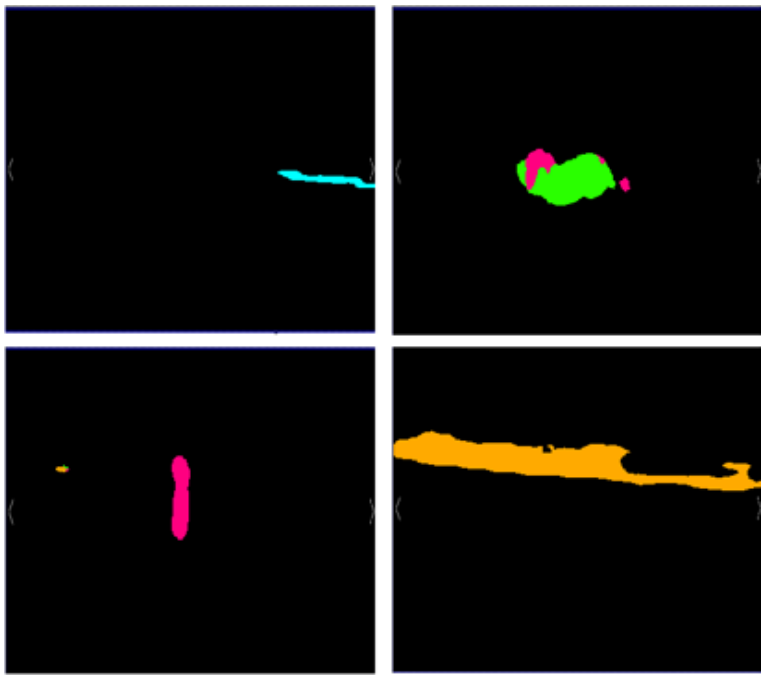


图14-635 类别图

- 概率图可呈现某个点属于某一类别的概率大小。黑色对应的像素值为0，说明属于该类别的概率为0。所以一般来说，像素值越低，则属于该类别的概率越小。下图以裂纹类别为例，其他类别同理。

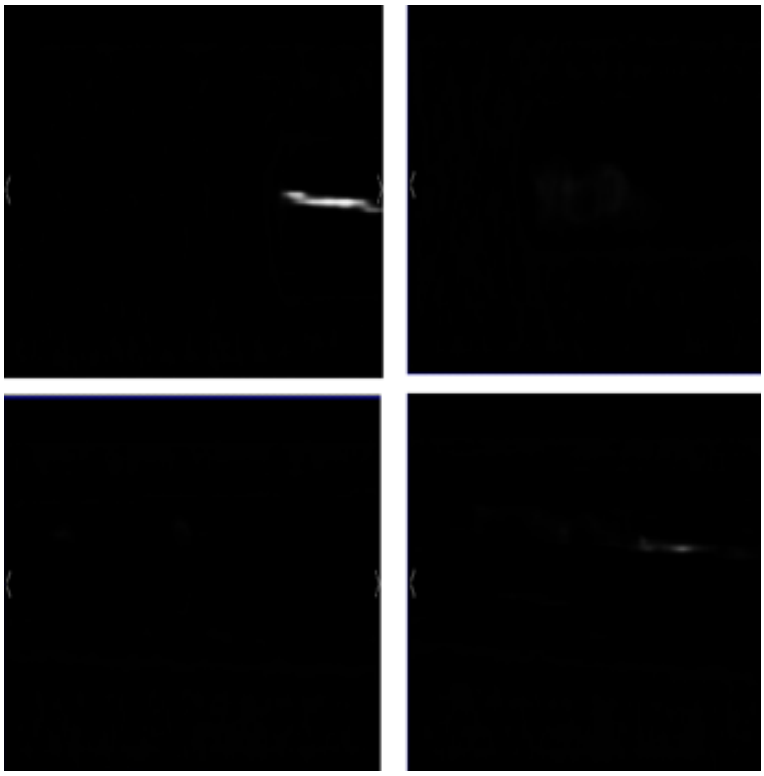


图14-636 概率图

DL图像分割模块通常应用于缺陷检测、目标提取、场景分割等应用场景；尤其在一些小目标、特征不明显的场景下，该模块具有一定的优势。其中，缺陷检测是指对物体表面缺陷的检测，如斑点、凹坑、划痕、色差、缺损等；目标提取是指单幅画像或序列画像中将感兴趣的目标与背景分割开，从图像中识别出实体以及提取不同的图像特征。

使用示例

- 对于模型存在单个标签类别的情况，DL图像分割模块可与Blob分析模块搭配使用渲染显示缺陷的位置，如下图所示。

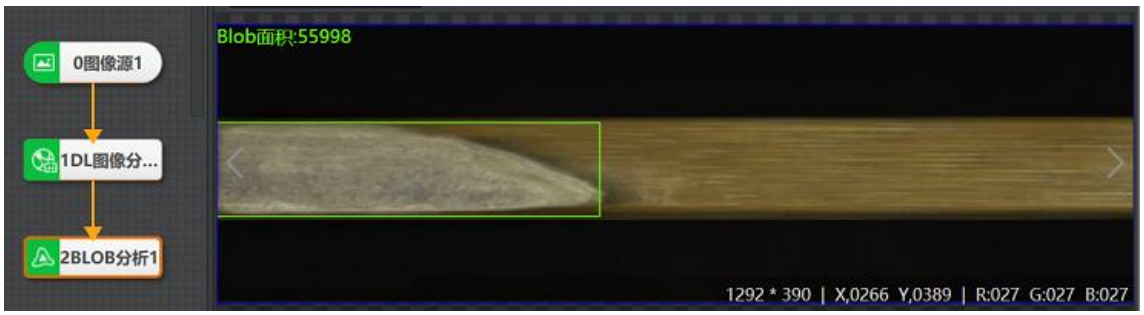


图14-637 DL图像分割示例（搭配Blob分析）

- 对于模型存在多个标签类别的情况，DL图像分割模块可与Blob标签分析模块搭配使用渲染显示缺陷的位置及缺陷类别，如下图所示。

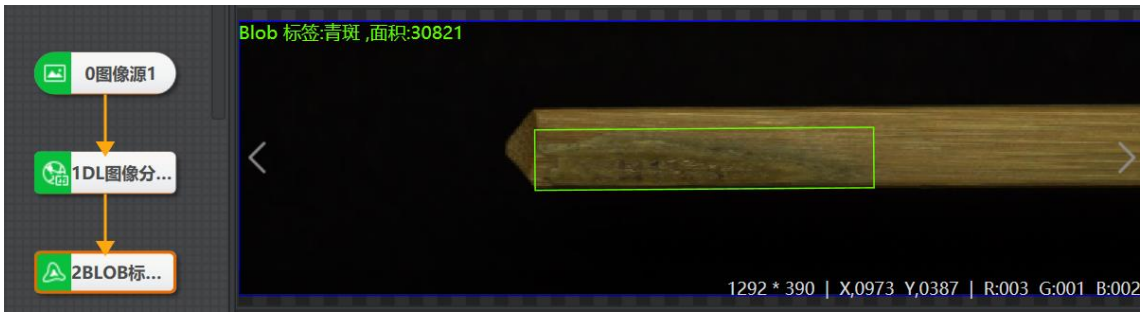


图14-638 DL图像分割示例（搭配Blob标签分析）_青斑

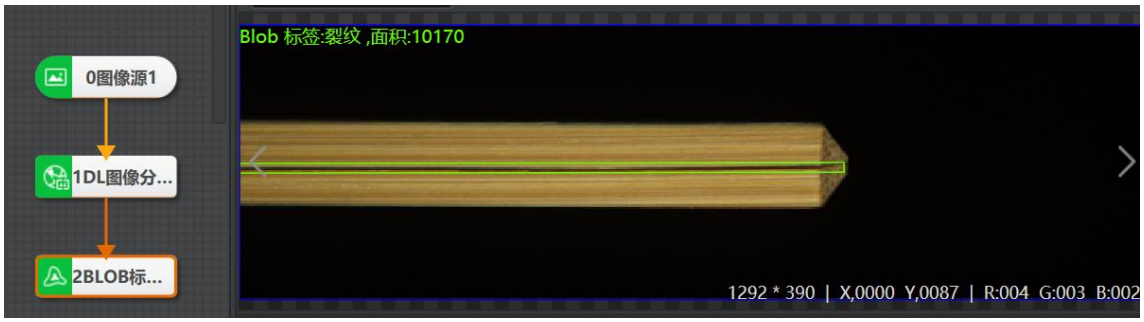


图14-639 DL图像分割示例（搭配Blob标签分析）_裂纹

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模型文件路径

加载已经训练好的图像分割模型文件。

方案存模型

使能后，将模型数据保存到方案文件或流程文件中，跨机加载方案时无需再次输入模型文件路径。

获取模型ROI

DL图像分割G模块特有参数。启用该功能后，可直接获取模型文件中图片的ROI区域，此时基本参数中的ROI区域无法设置。

按ROI裁图

DL图像分割G模块特有参数。启用该功能后，模块运行时会将ROI内区域提取出来，仅对区域内图像进行预测；不启用时，则对整张图片进行识别，但会按照ROI范围以及边缘筛选使能、最小边缘分数对检测结果进行筛选过滤。

最小分数

类别图上属于某种缺陷类别的最小概率。设置数值越小，缺陷范围越大，否则反之。

说明

当模型存在多个标签类别时，会出现**最小分数**参数设置。

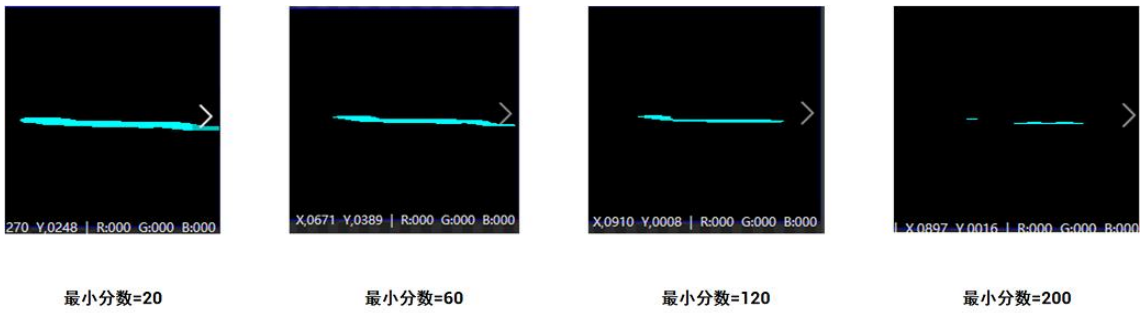


图14-640 最小分数示意图

显示概率图

可选择在界面上显示的缺陷概率图。

输出类别

可选择后续模块可订阅的缺陷概率图。

模块结果

- *DL 快速图像分割*模块的模块结果具体如下：

  模块状态

  int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

  类别信息

  类别名称

  string型，表示类别名称，保存在模型中。导入模型时，从模型文件中获取。

  灰度值

  int型，表示每个类别的灰度值。

  最小分数

  int型，表示类别图上属于缺陷的最小概率。

  类别图

  类别图

  image型，表示类别图的图像数据。

  类别图宽度

  int型，表示类别图的宽度。

  类别图高度

  int型，表示类别图的高度。

  类别图像素格式

int型，表示类别图的像素格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

- *DL图像分割*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

概率直方图

int型，代表概率直方图将频数除以总样本数，得到每个区间内数据的概率。

最小分数

int型，表示类别图上属于缺陷的最小概率。

类别图信息

类别图

类别图

image型，表示类别图的图像数据。

类别图宽度

int型，表示类别图的宽度。

类别图高度

int型，表示类别图的高度。

类别图像素格式

int型，表示类别图的像素格式。

类别信息

类别名称

string型，表示类别名称，保存在模型中。导入模型时，从模型文件中获取。

灰度值

int型，表示每个类别的灰度值。

缺陷概率图

缺陷概率图

image型，表示每个缺陷的概率图的图像数据。

图像宽度

int型，表示每个缺陷的概率图宽度。

图像高度

int型，表示每个缺陷的概率图高度。

图像像素格式

int型，表示每个缺陷的概率图像素格式。

缺陷*概率图（*表示1-8）

缺陷*概率图（*表示1-8）

image型，表示每个缺陷的概率图的图像数据。

缺陷*概率图宽度（*表示1-8）

int型，表示每个缺陷的概率图宽度。

缺陷*概率图高度（*表示1-8）

int型，表示每个缺陷的概率图高度。

缺陷*概率图像素格式（*表示1-8）

int型，表示每个缺陷的概率图像素格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。

若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.20.2 DL实例分割

本节内容包含：

- *模块原理*
- *模型性能调优*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

实例分割是指利用神经网络提取图像中待测目标掩膜的方法，可以精确输出每一个目标实例的掩膜信息。

图像分割和实例分割的主要区别在于，图像分割会赋予同一类别的物体相同的像素值，实例分割会为每一个物体分别赋予一个像素值，即使是同类的目标，也会给予不同像素值，使得用户可以获取到每一个目标独立的掩膜信息。基于这一特性，实例分割适用于对检测精度要求较高的定位、计数场景。

从算法实现来看，实例分割方法大多是基于目标检测结果展开的，将检测到的ROI区域用作前背景进行二类分割。

模型性能调优

此处提供几种模型性能不佳的情况以及对应的模型性能调优方法。

表14-70 模型性能调优方法

问题类型	调优思路
输出结果较差	1. 检查模式选择是否正确 2. 检查数据集标注是否正确 3. 查看模型在训练集上的性能，若效果较差，则需检查训练集标注及训练参数是否合理 4. 检查测试集数据和训练集数据分布是否一致
误检数据较多	可考虑采用背景图模式，将一些易被误检的正常样本设置为参考图像进行学习
漏检数据较多	1. 检查待检测目标是否在全图中占比较小，如果确实较小，可以考虑增加图像分辨率 2. 降低推理时的置信度，若在低置信度下模型能检出相应目标，则说明样本量有所欠缺，可适当增加样本 3. 考虑训练集及检测方案是否合理
掩膜质量较差	1. 需关注标签，特别是多边形的质量 2. 需关注是否是特别大或者特别小的目标存在掩膜质量问题，如果是，则可以寻求针对性的优化方案

使用方法

DL实例分割模块主要用于将输入图像中的目标检测出来，并对目标的每个像素分配类别标签，以区分不同实例。DL实例分割模块可用于检测产品中的缺陷，也可用于识别图像中的特定物体，如下图所示。

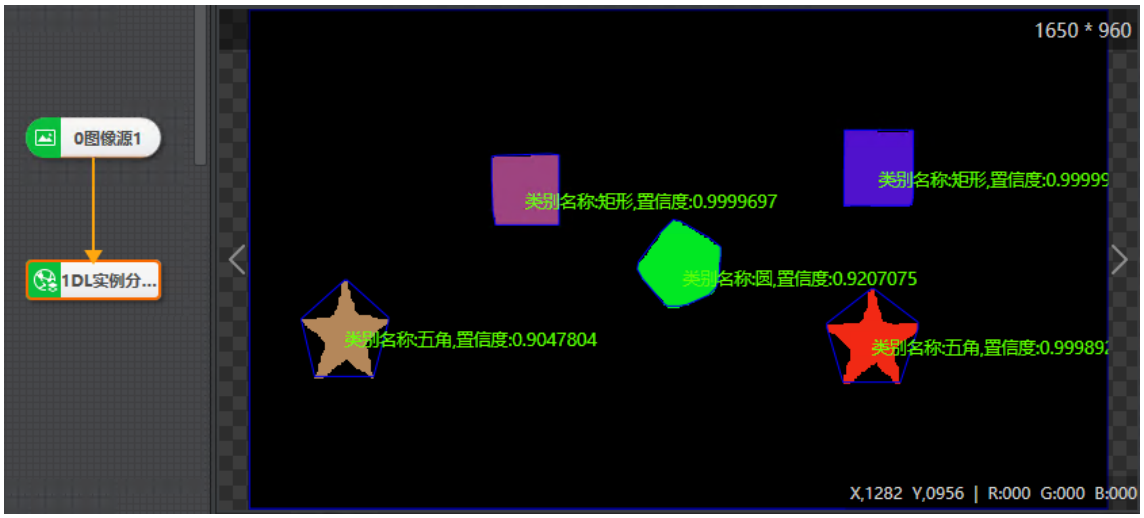


图14-641 DL实例分割示例效果图

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模型文件路径

加载已训练好的模型文件。

方案存模型

使能后，将模型数据保存到方案文件或流程文件中，跨机加载方案时无需再次输入模型文件路径。

最大查找个数

即最大查找的目标个数。若实际检测出的目标数量M小于最大查找个数N，则实际显示M个目标；若实际检测出的目标数量大于N，则实际只能显示N个目标。

目标框置信度

若检测结果的置信度（即识别内容为字符框的概率）小于所设置的最小置信度，则不返回该字符定位结果；用户可根据实际需求进行设置，默认值为0.5。

目标框重叠率

目标允许被遮挡的最大比例。当实际重叠率超过该参数值时，则不识别该目标框。

掩膜置信度

掩膜得分的最小值。当掩膜实际得分低于该参数值时，则不输出该掩膜区域。

掩膜重叠率

两个掩膜区域重叠程度的最大值。当实际重叠率超过该参数值时，则过滤掉置信度较低的掩膜区域。

边缘筛选使能

使能后，可设置**最小边缘分数**。若查找目标在边缘内的部分占整体的比例小于最小边缘分数，则舍去该查找目标。

渲染输出图像

开启该功能，则运行后图像中检测到的目标以掩膜方式呈现。

不同类别过滤

开启后，则可过滤不同类别的目标。若不开启，则只会按照同类别过滤。

模块结果

*DL实例分割*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

目标个数

int型，表示检测区域内检测到的定位框个数。

目标类别

int型，表示检测到的目标实例的种类序号。

说明

需预先训练好模型并标记序号。

目标置信度

float型，表示每个定位框的置信度。

目标像素值

int型，代表每个实例分割检测目标的灰度值，用于区分不同的目标。

目标面积

int型，代表每个实例分割目标的面积大小。

目标状态

int型，表示每个定位框的状态。1表示定位框正常，0表示定位框异常。

类别名称

string型，表示类别名称，保存在模型中。导入模型时，从模型文件中获取。

目标信息矩形

目标信息中心点

目标信息中心X

float型，表示每个定位框中心点的X坐标。

目标信息中心Y

float型，表示每个定位框中心点的Y坐标。

目标信息矩形宽度

float型，表示每个定位框的宽度。

目标信息矩形高度

float型，表示每个定位框的高度。

目标信息矩形角度

float型，表示每个定位框的角度。

输出掩膜图

输出掩膜图

image型，代表完成掩膜后输出的图像。

输出掩膜图宽度

int型，代表输出掩膜图像的宽度大小。

输出掩膜图高度

int型，代表输出掩膜图像的高度大小。

输出掩膜图像素

int型，代表输出掩膜图像的像素格式，如17301505代表黑白图片。

输出渲染图

输出渲染图

image型，代表完成渲染后输出的图像。

输出渲染图宽度

int型，代表输出渲染图的宽度大小。

输出渲染图高度

int型，代表输出渲染图的高度大小。

输出渲染图像素

int型，代表输出渲染图的像素格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

多边形轮廓点

轮廓点X

float型，表示检测到的目标轮廓顶点的X坐标。

轮廓点Y

float型，表示检测到的目标轮廓顶点的Y坐标。

边缘点个数目标跟踪

int型，分别显示检测到的所有目标的轮廓点个数。例如4;5;4表示检测到3个目标，它们分别有4、5、4个轮廓点 。

14.20.3 DL目标检测

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

DL目标检测是指利用神经网络提取图像中待测目标位置信息的方法。从目标检测算法的实现角度来看，可以分为二阶段和一阶段两种模式。

- 二阶段目标检测：第一阶段先进行前背景检测生成候选框，第二阶段对候选框进行精定位并给出其类别信息。
- 一阶段目标检测：直接输出待测目标的位置和类别信息。

相较于二阶段目标检测而言，一阶段目标检测在性能相当的基础上，推理效率更高，且更容易训练。因此，在实际场景下大多都是使用一阶段的目标检测算法。这里将结合一阶段目标检测算法进行详细介绍。

一阶段的目标检测网络结构，可以大致分为特征提取、多尺度特征融合、特征检测与结果输出几部分。其工作流程大致如下：

- Step1：特征提取。该部分属于目标检测的主干部分backbone，由多个前后堆叠的、由卷积、池化、激活层构成的特征提取单元，用于提取图片中的不同层级的语义信息。
- Step2：多尺度特征融合。该部分为目标检测的Neck，基本均是采用特征金字塔结构（FPN）进行上采样操作，并与backbone提取的不同层级的特征进行融合，从而获取待测目标不同层级的特征信息，以增强目标检测网络对于不同大小目标的检测能力。
- Step3：特征检测。该部分为目标检测的Head，基于多尺度特征融合的结果学习定位框信息和类别信息，并将不同层级的框与类别信息进行融合。
- Step4：结果输出。将预测结果按照所需的格式进行解析并输出。

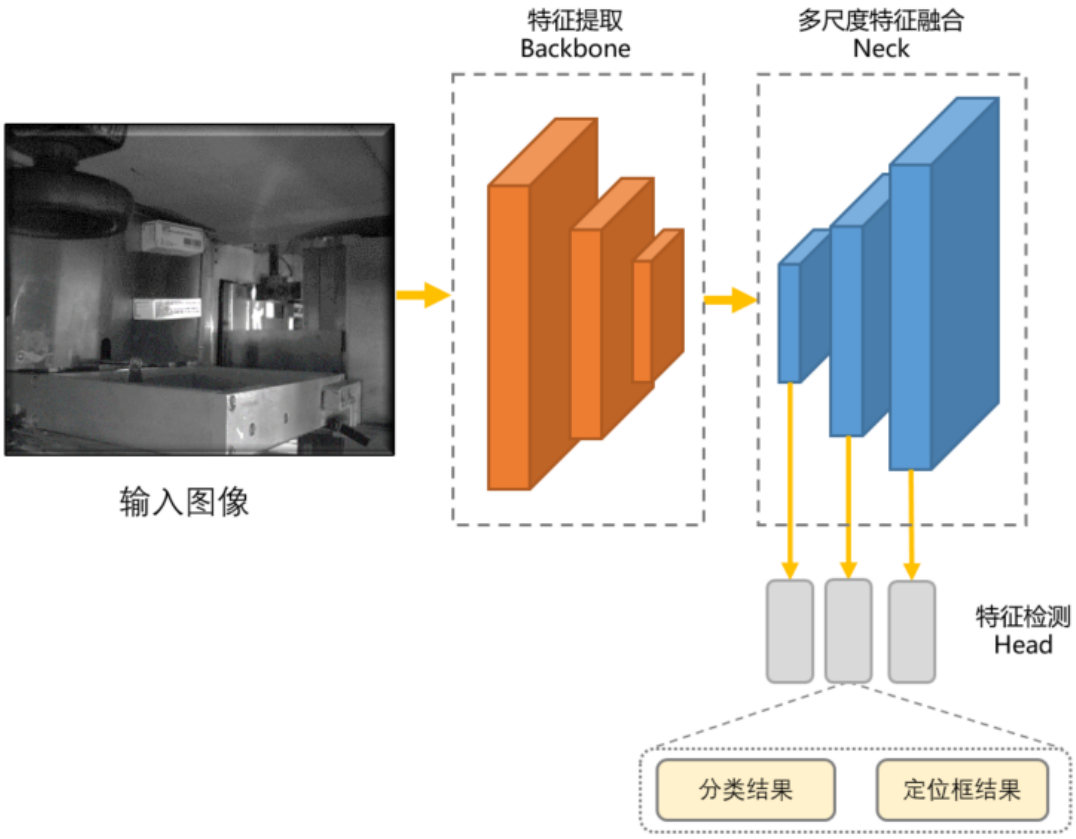


图14-642 目标检测网络结构示意图

使用方法

DL目标检测是指利用神经网络提取图像中待测目标位置信息的方法，它将目标的定位和分类合二为一，具备准确性和实时性。尤其是在复杂场景中，可对多个目标进行实时处理，自动提取和识别目标。该模块适用于定位、计数、缺陷检测等场景。

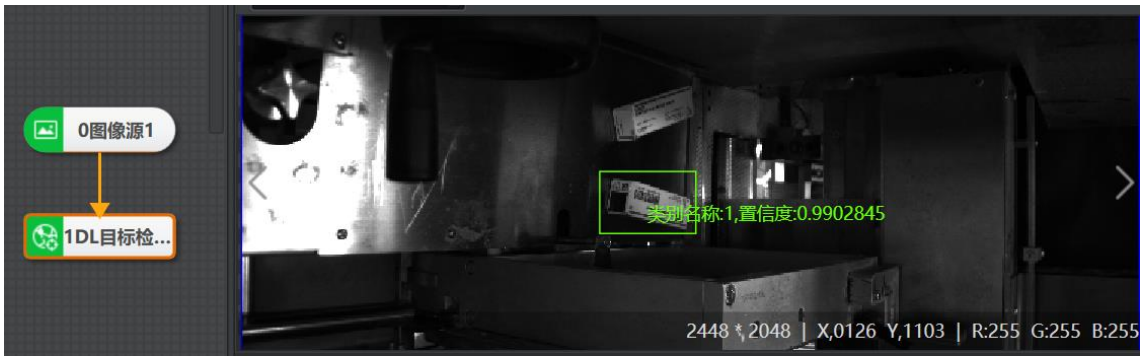


图14-643 DL目标检测示例

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模型文件路径

加载已经训练好的模型文件。

方案存模型

使能后，将模型数据保存到方案文件或流程文件中，跨机加载方案时无需再次输入模型文件路径。

获取模型ROI

启用后，可直接获取模型文件中图片的ROI区域。此时基本参数中的ROI区域无法设置。

按ROI裁图

启用该功能后，模块运行时会将ROI内区域提取出来，仅对区域内图像进行预测；不启用时，则对整张图片进行识别，但会按照ROI范围以及边缘筛选使能、最小边缘分数对检测结果进行筛选过滤。

最大查找个数

即最大查找的目标个数。若实际检测出的目标数量M小于最大查找个数N，则实际显示M个目标；若实际检测出的目标数量大于N，则实际只能显示N个目标。

最小置信度

即定位框的最小得分。若实际得分小于该参数值，则不返回该目标检测结果。

最大重叠率

目标图像允许被遮挡的最大比例。

目标排序

可选按中心点X坐标排序、按中心点Y坐标排序、按置信度排序。

- 按中心点X/Y坐标排序：按照目标中心X/Y坐标从小到大对结果信息进行排序。
- 按置信度排序：按照目标置信度从大到小对结果信息进行排序。

边缘筛选使能

使能后，可设置**最小边缘分数**。若查找目标在边缘内的部分占整体的比例小于最小边缘分数，则舍去该查找目标。

角度使能

默认关闭状态，使能后可配置目标框**角度范围**，只会保留角度符合设置范围的目标框。

宽度使能

默认关闭状态，使能后可配置目标框**宽度范围**，只会保留宽度符合设置范围的目标框。

高度使能

默认关闭状态，使能后可配置目标框**高度范围**，只会保留高度符合设置范围的目标框。

不同类别过滤

开启后，可过滤不同类别的目标。若不开启，则只会按照同类别过滤。

模块结果

*DL目标检测*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

目标个数

int型，表示检测区域内检测到的定位框个数。

目标类别

int型，表示检测到的目标实例的种类序号。

说明

需预先训练好模型并标记序号。

目标置信度

float型，表示每个定位框的置信度。

目标状态

int型，表示每个定位框的状态。1表示定位框正常，0表示定位框异常。

类别名称

string型，表示类别名称，保存在模型中。导入模型时，从模型文件中获取。

目标半径

float型，代表每个检测目标的半径。

目标信息矩形

目标信息中心点

目标信息中心X

float型，表示每个定位框中心点的X坐标。

目标信息中心Y

float型，表示每个定位框中心点的Y坐标。

目标信息矩形宽度

float型，表示每个定位框的宽度。

目标信息矩形高度

float型，表示每个定位框的高度。

目标信息矩形角度

float型，表示每个定位框的角度。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.20.4 DL分类

本节内容包含：

- *模块原理*
- *模型性能调优*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

基于深度学习的图像分类技术，本质上是利用神经网络提取图像特征，并根据其特征分布情况给出类别信息。一般来说，对于一张图像，分类网络只会给出预测的类别信息以及该图片属于该类别的可能性，即得分或置信度。

一个典型的分类神经网络，其工作流程大致如下：

- Step1：特征提取。通过卷积操作可以提取图像不同层级的特征，随着卷积层数的增加，所提取的特征从最开始的轮廓、灰度、角点等表层特征，逐步转化为结构、关系等高层级的语义特征。。
- Step2：特征降采样。通过池化层可以实现图像的降采样，一方面可以降低网络的计算量，另一方面可以增加卷积的感受野（卷积神经网络每一层输出的特征图上的像素点在输入图片上映射的区域大小），使得卷积可以感知到更大区域的特征分布。。
- Step3：特征激活。基于Relu等激活层进行特征激活，可以增加网络的非线性，使得网络能够更好地拟合不同的图像特征。。
- Step4：分类。通过全连接层和分类器将提取到的一组特征进行分类，得到当前图像属于不同类别的可能性。。

模型性能调优

此处提供几种模型性能不佳的情况以及对应的模型性能调优方法。

表14-71 模型性能调优方法

问题类型	可能原因	调优思路
模型仅输出一个类别	数据集中类别分布不均，某一类别数据占	可考虑增加训练数据集的样本数量以缓解过拟合问题。

问题类型	可能原因	调优思路
	据绝大部分，导致模型过拟合	
模型准确率整体较低	数据量较少	需增加数据量，一般建议单类别20张以上，同时考虑适当增加数据增强。
	训练效果不佳	可对训练集进行测试，分为以下两种情况： ● 若训练集准确率高但实际效果不好，则需考虑数据集标注错误或训练数据和测试数据差异较大。 ● 若训练集本身准确率低，则考虑训练参数不合理，比如学习率过大、迭代轮次较少，或者是待分类目标在图像中占比过小。
模型部分类别准确率低	数据量少或数据标注错误	可考虑增加数据量或完善数据标注操作。
模型整体性能较高，仍存在少量样本误分	一般是模型泛化能力不够或者该类样本属于困难样本	需对误分样本进行分析，分为以下两种情况： ● 如果以人眼观测，该样本区分难度较小，则属于模型泛化能力问题，可考虑增加数据增强或增加对应数据量。 ● 如果人眼区分难度较大，则属于困难样本，对于该类问题，除增加样本外，还可以优化标注方案、选用高精度模型等。

使用方法

深度学习分类通过学习每个目标类别的图像特征，以准确区分各个目标的种类。它利用计算机对图像进行定量分析，把图像或图像中的每个像元或区域归为若干个类别中的其中一类，以代替人的视觉判读，在物体识别、分拣方面有广泛应用。该模块适用于简单的缺陷检测、产品分类场景。使用DL分类模块时，建议图像中目标物体在全局视野中的占比较大。

说明

当类内差异较小、类间差异较大时，且类别会不断增加可以推荐使用*DL图像检索*。

该模块一般与图像源模块直接配合使用，然后在DL分类模块中加载训练好的模型文件即可。

图14-644 DL分类示例

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模型文件路径

加载已经训练好的分类模型文件。

方案存模型

使能后，将模型数据保存到方案文件或流程文件中，跨机加载方案时无需再次输入模型文件路径。

获取模型ROI

启用后，可直接获取模型文件中图片的ROI区域。此时基本参数中的ROI区域无法设置。

前K个类别

输出置信度得分最高的k个类别的索引号和对应的置信度。

模块结果

*DL分类*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

类别个数

int型，表示不同类别的数量。

类别标签

int型，表示在分类任务中，用来表示不同类别的标签或标识符。

类别概率

float型，代表属于各个类别的概率。

类别名称

string型，表示类别名称，保存在模型中。导入模型时，从模型文件中获取。

置信度

float型，表示识别的字符的置信度。数组，其长度等于字符个数。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.20.5 注册分类

注册分类模块可依据已注册的图像类别对图像进行分类。

说明

该模块使用时需确保注册图像与后续推理图像的像素格式一致，否则无法使用。例如，注册图像为RGB24格式图像，则后续只能推理RGB24格式的图像。

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *注册类别*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

该模块基于深度学习目标检测的注册类算法，分为注册和分类两个流程，如下图所示。

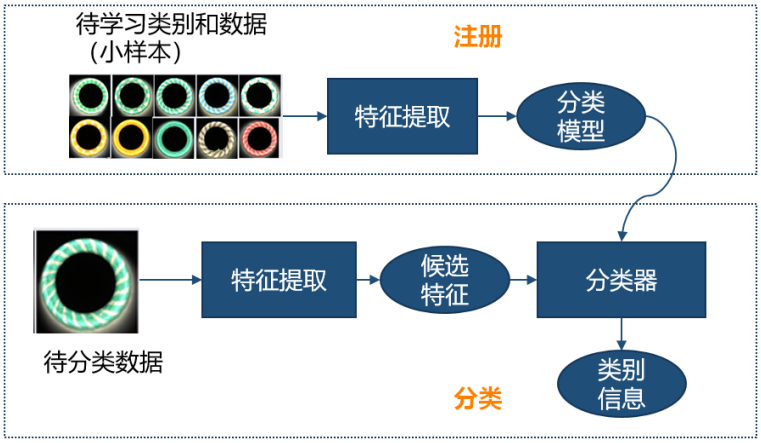


图14-645 注册分类算法流程图

1. 注册流程：将需要分类的若干示例图像及其所属的真实类别标签一同输入。使用深度学习模型分析上述样本的类别信息并据此构建分类器。
2. 分类流程：输入未知类别的图像，使用深度学习模型分析输入图像，并将分析结果输入分类器。分类器根据分析结果和已注册的类别信息确定输入图像的所属类别。

以下图为例，导入注册图像并命名为“橘色方块”和“黑色区域”两种包含不同特征信息的类别（左图），对待检索图像中的元素进行推理获得分类结果（右图）。

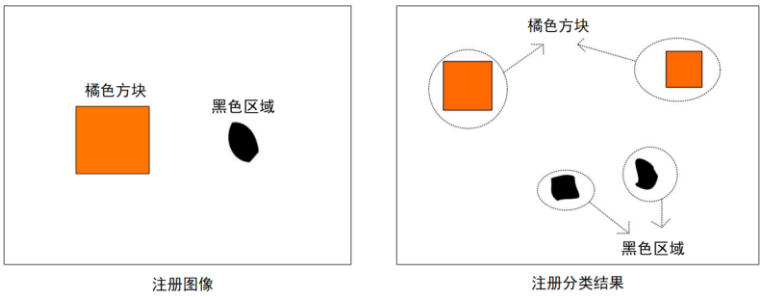


图14-646 注册分类原理示意图

使用方法

注册分类模块分为注册和分类两步处理步骤。相比于*DL 分类*，*注册分类*模块更适用于每个类别样本量较少，且在使用过程中有新增类别的场景，例如来料有无、正反检测、标准产品换新分类。

注册分类的样本特征一般需要满足以下特点：

- 不同类样本类间差异明显，即类间差异的特征区别较大。
- 同类样本间一致性好，即同类样本间仅有位置、姿态或者照明强度方面的差异。

注册分类模块的使用步骤如下：

1. 拖拽图像源模块至流程编辑区，并输入图像；
2. 拖拽注册分类模块至流程编辑区并与图像源模块直接连接，双击该模块进行注册图像以及参数配置，注册图像操作请参见*注册类别*章节；
3. 点击*执行*即可输出分类检索结果，如下图所示。

图14-647 注册分类示例

注册类别

注册类别可作为注册分类的搜索依据，注册分类模块根据注册图类别中已注册的图像类别进行搜索，可在多种类型图像中搜索出某种类型的目标图像。

操作步骤

1. 在**注册类别**面板中点击*+注册图像*进入注册图像窗口。
2. 单击**注册类别**下方的*添加*，再点击并输入**类别名称**，点击*确定*即可添加新类别。
3. 单击并选择其中一种方式进行图像添加。
4. 选中需设置类别的图像，单击左上角或对整张图像或部分区域进行绘制ROI。
5. 选中某张图片，单击对应注册类别即可标注为对应类别。

图14-648 注册图像界面

6. 单击*注册*即可注册成功，此时注册类别面板如下图所示。

图14-649 注册类别面板

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

前K类别

结果显示的类别个数，取值范围1~10。

最小相似度

可过滤掉小于该参数值的分类结果。

批处理使能

GPU模块特有参数。可设置是否开启多ROI区域并行处理的功能。

批处理等级

可设置批处理能力启用程度，数值越大，并行处理能力越高，效率越快。

模块结果

*注册分类*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

类别个数

int型，表示不同类别的数量。

相似度

float型，表示图像中检测到目标与训练模型中相应类别的相似度大小， 越接近1表示越相似 。

图像索引

int型，表示图像中检测到的目标与注册图像中的第几张图像相似度最高。

类别名称

string型，表示类别名称，保存在模型中。导入模型时，从模型文件中获取。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.20.6 DL图像检索

本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

DL图像检索是一种利用图像语义信息（如颜色、纹理、布局等）进行分析和检索的技术。从功能上来说，它与*DL分类*类似，把整张图像归为若干类别中的某一类，在物体识别与分拣上有广泛的应用。从算法本质上来说存在较大的区别：

- DL图像分类：分类模型从图像中提取到图像特征，直接通过内嵌分类器输出图像类别。该算法适用于类间差异较大、类别固定的图像场景。
- DL图像检索：检索模型从图像中提取到图像特征，并无内置分类器，不进行直接分类，而是通过与数据库(Gallery）中所有图像特征进行相似性搜索，将库中的图像按照相似度大小进行排列，输出指定的TopN检索结果。该算法适用于类内差异较小、类别需新增的图像场景。

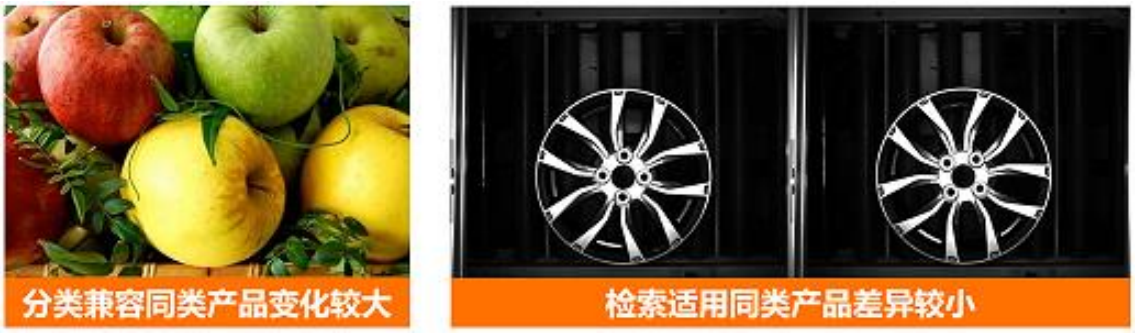


图14-655 分类和检索应用场景区别

使用方法

1. 拖拽图像源模块至流程编辑区，并输入图像；
2. 拖拽DL图像检索模块至流程编辑区，双击该模块进行参数配置，加载训练好的图像检索模型文件以及训练得到的Gallery文件；
3. 点击*执行*即可输出检索结果，如下图所示。

图14-656 DL图像检索示例效果图

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模型文件路径

自带默认模型文件，也可根据实际需求自行添加训练好的模型文件。

方案存模型

使能后，将模型数据保存到方案文件或流程文件中，跨机加载方案时无需再次输入模型文件路径。

Gallery路径

Gallery文件在模型训练时与模型文件一同生成，路径为深度学习训练工具软件的安装路径下的DeepLearningModel文件夹下。

最小相似度

当待输出的类别与输入图像的相似度小于该参数值时，该类别将不再被输出。

查询类别

点击*查询类别*后弹框界面如下图所示。文本框中会显示当前Gallery中总类别数，点击右侧可以直接导出所有类别信息。在文本框中输入待查询的类别名称后，下方会自动匹配相关类别的缩略图信息、类别名称以及Gallery中已注册的图像个数。

图14-657 查询类别

注册图像

点击*注册图像*后弹框界面如下图所示。

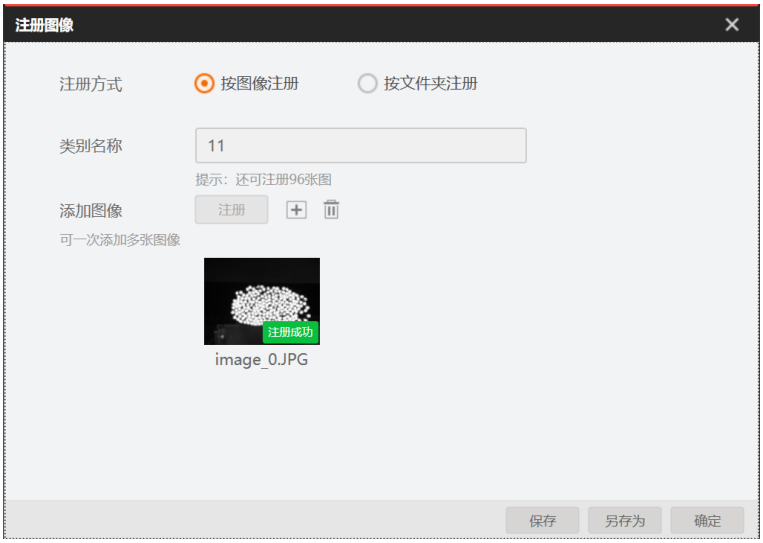


图14-658 注册图像

注册方式分为按图像注册和按文件夹注册两种。

- 按图像注册：首先输入要注册的类别名称，点击可以添加待注册的图像，可以一次性选入多个，也可分批次选择图像，再点击*注册*即可注册所有添加的图像。
- 按文件夹注册：点击*选择文件夹*后选择文件夹，此时默认将文件夹名称作为类别名称进行注册，也支持对类别名称进行修改。同时也应注意，一个类别最多可注册100张图片。此外，按文件夹注册支持一次注册多个文件夹，即同时注册多个类别。

模块结果

*DL图像检索*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

类别个数

int型，表示不同类别的数量。

相似度

float型，表示图像中检测到目标与训练模型中相应类别的相似度大小， 越接近1表示越相似 。

图像索引

int型，表示图像中检测到的目标与注册图像中的第几张图像相似度最高。

类别名称

string型，表示类别名称，保存在模型中。导入模型时，从模型文件中获取。

模型标识

string型，代表bin模型的特定标识，用来判断当前模型版本。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.20.7 DL无监督分割

DL无监督分割模块只有GPU版本，仅支持在带有独立显卡的PC上使用。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *模型性能调优*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

模块原理

无监督分割是指仅利用无缺陷图像进行训练并对缺陷进行检测的算法。无监督分割属于无监督模式，无需标注缺陷样本，只需训练OK样本即可。
无监督分割算法可以分为基于重建和基于生成两种路线。前者主要采用自动编码器AutoEncoder及其变种，对图像进行编码得到一组特征向量并基于这组特征向量重建，如果存在缺陷的话，重建图像质量会存在较大差异，通过相似度计算即可得到缺陷区域。后者则是采用生成对抗网络（GAN）对图像进行重

建，最终也是基于相似度计算以得到缺陷区域。
DL无监督分割模块与*DL异常检测*模块的原理、功能及使用基本一致，二者均是通过对正常图片进行训练，从而实现推理得到异常区域。

模型性能调优

若模型实现结果不佳，可从以下思路进行调优。
1. 由于无监督检测的训练集应只有OK图，所以需关注训练集中是否混入缺陷图。
2. 关注OK图中待检测目标是否对齐、是否存在较多的纹理变化，无监督分割适用于对齐度较高、纹理变化较少的场景。

使用方法

无监督分割适用于背景简单、产品一致性高、可对齐、缺陷明显的场景。在较为简单的场景下，该模块可作为主要缺陷检测工具使用，但是在大部分场景中还是作为一个辅助工具。若在前期无法收集到大量NG样本进行有监督训练（如图像分割），则可以先用DL无监督分割模块训练OK图，然后利用该模块检测并保存NG图，再从NG图中挑选实际NG图进行有监督训练。
DL无监督分割模块结果是输出一张黑白概率图，需要搭配使用Blob分析模块将结果可视化显示，即输出缺陷区域的Blob面积。如下图所示，该示例用于检测机场周转框中是否有物品遗漏。

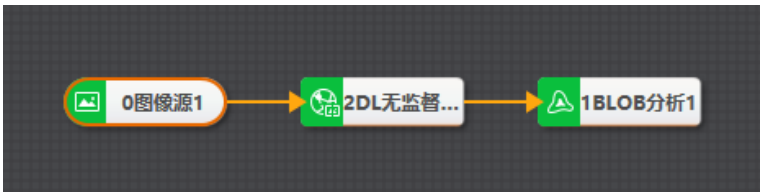


图14-659 DL无监督分割示例

图14-660 DL无监督分割示例执行结果

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模型文件路径

加载已训练好的模型文件。

方案存模型

使能后，将模型数据保存到方案文件或流程文件中，跨机加载方案时无需再次输入模型文件路径。

模块结果

*DL无监督分割*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

概率图数据

概率图

image型，代表概率图。

概率图宽度

int型，代表概率图的宽度 。

概率图高度

int型，代表概率图的高度 。

概率图像素格式

int型，代表概率图的像素格式 。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。
若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.20.8 DL异常检测

DL异常检测是通过对正常（OK）样本学习的方式实现对异常（NG）图片的检测。
本节内容包含：

- *模块原理*
- *使用方法*
- *参数配置*

- *模块结果*

模块原理

图像的异常是指图像特征偏离预期的位置或像素值，出现的异常具有随机性，例如纹理变化、划痕、错位或缺件等。而异常检测实质上是异常值分析中的一项统计任务，通过标注OK样本组成训练集，在深层神经网络中学习特征表示与像素残差值，注意此类样本应处于一个较为固定的状态。

使用方法

异常检测模块适用于目标形态固定、缺陷类型固定、OK样本多、NG样本少的场合。异常检测模块的结果会以残差图的形式输出，类似于分割的缺陷概率图，灰度值越低（越黑），则该区域为缺陷的概率越高。

说明

无监督分割模块的结果显示与异常检测相反，灰度值越高（越白），则该区域为缺陷的概率越高。

异常检测的后序模块通常与Blob分析模块搭配使用，以显示出异常目标位置。

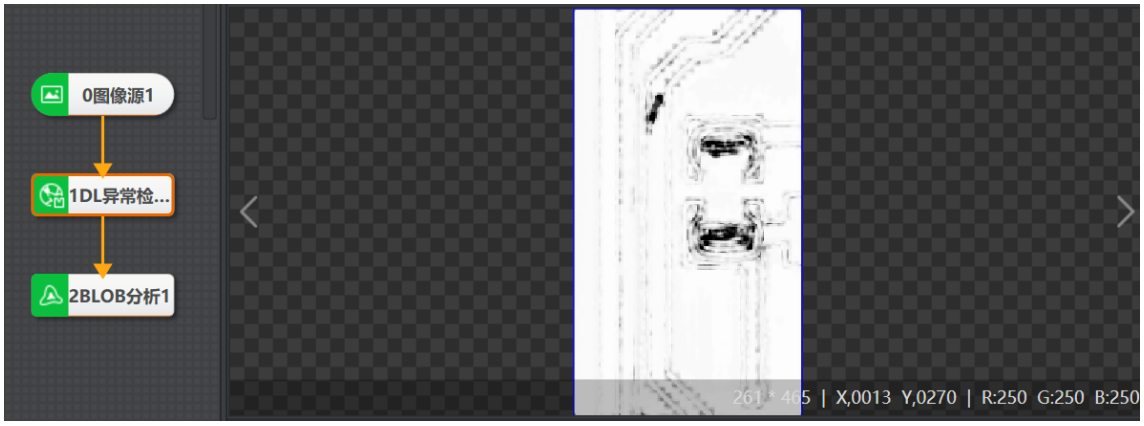


图14-661 DL异常检测执行结果

图14-662 DL异常检测示例（与Blob分析配合使用）

参数配置

以下仅介绍该模块的运行参数详情。通过配置运行参数，可定义当前模块如何处理输入的数据。

说明

- 基本参数详情，请参见*基本参数*。
- 结果显示参数详情，请参见*结果显示*。

模型文件路径

加载已训练好的模型文件。

方案存模型

使能后，将模型数据保存到方案文件或流程文件中，跨机加载方案时无需再次输入模型文件路径。

模块结果

*DL异常检测*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

残差图

残差图

image型，代表残差图。

残差图宽度

int型，代表残差图的宽度。

残差图高度

int型，代表残差图的高度。

残差图像素格式

int型，代表残差图的像素格式。

检测区域

表示图像中需进行检测的ROI区域。

检测区域中心点

检测区域中心点X

float型，表示检测区域中心点的X坐标。

检测区域中心点Y

float型，表示检测区域中心点的Y坐标。

检测区域宽度

float型，表示检测区域的宽度。

检测区域高度

float型，表示检测区域的高度。

检测区域角度

float型，表示检测区域相对于水平方向（正准位姿）的旋转角度。顺时针旋转，角度为正；逆时针旋转，角度为负。

若检测区域处于正准位姿，则为0度。

14.21 2D逻辑工具

“2D逻辑工具”分类下的模块可用于对2D图像数据进行条件分支、逻辑判断、Group等逻辑运算。

说明

该分类下的*脚本*模块可用于处理3D数据。

14.21.1 条件分支

条件分支模块结合条件检测和分支模块的功能，当订阅的条件符合要求时执行设定的模块。
本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

条件分支模块多用于工业生产对结果的判断、产品分类等方面的使用，根据判断结果确认当前检测类别以及是否进行后续操作等场景。
该模块可以配合逻辑工具的全系列模块进行使用，通过判断前序模块的输出结果，确认是否继续输入至后序模块执行，以及控制后续按照条件对应的分支进行执行。

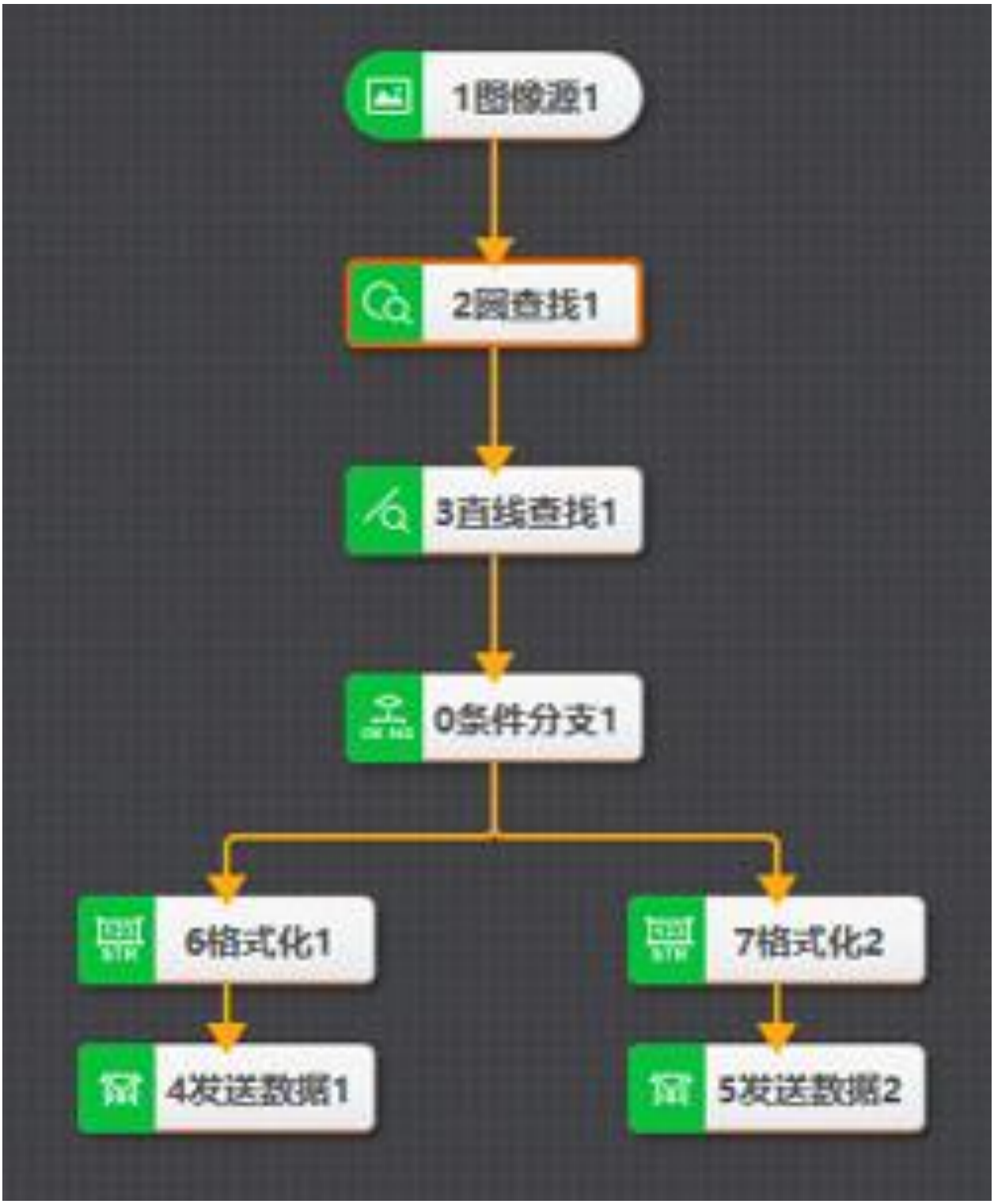


图14-663 条件分支示例

该示例通过对图像工件中的圆和线进行定位，然后通过条件分支进行判断，确认查找结果。如果圆和线定位正常，则将正常结果（OK信号）通过发送数据进行反馈；若定位异常，则不进行对应发送。

图14-664 条件分支执行流程

参数配置

双击条件分支模块可进入参数配置窗口，配置步骤如下：

1. 根据实际需求选择需判断条件的类型，可选int或float。
2. 单击 ➕ 可添加一条数据。
3. 通过 🔗 订阅前序模块中需作为判断条件的数据来源。
4. 设置判断为**有效值范围**的区间。当条件数据在该范围内时为OK，否则为NG。
5. 设置执行模块的**判断**依据，选择**OK**还是**NG**的情况下执行后续模块。
6. 在**执行模块ID**处选择满足条件时执行的模块ID，只能选择条件分支模块后面直接连接的模块。

模块结果

*条件分支*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

分支路线

string型，表示满足条件可执行的分支模块ID列表。

14.21.2 条件检测

条件检测模块用于判断输入数据是否满足条件。若满足，显示OK字符；否则，显示NG字符。
本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

条件检测模块多用于工业生产对结果的判断，通过判断的结果确认当前结果是否符合条件、参数范围是否正常、检测结果是否符合要求等应用场景。
该模块可以配合逻辑工具的全系列模块进行使用，通过判断前序模块的输出结果，确认该结果是否符合条件检测模块中自定义的范围，从而判断是否符合现场使用要求，后续可以搭配分支模块对条件结果进行分支处理。

图14-665 条件检测示例

该示例通过间距检测模块对固件的宽度进行检测，然后通过条件检测模块进行判断，当宽度处于500~1000且结果评分达到0.5~1时，判断该结果为OK，否则为NG，最后通过后续的发送数据模块将检测结果发出。

图14-666 条件检测示例执行流程

参数配置

此处仅对该模块的基本参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

判断方式

可选任意或全部。

任意

对判断条件中所有判断结果进行逻辑或运算。

全部

对判断条件中所有判断结果进行逻辑与运算。

判断条件

点击+可添加一条判断条件。每条判断条件由以下参数组成。

名称

可选条件的数据类型，分为int和float两种类型。

条件

订阅需作为判断条件的数据来源，但数据类型需和**条件类型**对应。

有效值范围

符合该数据范围内的判定为OK，否则判定为NG。

说明

有效值范围处填写的数据，其小数点后的位数可通过指定xml文件进行配置，最多支持3位。以软件默认安装路径、64位系统为例，xml文件所在路径为：软件安装路径\Module(sp)\x64\Logic\IfModule，xml文件名为IfModuleAlgorithmTab.xml，修改DecimalDigits的数值即可。

模块结果

*条件检测*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

结果（STRING）

string型，所有条件项结果都为OK则为OK，否则为NG。

结果（INT）

int型，代表所有条件项状态都为1则为1，否则为0，与结果（STRING）对应。

条件项结果

string型，代表数组，每个条件项的结果（NG或OK）构成的数组。

条件项状态

int型，代表数组，每个条件项的状态（0或1）构成的数组，与条件项结果对应。

14.21.3 分支模块

分支模块工具可以配置输入条件，并根据方案实际需求对不同的分支模块配置不同的条件输入值。当输入条件为该值时，则会执行该分支下的模块。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

分支模块多用于工业生产对结果的判断，通过判断结果确认当前结果是否符合条件、参数范围是否正常、检测结果是否符合要求等。

该模块可以配合逻辑工具的全系列模块进行使用，目前该模块输入值仅支持整数，不支持字符串。通过判断前序模块的输入值，确认该值是否有对应的分支条件。如果没有对应的分支条件，则不再继续往下执行；若有对应的分支条件，则执行对应分支下的模块。该模块可以实现单个流程中对不同条件结果分开处理的应用。

图14-667 分支模块示例

该示例通过快速匹配模块对工件进行初步定位，再通过分支模块订阅匹配模块的状态，当匹配到对应工件时，执行圆查找模块对工件的圆孔进行测量。当未匹配到工件时，通过发送数据模块将NG结果发出，通过通讯告知工件未匹配到。

图14-668 分支模块示例执行流程

参数配置

条件输入

订阅前序模块或者外部通信传输的int型数据。

说明

输入值仅支持整数，不支持字符串。若需要输入字符串格式，则需用字符分支或者字符识别配合分支模块。

分支参数

- 按值索引：根据条件输入传输进来的值与条件输入值对比决定分支走向，将配置界面的“条件输入值”与模块ID索引后的设置值比较，相同则该分路执行，不相同则该路不执行。
- 按位索引：将“条件输入值”在后台进行二进制序列转换，二进制序列与模块ID后位序相对应，该位为1时执行该模块（一次可执行多个），否则不执行。

模块结果

*分支模块*模块的模块结果具体如下：

传输标志

int型，代表传输标志。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

分支路线

string型，表示满足条件可执行的分支模块ID列表。

14.21.4 分支字符

分支字符模块用于对输入的字符串进行检测。
本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

分支模块仅支持整数，不支持字符串。当对字符串类型输入值进行判断时，需要使用分支字符模块。分支字符模块对输入string类型字符进行检测，若检测通过，则进行数据传输。该模块与分支模块功能类似，该模块多用于工业生产对结果的判断，通过对前序模块输入的string类型字符的判断结果来确认当前结果是否符合条件、参数范围是否正常、检测结果是否符合要求等。
该模块主要配合输出string类型数据的模块进行使用，例如条件检测、格式化、脚本等。针对订阅的条件检测模块的string类型结果进行判断，当条件检测OK时则运行对应OK分支的模块，当条件检测模块NG时则运行对应NG分支的模块。该模块可实现在单个流程中对不同条件结果分开处理的应用。

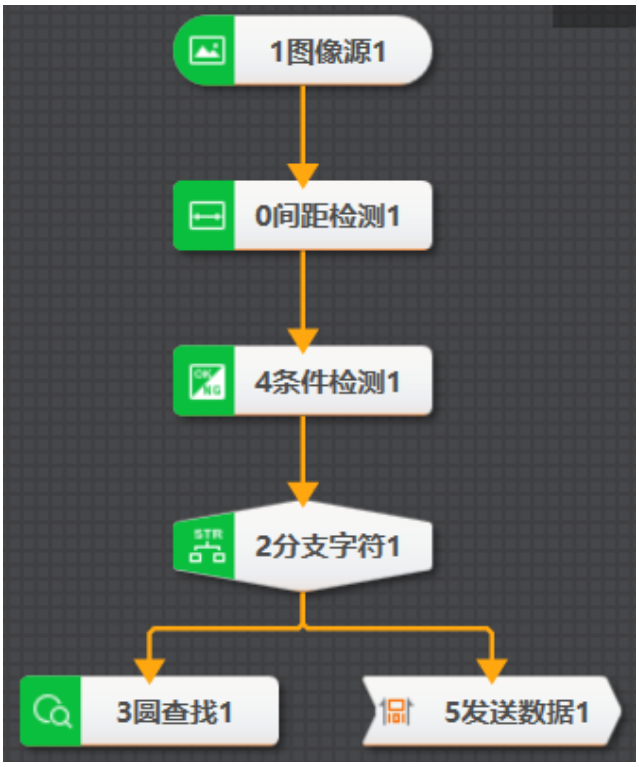


图14-669 分支字符示例

该示例通过间距检测模块对工件宽度进行测量，再通过条件检测确认测量宽度是否符合要求。当宽度符合要求时运行OK分支下的圆查找模块；当宽度结果不符合要求时，通过发送数据模块发送NG结果进行反馈。

图14-670 分支字符示例执行流程

参数配置

输入文本

订阅外部通信或格式化传输进来的数据。

条件输入值

输入OK或NG，当条件检测OK时则运行对应OK的分支模块，当条件检测模块NG时则运行对应NG的分支模块。

调试模式

使能后，该分支不管是否匹配均会执行。通过箭头可调整前后执行顺序。

模块结果

*分支字符*模块的模块结果具体如下：

分支路线

string型，表示满足条件可执行的分支模块ID列表。

分支条件字符

string型，代表订阅的条件字符串。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

14.21.5 文本保存

文件保存模块根据编辑的文本格式组成字符串并保存至本地文件。
本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

文本保存模块的输入变量只有string类型，最大长度为4095字节。开启运行后先生成缓存文件，缓存文件达到设置的文件容量后才产生文本，也可以打开实时存储，但会影响耗时。目前模块支持生成TXT、CSV文件，模块可以通过条件触发保存，可按日期生成文件目录。
该模块主要配合输出字符串类型数据的模块进行使用，例如条件检测、格式化、脚本、读码模块等。通过订阅前序模块的字符串结果，将其保存到本地。该模块可以帮助完成数据的记录以及保存应用。

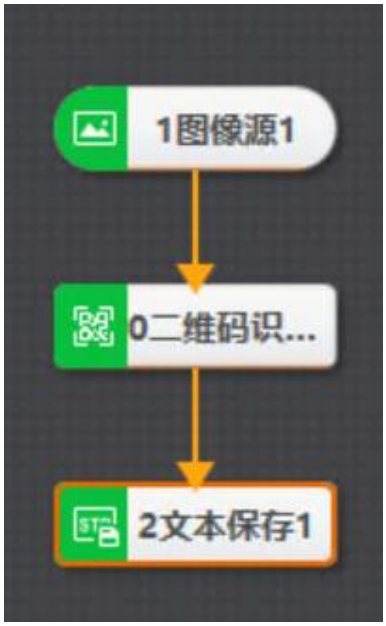


图14-671 文本保存示例

该示例通过二维码识别模块识别二维码信息，再通过文本保存模块实现对编码信息进行收集并保存在本地。

图14-672 文本保存示例执行流程

参数配置

文本输入参数如下：

数据源

- TXT：生成TXT格式文件。
- CSV：生成CSV格式文件，CSV格式文件建议使用记事本打开，或者先另存新文档后用EXCEL打开。选择生成CSV文件时需要进行每一列生成数据的数据绑定。

输入文本

选择输入的文本，该文本内容会被存储到指定位置，通常选择格式化结果。

保存设置参数如下：

触发保存

启用后，当订阅的**触发变量**满足**保存条件**时，才可进行文件保存。

保存路径

自定义文本保存的位置。

文本保存数量

最大存储文件的数量。

文件容量(K)

每个文件的最大容量。

存储方式

设置达到最大存储数量或者所在磁盘空间不足时对文本处理的方式，可选择以下两种方式。

- 覆盖存储：覆盖之前的文本。
- 停止存储：停止存储当前文本。

时间戳设置

每次保存时在文本前追加的表示时间信息的字符串。

生成日期目录

使能后，会根据日期创建文件夹，文本文件保存在创建的文件夹中。此时还需设置如下参数：

文件保存天数

文件保存的时间期限，超出后会自动删除文件。

文件命名

设置文本文件的命名，支持常量输入及模块数据订阅。

实时存储

- 开启时，数据直接写在txt和csv文件中；
- 不开启时，数据先写入cache文件中，达到文件容量后转为txt或csv文件。

存储临时文件

点击该按钮可将cache文件以txt格式或者csv格式保存在固定路径下。

模块结果

*文本保存*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

保存路径

string型，代表保存文本所在的文件夹路径。

文件名称

string型，代表保存文本的文件名称。

14.21.6 逻辑

逻辑模块的逻辑运算功能可用于将多模块的输出结果进行综合判断，包含运算类型和运算数据。运算类型包括选择与、或、非、与非、或非。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

逻辑模块主要用于工业生产中，存在对多模块检测结果，需要对检测结果进行综合判断，确认当前检测结果是否符合要求的场景。

该模块可以配合大部分模块进行使用，通过订阅前序模块的模块状态、运行结果等，然后按照运算类型（与、或、非、与非、或非）进行综合运算，并将结果进行输出。

图14-673 逻辑模块示例

该示例中需要对工件进行匹配定位、圆查找、直线查找，通过逻辑模块订阅前序模块的运行结果进行综合运算，判断逻辑为当三个模块结果均符合要求时认为该工件满足要求，后续通过发送数据模块将判断结果进行发送。

图14-674 逻辑模块示例执行流程

参数配置

运算类型

- AND：与运算
- OR：或运算
- NOT：非运算
- NAND：与非运算
- NOR：或非运算

运算数据

选择用于逻辑运算的数据来源。

模块结果

*逻辑*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

运算结果（BOOL）

int型，0代表NG ，结果为非，1代表OK，结果为是。

运算结果（STRING）

string型，NG代表结果为非，OK代表结果为是。

14.21.7 格式化

格式化模块主要用于将数据整合并格式化成字符串输出。该模块支持三种数据来源，分别为自定义输入的数据、前序模块的模块结果、自定义的数组。通常在需要对模块数据进行整合的时候使用。例如进行通信输出前，会使用该模块整理数据。

使用方法

该模块可与较多模块配合使用，可以订阅前序模块输出的各类数据用于数据整合；也可将整合后的数据供后续模块订阅并使用。
下图展示使用快速匹配模块检测图像中的圆，并通过格式化模块将快速匹配模块检测后输出的模块状

态、分数和匹配点的信息整合后输出的效果。

图14-675 使用效果示意图

参数配置

此处仅对该模块的基本参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。该模块基本参数如下图所示。

图14-676 基本参数

该模块基本参数各区域的说明参见下表。

表14-72 格式化模块基本参数介绍

序号	名称	描述
1	添加数据	点击 + 添加 可在配置数据规则添加一条新的数据。

序号	名称	描述
2	数据类型	每条数据均支持插入自定义文本、订阅前序模块的模块结果、自定义数组。 ● 插入文本：配置数据规则区域中选择某条数据，点击T后可自定义添加需显示的文本内容。插入订阅：配置数据规则区域中选择某条数据，点击后选择需订阅的数据即可添加到数据中。 ● 插入数组：配置数据规则区域中选择某条数据，点击后在插入数组页签中完成相关参数（分隔符、数组下标、数组列表）设置即可添加到数据中。 说明 数组输出成组数据。数组配置内包含多个数据时，按照多个数据的顺序组合输出。 ○ **分隔符**：可设置**数组列表**中每个数据之间的分隔符。 ○ **数组下标**：可设置输出多少个数组或第几个数组，可订阅int型数据或自定义输入。仅支持int型数据或*，该参数设置为*时，输出全部数组；该参数设置为int型数据时，仅输出对应的那组数组。假设该参数设置为0，则输出第一组数组数据，依次类推。 ○ **数组列表**：点击可添加需要组装为数组的数据内容，通过**内容**订阅模块结果或自定义输入即可。 说明 假设**数组列表**由2个数据组成，分别为中心点X和中心点Y，订阅的模块共输出3个中心点，**分隔符**为;，**数组下标**为*，**数组间分隔符**为()，则输出的数组数据为(X1;Y1)(X2;Y2)(X3;Y3)。
3	配置数据规则	可预览并配置每条数据的规则。通过左侧的序号选中某条数据，右键单击可进行删除或清空内容操作。 ● **删除**：删除整条数据。 ● **清空内容**：将整条数据的内容清空，但数据保留。
4	调整排序	可调整数据规则区域的每条数据以及数据之间的顺序。 ● 选择某条数据时，可点击 调整上下顺序。 ● 选择数据中的某一部分时，可点击 调整前后顺序。
5	结束符&分隔符	可设置数据规则区域以及数组间的结束符或分隔符。 ● **输入结束符**：可设置配置数据规则区域中每条数据之间的结束符，可选\r（回车）、\n（换行）、\r\n（回车换行）。 ● **分隔符**：可设置配置数据规则区域中各个数据之间的分隔符。可下拉选择，也可自定义修改。

序号	名称	描述
		说明 该参数仅在数据未设置**输入结束符**时有效。 ● **数组间分隔符**：可设置每个数组时间的分隔符。可下拉选择，也可自定义修改。
6	删除	可删除配置数据规则区域中已设置的所有内容。

模块结果

*格式化*模块的模块结果具体如下：

格式化结果

string型，代表返回每条参数格式化后的结果。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

14.21.8 字符比较

字符比较模块可以根据输入的字符和设置的字符进行比较，若一致则输出对应的索引值，否则不输出。该模块输出的是文本列表中第一个与输入文本完全匹配的索引项。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

字符比较模块主要用于工业生产字符识别、读码类项目，确认识别信息与设置需要的信息是否一致的场景。

该模块可以配合识别类模块进行使用，例如字符识别和读码模块。使用字符比较模块的输入文本参数订阅符合标准的字符结果作为基准，然后将需要与输入文本进行比较的其他识别模块输出的字符结果设置为索引项，完成字符比较后输出完全匹配的结果。使用时需注意，该模块只会输出文本列表中第一个与输入文本完全匹配的索引项。

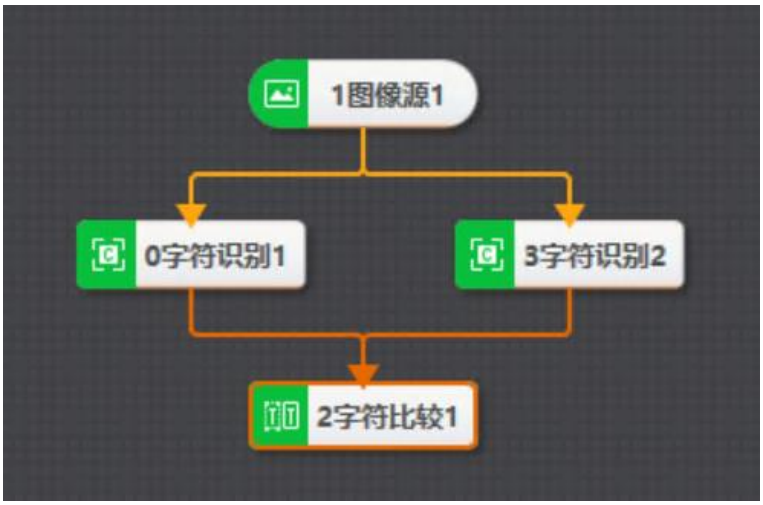


图14-677 字符比较示例

该示例中通过将字符识别1模块的识别结果设置为输入文本，将字符识别2模块的识别结果作为索引，实现比较图中两行字符内容结果是否相同的应用。

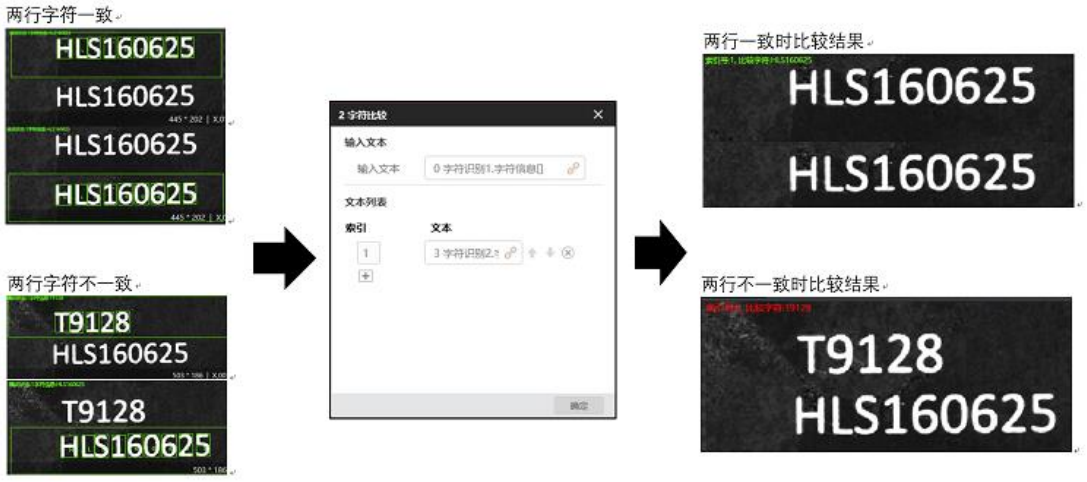


图14-678 字符比较示例执行流程

参数配置

输入文本

输入的字符信息。

索引

索引值支持手动修改。

文本

手动输入或订阅需要与输入字符进行比较的字符结果。

说明

对于手动输入的文本内容，目前仅支持带小写字母、数字和符号“.”，其他特殊字符例如[]、()、|、，等不能输入，同时也不支持类似“1.1.1”这种格式。

模块结果

*字符比较*模块的模块结果具体如下：

分支条件字符

string型，代表目标匹配字符串：支持订阅string类型模块输出参数/手动输入字符。

索引

int型，代表匹配成功后，模块结果输出索引值。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

14.21.9 脚本

可在流程中调用*脚本*模块，并通过自定义脚本代码控制流程数据或流程执行。
本节内容包含：

- *界面概览*
- *使用限制*
- *使用方法*
- *应用示例*
- *默认代码导读*
- *脚本Demo源码*
- *模块结果*

界面概览

将*脚本*模块拖入流程编辑区后，双击该模块打开脚本编辑窗口。

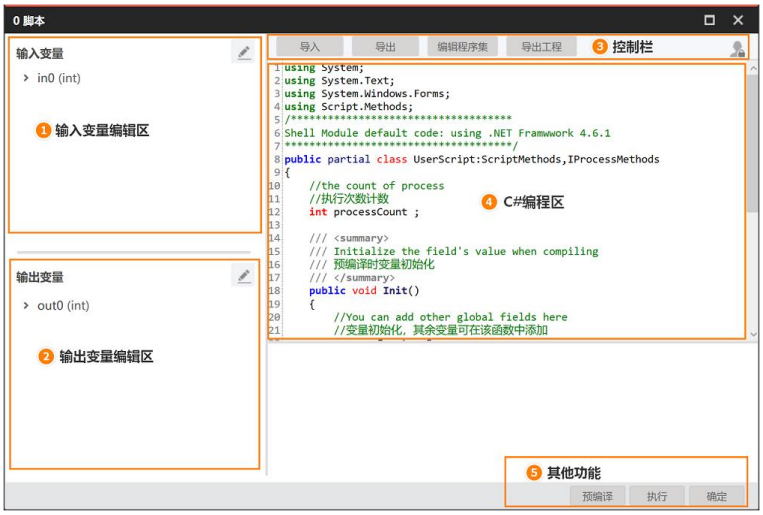


图14-679 脚本编辑窗口

该窗口各区域说明如下：

表14-73 脚本编辑窗口介绍

窗口区域	描述
输入/输出变量编辑区	对输入输出的变量进行编辑，可自定义变量名称。支持六种数据类型，包括int、float、string、bytes、image（即图像数据）和ROIBOX（即ROI内的识别框）。 ● **输入变量**：可绑定*脚本*前置模块的结果、全局变量 ● **输出变量**：输出变量可作为*脚本*后置模块的输入。输出变量为输入变量的具体值。

C#编程区	可在此处通过调用脚本接口等方式自定义开发脚本。
	该区域提供脚本的默认代码，默认代码的简要解读参见下文的*默认代码导读*。
	说明
	在C#编程区自定义脚本代码之前，需先在输入/输出变量编辑区定义输入变量（例如int型的in0）和输出变量（例如int型的out0）。完成定义后，可在C#编程区中直接编写代码，获取或设置**数组类型以外**类型的变量的取值。示例如下。
	`public bool Process()`
	`{`
	`  int a = in0;`
	`  out0 = 32;`
	`  return true;`
	`}`

控制栏	● *导入*：导入脚本程序（格式：.cs）。 ● *导出*：导出脚本程序（格式：.cs）。 ● *编辑程序集*：添加程序集，与全局脚本添加程序集相同，详情参见*程序集添加*。 ● *导出工程*：将脚本程序导出，导出后可使用Visual Studio进行调试。 ● ：单击后可设置密码以启用加密权限。启用加密后，重新打开脚本模块时需验证密码，验证成功后可进入脚本编辑窗口；再次单击并输入密码可取消加密。
其他功能	● *预编译*：对脚本程序进行预编译，单击该按钮即调用Init方法（该方法详情见下文的*使用方法*）。 ● *执行*：单击该按钮即调用Process方法（该方法详情见下文的*使用方法*）。 ● *确定*： 保存修改后的代码并退出脚本编辑界面。

使用限制

- 脚本仅支持使用标准C#语言（Windows版本）进行编写。
- *脚本*模块只能控制单个流程的执行逻辑。如需对方案下所有流程的批量执行逻辑进行控制，可通过*全局脚本*实现。

使用方法

- **调用脚本模块**

在流程中调用*脚本*模块时，无针对前序/后序模块的特定要求。只要脚本逻辑与流程逻辑匹配，*脚本*模块可在流程中的任意环节调用。

- **自定义脚本代码**
  在流程中调用*脚本*模块后，可在C#编程区调用*脚本开放接口*自定义脚本代码。其中的核心接口为*Init*和*Process*。
  - 可在*Init*方法中实现变量初始化和句柄创建等初始化逻辑，相关工作会在加载方案时完成。
  - 可在*Process*方法中实现变量计算和逻辑处理等具体的功能，具体的功能在流程执行时执行。

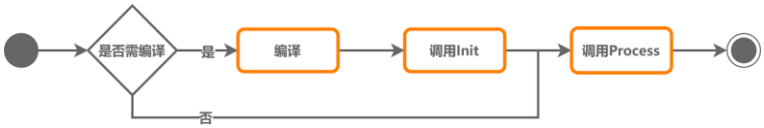


图14-680 Init与Process方法的执行顺序

说明

*脚本*模块还支持调用C#程序集和非托管库，具体调用方法与全局脚本的第三方库调用相同，详情参见*第三方库调用方法*。

应用示例

脚本的具体应用示例，请参见*应用示例：通信数据收发控制*。

默认代码导读

*脚本*模块在C#编程区提供的默认代码如下。其中Init方法只有在加载方案或者修改代码后预编译时才会运行，Process方法在流程执行的时候运行。
可在 public partial class UserScript:ScriptMethods,IProcessMethods中自行实现代码逻辑。

```
 using System;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using Script.Methods;
/************************************
Shell Module default code: using .NET Framwwork 4.6.1
************************************/
public partial class UserScript:ScriptMethods,IProcessMethods
{
    //the count of process
    //执行次数计数
    int processCount ;

    /// <summary>
    /// Initialize the field's value when compiling
    ///  预编译时变量初始化
    /// </summary>
    public void Init()
    {
        //You can add other global fields here
       //变量初始化，其余变量可在该函数中添加
        processCount = 0;
```

```
    }

    /// <summary>
    /// Enter the process function when running code once
    ///  流程执行一次进入Process函数
    /// </summary>
    /// <returns></returns>
    public bool Process()
    {
        //You can add your codes here, for realizing your desired function
       //每次执行将进入该函数，此处添加所需的逻辑流程处理

        return true;
    }
}
```

脚本Demo源码

以下为脚本Demo文件ScriptDemo.cs的源码。该文件可从VM3D安装路径下获取，具体路径为：..\Applications\Module(sp)\x64\Logic\ShellModule。

```
 using System;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using Script.Methods;
public partial class UserScript:ScriptMethods,IProcessMethods
{
    //the count of process
    //执行次数计数
    int processCount ;

    /// <summary>
    /// Initialize the field's value when compiling
    ///  预编译时变量初始化
    /// </summary>
    public void Init()
    {
        //You can add other global fields here
       //变量初始化，其余变量可在该函数中添加
        processCount = 0;

    }

    /// <summary>
    /// Enter the process function when running code once
    ///  流程执行一次进入Process函数
    /// </summary>
    /// <returns></returns>
    public bool Process()
    {
        //You can add your codes here, for realizing your desired function
```

```
//每次执行将进入该函数，此处添加所需的逻辑流程处理

//获取设置int
  int a = 0;
  GetIntValue("in0",ref a);
  SetIntValue("out0", a);

  //获取设置float
  float f=0f;
  GetFloatValue("in1",ref f);
  SetFloatValue("out1", f);

  //获取设置string
  string s="";
  GetStringValue("in2",ref s);
  SetStringValue("out2", s);

  //获取设置二进制数据
  byte[] by = new byte[]{};
  GetBytesValue("in8",ref by);
  SetBytesValue("out8", by);

  int count=0;
  //获取设置int数组
  int[] narry = new int[3];
  GetIntArrayValue("in3",ref narry,out count);
  SetIntArrayValue("out3",narry,0,narry.Length);

  //获取设置float数组
  float[] farry = new float[3];
  GetFloatArrayValue("in4",ref farry,out count);
  SetFloatArrayValue("out4",farry,0,farry.Length);

  //获取设置strig数组
  string[] sarry = new string[3];
  GetStringArrayValue("in5",ref sarry,out count);
  SetStringArrayValue("out5",sarry,0,sarry.Length);

//设置/获取16进制数据
  byte[] tempBytes = new byte[] { };
  GetBytesValue("in1", ref tempBytes);
  SetBytesValue("out1", new byte[]{0x00,0x02});

  //设置/获取图像数据
  ImageData imagedata = new ImageData();
  GetImageValue("in6", ref imagedata);
  SetImageValue("out6", imagedata);

//设置/获取ROIBOX数据
RoiboxData roidata = new RoiboxData();
```

```
            GetRoiboxValue("in7", ref roidata);
            SetRoiboxValue("out7", roidata);

            //设置全局变量
            GlobalVariableModule.SetValue("var1", "323");
            //2.获取全局变量
            object paramValue = GlobalVariableModule.GetValue("var1");

            //获取模块结果数据
            //GetModule传入模块的名称，如果存在group中，需要加上group的名称
            //GetValue()  传入的是模块的输出参数名称
            object result = CurrentProcess.GetModule("图像源1").GetValue("Height");
            object result1 = CurrentProcess.GetModule("组合模块1.图像源1").GetValue("Height");

            //设置模块运行参数
            //如果该模块在group内部，需要加上group模块的参数名称
            //SetValue(),key值为具体的参数名称，
            CurrentProcess.GetModule("BLOB分析1").SetValue("FindNum", "4");
            CurrentProcess.GetModule("组合模块1.BLOB分析1").SetValue("FindNum", "4");

            //5.通信发送数据
            //GetDevice(int index), index为通信设备的ID
            //tcp,udp,串口发送数据调用函数
            GlobalCommunicateModule.GetDevice(1).SendData("msg",DataType.StringType);

            //plc设备发送数据
            //GetAddress(int index),index为address的ID
            GlobalCommunicateModule.GetDevice(2).GetAddress(1).SendData("100",DataType.IntType);

GlobalCommunicateModule.GetDevice(2).GetAddress(1).SendData("100",DataType.StringType);

GlobalCommunicateModule.GetDevice(2).GetAddress(1).SendData("100",DataType.FloatType);

            //modbus发送设备数据
            GlobalCommunicateModule.GetDevice(3).GetAddress(1).SendData("100",DataType.IntType);

GlobalCommunicateModule.GetDevice(3).GetAddress(1).SendData("100",DataType.StringType);

GlobalCommunicateModule.GetDevice(3).GetAddress(1).SendData("100",DataType.FloatType);

            return true;
        }
}
```

模块结果

*脚本*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

VS调试

可使用Visual Studio（以下简称为VS）调试脚本代码，确保其能正常运行。

前提条件

已安装2013版或更新版本的Visual Studio。

操作步骤

1. 在*脚本*模块编辑窗口的控制栏，单击*导出工程*。
2. 在打开的脚本工程文件夹中，使用VS打开脚本程序（.sln文件）。
3. 在VS菜单栏选择*生成* → *Build*，编译脚本程序。
4. 将脚本程序附加至VM3D主进程。
   1) 在VS菜单栏选择*调试* → *附加到进程*。
   2) 在*附加到进程*对话框进程列表中，选中VM3D主进程。
   3) 单击*附加*。
   附加后，出现弹窗报错“无法附加到进程，已附加了一个调试器”。
5. 按照以下两种方式中的任意一种解决该报错。
   - 打开任务管理器，结束进程vServerApp.exe，再到VS中重新附加至主进程的exe文件。
   - 关闭VM3D，将VM3D安装路径下vServerApp.exe.config文件中的 DumpEnable的值改为 false（如下图所示），保存后重新打开VM3D。

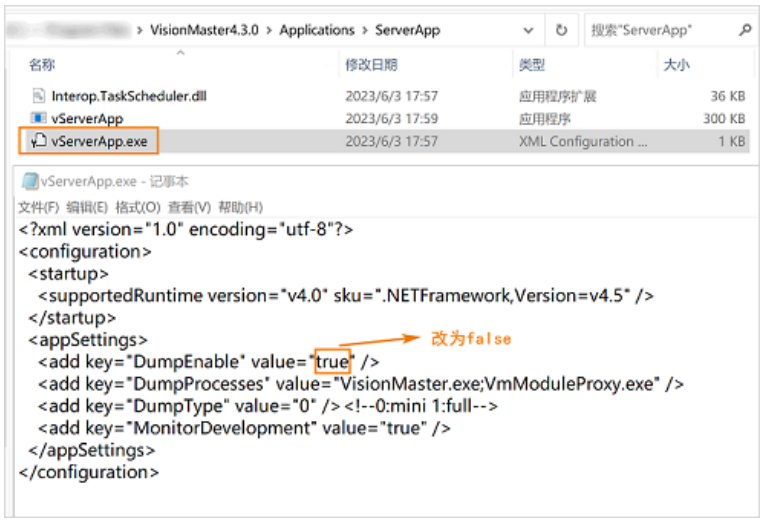


图14-680 配置 DumpEnable

6. 单击VM3D快捷工具条的 单次执行流程，同时查看VS中是否进入断点。

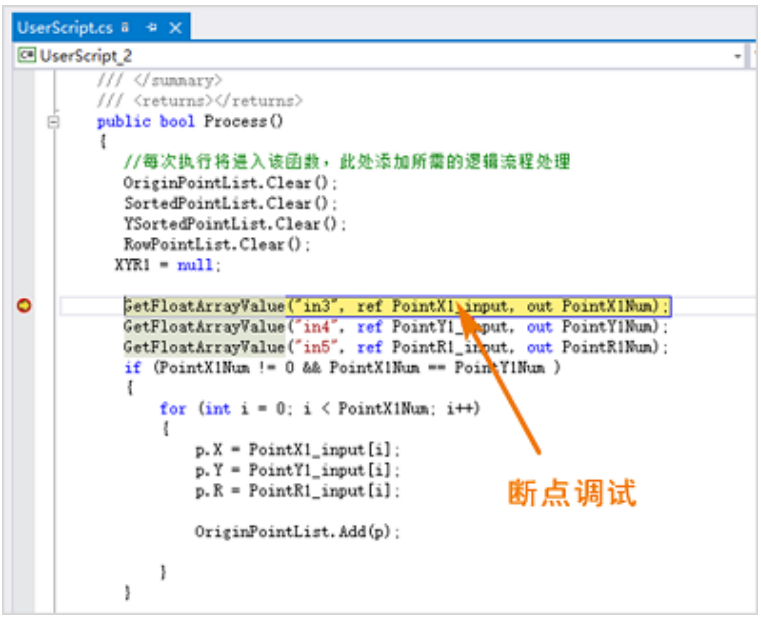


图14-681 断点调试

说明

如需继续调试，需在VS中重新选择附加到进程。请勿直接点击启动。

脚本开放接口

脚本提供开放接口，方便您通过几行代码快速实现流程控制和通信控制。

脚本开放接口概览

表14-74 脚本全量接口

实现类型	方法	描述
初始化	*Init*	初始化脚本
流程逻辑处理	*Process*	定义单个流程的执行逻辑
全局变量处理	*GlobalVariableModule.SetValue*	设置全局变量的值
	GlobalVariableModule.GetValue	获取全局变量的值
处理模块结果与参数	*CurrentProcess.GetModule*	获取模块结果数据
	CurrentProcess.GetModule.SetValue	设置模块运行参数的值
	GetModuleParam	获取模块运行参数的值
发送通信数据	*SendData*	指定通信设备发送特定类型的数据
获取数据	• *GetIntValue* • *GetFloatValue* • *GetStringValue*	获取int、float、string、bytes（十六进制）、image（图像）、数组和ROIBOX（ROI内的识别框）等数据

实现类型	方法	描述
	• *GetBytesValue* • *GetIMAGEValue* • *GetRoiboxValue* • *GetIntArrayValue* • *GetFloatArrayValue* • *GetStringArrayValue*	
输出数据	• *SetIntValue* • *SetIntArrayValue* • *SetFloatValue* • *SetFloatArrayValue* • *SetStringValue* • *SetStringArrayValue* • *SetBytesValue* • *SetImageValue* • *SetRoiboxValue* • *SetStringValueByIndex* • *SetIntValueByIndex* • *SetFloatValueByIndex*	设置int、float、string、bytes（十六进制）、image（图像）、数组和ROIBOX（ROI内的识别框）等数据的输出
调试	*ConsoleWrite*	将信息打印至DebugView
	ShowMessageBox	将错误信息通过弹窗提示

Init

接口原型

public void Init(){}

功能描述

初始化脚本。可在此方法中实现初始化相关操作 。该方法在加载方案或预编译全局脚本时执行。

Process

接口原型

public bool Process(){}

功能描述

定义*脚本*模块所在流程的执行逻辑。

GlobalVariableModule.SetValue

接口原型

GlobalVariableModule.SetValue(string paramName,string paramValue)

功能描述

设置全局变量。

输入参数

paramName：string类型，全局变量名称

输出参数

paramValue：string类型，全局变量的值

返回值

0：调用成功
非 0返回值：调用失败

GlobalVariableModule.GetValue

接口原型

object GlobalVariableModule.GetValue (string paramName)

功能描述

获取全局变量的值。

输入参数

paramName：string类型，变量名称

返回值

如果调用成功，返回全局变量的值。
如果调用异常，返回 null。

说明

返回值为object类型，如需转成其他类型，请将object转成string再转至其他类型。

CurrentProcess.GetModule

接口原型

CurrentProcess.GetModule(string paramModuleName).GetValue(string paramValueName)

功能描述

获取指定模块某个结果参数的值。

输入参数

paramModuleName：string类型，模块名称。请从流程中查找模块名称。
paramValueName：string类型，模块结果中某个参数的名称。请从SDK手册中查找参数名称。该SDK手册可从VM3D安装路径中获取：*..\Development\V4.x\Documentations*。

说明

如果对应的模块在流程的*Group*中，传入 paramModuleName的模块名称需附带Group名称，例如：GetModule("Group1.图像源1")。

返回值

如果调用成功，返回结果参数的值。
如果调用异常，返回 null。

CurrentProcess.GetModule.SetValue

接口原型

CurrentProcess.GetModule(string paramModuleName).SetValue(string paramValueName，string paramValue)

功能描述

设置模块运行参数的值。

输入参数

paramModuleName：string类型，模块名称。请从流程中查找模块名称。
paramValueName：string类型，参数名称。请从SDK手册中查找参数名称。该SDK手册可从VM3D安装路径中获取：*..\Development\V4.x\Documentations*。
paramValue：stirng类型，参数值

说明

如果对应的模块在流程的*Group*中，传入 paramModuleName的模块名称需附带Group名称，例如：GetModule("Group1.图像源1")。

返回值

0：调用成功。
非 0返回值：调用异常。

SendData

表14-75 具体方法

接口原型	说明
GlobalCommunicateModule.GetDevice(int deviceID).GetAddress(int addressID).SendData(string data,DataType dataType)	指定某个PLC/Modbus设备发送Int、float或string类型数据。 ● 输入参数： ○ deviceID：int类型，*通信管理*中设备的设备ID。设备ID 的示例见下文的*图14-683*。 ○ addressID：int类型，*通信管理*中设备的地址ID。地址ID 的示例见下文的*图14-683*。 ○ data：string类型，待发送的数据，如果发送多个，请用“；”隔开。 ○ dataType： DataType类型，待发送数据的类型，包含int、float和string三种。 ● 返回值： ○ 0：调用成功。 ○ 非 0返回值：调用异常。
GlobalCommunicateModule.GetDevice(int deviceID).GetAddress(int addressID).SendData(byte[]	指定某个PLC/Modbus设备发送十六进制数据。 ● 输入参数： ○ deviceID：int类型，*通信管理*中设备的设备ID。设备ID 的示例见下文的*图14-683*。 ○ addressID：int类型，*通信管理*中设备的地址ID。地址ID 的示

接口原型	说明
bytedata,DataType.ByteType)	例见下文的*图14-683*。 ○ bytedata： byte[]类型，待发送的十六进制数据。 ● 返回值： ○ 0：调用成功。 ○ 非 0返回值：调用异常。
GlobalCommunicateModule.GetDevice(int deviceID).SendData(string data)	指定某个TCP、UDP或窗口发送string类型的数据。 ● 输入参数： ○ deviceID：int类型，*通信管理*中设备的设备ID。设备ID 的示例见下文的*图14-683*。 ○ data：string类型，待发送的数据。 ● 返回值： ○ 0：调用成功。 ○ 非 0返回值：调用异常。
GlobalCommunicateModule.GetDevice(int deviceID).SendData(byte[] bytedata)	指定某个TCP、UDP或串口发送十六进制的数据。 ● 输入参数： ○ deviceID：int类型，*通信管理*中设备的设备ID。设备ID 的示例见下文的*图14-683*。 ○ bytedata： byte[]类型，待发送的十六进制数据。 ● 返回值： ○ 0：调用成功。 ○ 非 0返回值：调用异常。

图14-683 设备ID与地址ID示例

GetModuleParam

接口原型

public int GetModuleParam(uint nModuleID, string paramKey, ref string paramValue)

功能描述

获取模块运行参数。

输入参数

nModuleID：uint类型，模块ID。

输出参数

paramKey：string类型，模块运行参数
paramValue：ref string类型，模块运行参数的值

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

GetIntValue

接口原型

int GetIntValue(string paramName, ref int paramValue)

输入参数

paramName：string类型，变量名称

输出参数

paramValue：int类型，变量值

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

GetFloatValue

接口原型

int GetFloatValue (string paramName, ref float paramValue)

功能描述

获取float类型变量的值。

输入参数

paramName：string类型，变量名称

输出参数

paramValue：float类型，变量值

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

GetStringValue

接口原型

int GetStringValue (string paramName, ref string paramValue)

功能描述

获取string类型变量的值。

输入参数

paramName：string类型，变量名称

输出参数

paramValue：string类型，变量值

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

GetBytesValue

接口原型

int GetBytesValue (string paramName,ref byte[] paramValue)

功能描述

获取byte数组类型变量的值。

输入参数

paramName：string类型，变量名称

输出参数

paramValue： byte[]类型，变量值

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

GetIMAGEValue

接口原型

int GetIMAGEValue (string paramName, ref Image paramValue)

功能描述

获取图像数据。

输入参数

paramName：string类型，变量名称

输出参数

paramValue：Image类型，变量值

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

GetRoiboxValue

接口原型

int GetRoiboxValue(string paramName, ref RoiboxData roiboxData)

功能描述

获取ROI的BOX数据（识别框等）。

输入参数

paramName：string类型，变量名称

输出参数

roiboxData： RoiboxData类型，变量值

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

GetIntArrayValue

接口原型

int GetIntArrayValue(string paramName, ref int[] paramValue，out int arrayCount)

功能描述

获取int数组变量。

输入参数

paramName：string类型，变量名称

输出参数

paramValue： int[]类型，变量值
arrayCount：int类型，数组个数

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

GetFloatArrayValue

接口原型

int GetFloatArrayValue(string paramName, ref float[] paramValue，out int arrayCount)

功能描述

获取float型数组变量。

输入参数

paramName：string类型，变量值

输出参数

paramValue： float[]类型，变量值
arrayCount：int类型，数组个数

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

GetStringArrayValue

接口原型

int GetStringArrayValue(string paramName, ref string[] paramValue， out int arrrayCount)

功能描述

获取string类型数组变量的值。

输入参数

paramName：string类型，变量名称

输出参数

paramValue： string[]类型，变量值
arrayCount：int类型，数组个数

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

SetIntValue

接口原型

int SetIntValue(string key, int value)

功能描述

设置int型变量的值。

输入参数

key：string类型，变量名称
value：int类型，变量值

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

SetIntArrayValue

接口原型

SetIntArrayValue(string key, int[] valueArray, int index, int len)

功能描述

设置int数组变量的值。

输入参数

key：string型，key值。
valueArray：string[]，数组
index：int型，数组的索引
len：int型，数组的长度

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

SetFloatValue

接口原型

int SetFloatValue (string key, float value)

功能描述

设置float型变量值。

输入参数

key：string类型，变量名称
value：float类型，变量值

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

SetFloatArrayValue

接口原型

SetFloatArrayValue(string key, float[] valueArray, int index, int len)

功能描述

设置float数组变量的值。

输入参数

key：string型，key值。
valueArray：string[]，数组
index：int型，数组的索引
len：int型，数组的长度

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

SetStringValue

接口原型

int SetStringValue (string key, string value)

功能描述

设置string型变量的值。

输入参数

key：string类型，变量名称
value：string类型，变量值

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

SetStringArrayValue

接口原型

SetStringArrayValue(string key, string[] valueArray, int index, int len)

功能描述

设置string数组变量的值。

输入参数

key：string型，key值。
valueArray：string[]，数组
index：int型，数组的索引
len：int型，数组的长度

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

SetBytesValue

接口原型

int SetBytesValue (string key, byte[] value)

功能描述

设置十六进制数据。

输入参数

key：string类型，变量名称
value： byte[]类型，变量值

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

SetImageValue

接口原型

int SetImageValue (string key, ImageData value)

功能描述

设置图像数据。

输入参数

key：string类型，变量名称
value： ImageData类型，变量值

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

SetStringValueByIndex

接口原型

int SetStringValueByIndex(string key, string value, int index, int total)

功能描述

按照索引设置string型数组内某个元素的值。

输入参数

key：string类型，变量名称
value：string类型，变量值
index：int类型，数组的索引
total：int类型，数组元素个数

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

SetIntValueByIndex

接口原型

int SetIntValueByIndex(string key, int value, int index, int total)

功能描述

按照索引设置int型数组内某个元素的值。

输入参数

key：string类型，变量名称

value：int类型，变量值
index：int类型，数组的索引
total：int类型，数组元素个数

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

SetFloatValueByIndex

接口原型

int SetFloatValueByIndex (string key, float value, int index, int total)

功能描述

按照索引设置float型数组内某个元素的值。

输入参数

key：string类型，变量名称
value：float类型，变量值
index：int类型，数组的索引
total：int类型，数组元素个数

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

SetRoiboxValue

接口原型

int SetRoiboxValue(string paramName, RoiboxData roiboxData)

功能描述

设置ROI的BOX数据（识别框等）。

输入参数

paramName：string类型，变量名称
roiboxData： RoiboxData类型，变量值

返回值

- 0：调用成功。
- 非 0返回值：调用异常。

ConsoleWrite

接口原型

void ConsoleWrite(string content)

功能描述

将异常信息打印至DebugView中。

输入参数

Content：string类型，待打印的内容

返回值

无

ShowMessageBox

接口原型

void ShowMessageBox(string msg)

功能描述

脚本运行异常时，通过弹窗提示。

输入参数

msg：string类型，弹窗内容

返回值

无

应用示例：通信数据收发控制

本章节以“通过脚本控制通信数据收发”为例，介绍*脚本*模块如何在方案中应用，以及方案最终实现效果。本节内容包含：

- *方案需求*
- *方案思路*
- *方案搭建*
  - *步骤1：配置TCP客户端*
  - *步骤2：搭建流程*
  - *步骤3：开发脚本代码*
  - *步骤4：配置全局触发*
- *方案效果测试*

方案需求

假设某视觉业务场景需要满足如下需求：

表14-76 方案需求

需求	描述
需求1	VM3D接收到TCP客户端发送的任意字符串（string）型数据时，触发VM3D执行流程。
需求2	流程执行完成时，VM3D输出int、float、string、IMAGE、byte和ROIBOX这6种类型的数据。
需求3	需求2中提及的各类型数据，需输出回至TCP客户端。

方案思路

思路框架

基于上述需求，方案搭建的思路框架如下：

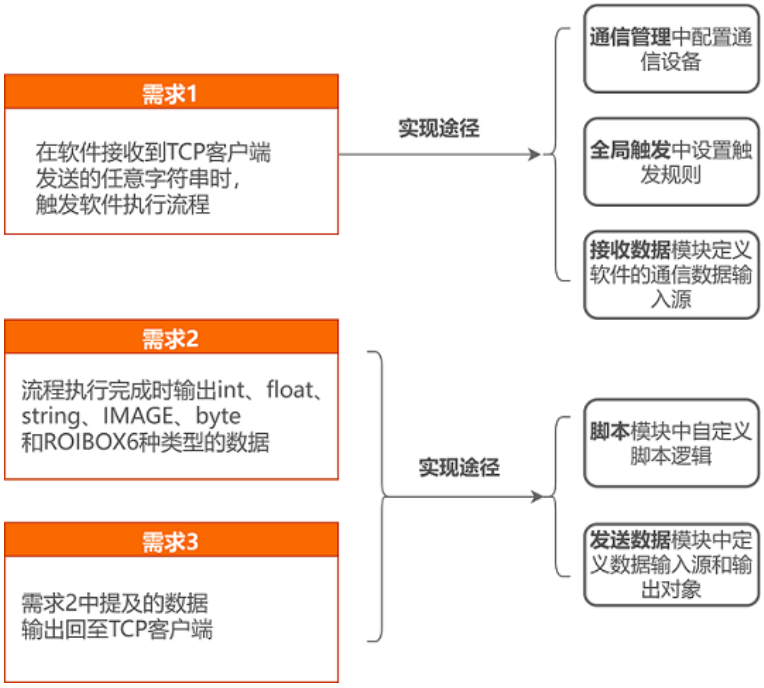


图14-684 方案思路框架

思路详解

- 针对**需求1**：
  - 可在VM3D的*通信管理*中将TCP客户端作为通信设备启用，并在流程中调用*接收数据*模块，接收TCP客户端发送的数据。
  - 可将*全局触发*的触发模式设置为**字符串触发**，且将**匹配模式**设置为**不匹配**。**不匹配**表示VM3D不对接收到的字符串进行匹配，默认接收到字符串就触发执行流程。
- 针对**需求2**和**需求3**：
  - 可在流程中调用*脚本*模块，并自行开发脚本逻辑，定义上述6种类型数据的收发。
  - 可将*发送数据*模块作为脚本模块的后置模块，用于接收*脚本*模块输出的数据。
  - 可将*发送数据*模块的输出对象配置为TCP客户端，并定义具体输出的数据。

方案搭建

基于上述方案思路，可按以下四大步骤搭建该方案。

步骤1：配置TCP客户端

为实现接收TCP客户端发送的数据，需在VM3D中启用TCP客户端并完成其IP地址和端口号等配置。

前提条件

已启用TCP客户端。

说明

本示例中假设目标TCP客户端的IP地址为*127.0.0.1*，端口号为*7920*。

操作步骤

1. 在软件主界面单击快捷工具条上的 打开*通信管理*窗口。
   1) 在主界面单击快捷工具条上的 打开*通信管理*窗口。
   2) 配置TCP的IP地址和端口号，并开启*数据上传*和*自动重连*，同时确保设备列表中的*TCP客户端*已开启。
2. 配置TCP的IP地址和端口号，并开启*数据上传*和*自动重连*，同时确保设备列表中的*TCP客户端*已开启。

目标IP

TCP客户端的IP地址。

目标端口

TCP客户端的端口号。

数据上传

开启后，VM3D软件界面上的数据会根据通信模块接收的数据实时更新。

自动重连

开启后，VM3D与TCP客户端断开连接时将自动重连。

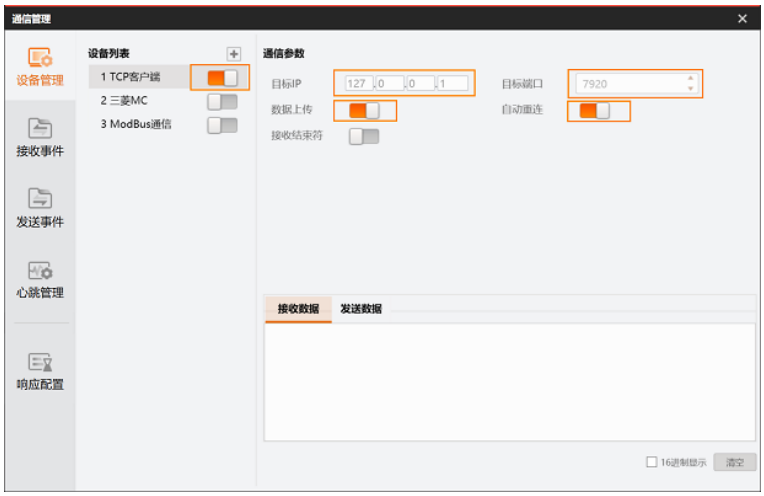


图14-685 TCP客户端通信配置

步骤2：搭建流程

操作步骤

1. 将*接收数据*模块作为流程的首个模块，并配置该模块的如下参数。

   该模块用于接收TCP客户端发送的数据。

   数据源

   选择**通信设备**（如下图所示）。

   通信设备

   选择TCP客户端（如下图所示）。

图14-686 接收TCP客户端数据的配置

2. 在*接收数据*模块后调用*图像源*模块，并完成该模块**图像源**参数的配置。
3. 在*图像源*模块后，按需调用多个模块。

   此处调用的多个模块，可任意搭配。整体可输出int、float、string、IMAGE、byte和ROIBOX这6种类型数据的模块即可。

4. 调用*脚本*模块，并完成如下配置。

   *脚本*模块在流程中的作用为，接收流程上游的特定数据，并控制最终输出的数据。

   1) 定义*脚本*模块的输入变量（如下图所示）。
   2) 定义*脚本*模块的输出变量（如下图所示）。

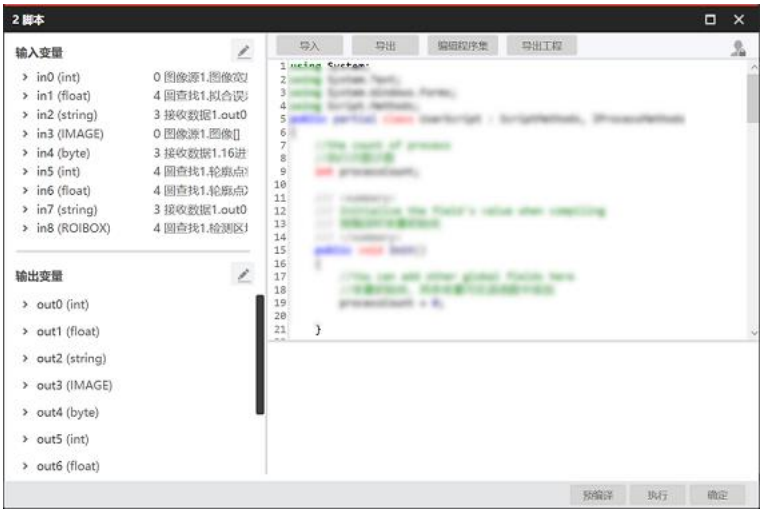


图14-687 脚本输出输出配置

5. 调用*发送数据*模块，并对该模块做如下配置。

   1) 将输出目标设置为TCP客户端。

图14-688 设置输出目标

   2) 将该模块发送的数据设置为*脚本*模块输出的int、float、string、IMAGE、byte和ROIBOX这6种类型的数据，并可启用数据的分隔符。

图14-689 配置输出数据

结果说明

至此，流程搭建完成。

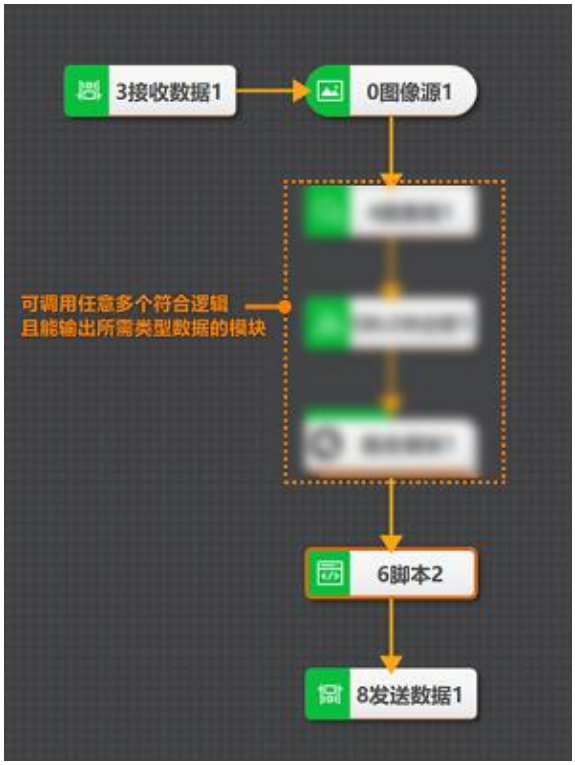


图14-690 流程搭建结果

步骤3：开发脚本代码

前提条件

已在流程中调用*脚本*模块，且已在该模块定义其输入/输出变量。

操作步骤

1. 双击*脚本*模块打开脚本配置窗口。

2. 在该窗口的C#编程区调用*Init*方法，在该方法中实现变量初始化。
3. 调用*Process*方法，并在该方法中调用如下获取和输出数据的方法，完成对各类型变量输入和变量值的定义。

表14-77 获取/输出数据的方法

获取数据	输出数据
• *GetIntValue* • *GetFloatValue* • *GetStringValue* • *GetBytesValue* • *GetIMAGEValue* • *GetRoiboxValue*	• *SetIntValue* • *SetFloatValue* • *SetStringValue* • *SetBytesValue* • *SetImageValue* • *SetRoiboxValue*

以其中的GetIntValue和SetIntValue方法为例，上述方法的调用形式如下：

```
 //1.int数据测试
int na = 0, ncount = 0;
GetIntValue("in0", ref na);
SetIntValue("out0", na);
```

该示例中的 in0和 out0，即*脚本*模块输入/输出变量中所配置的int0和out0，如下图所示。

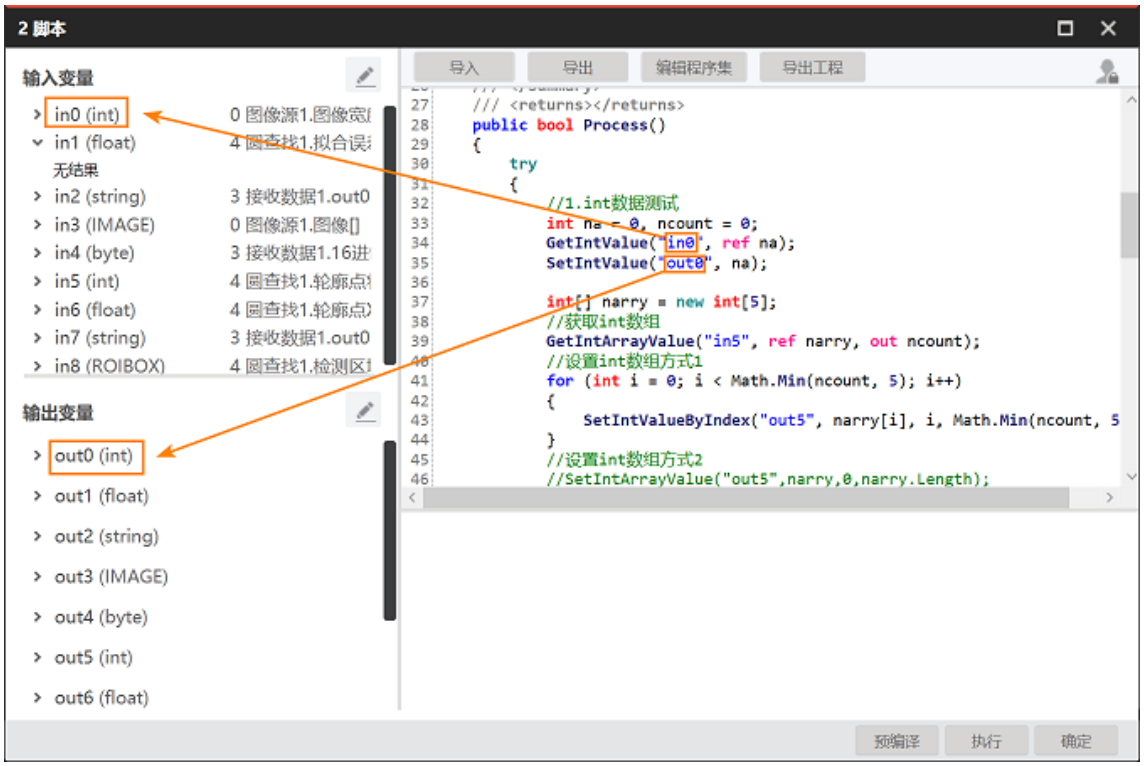


图14-691 脚本输入/输出变量中的int0和out0

4. 调用*ShowMessageBox*方法，实现在脚本代码运行异常时弹窗提示。

示例

以上步骤的示例代码如下：

```
 using System;
```

```
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using Script.Methods;
public partial class UserScript : ScriptMethods, IProcessMethods
{
    //the count of process
    //执行次数计数
    int processCount;

    /// <summary>
    /// Initialize the field's value when compiling
    ///  预编译时变量初始化
    /// </summary>
    public void Init()
    {
        //You can add other global fields here
        //变量初始化，其余变量可在该函数中添加
        processCount = 0;

    }

    /// <summary>
    /// Enter the process function when running code once
    ///  流程执行一次进入Process函数
    /// </summary>
    /// <returns></returns>
    public bool Process()
    {
        try
        {
            //1.int数据测试
            int na = 0, ncount = 0;
            GetIntValue("in0", ref na);
            SetIntValue("out0", na);

            int[] narry = new int[5];
            //获取int数组
            GetIntArrayValue("in5", ref narry, out ncount);
            //设置int数组方式1
            for (int i = 0; i < Math.Min(ncount, 5); i++)
            {
                SetIntValueByIndex("out5", narry[i], i, Math.Min(ncount, 5));
            }
            //设置int数组方式2
            //SetIntArrayValue("out5",narry,0,narry.Length);

            //2.float数据测试
            float fa = 0;
            int fcount = 0;
            GetFloatValue("in1", ref fa);
```

```
SetFloatValue("out1", fa);

float[] farry = new float[5];
//获取float数组
GetFloatArrayValue("in6", ref farry, out fcount);
//设置float数组方式1
for (int i = 0; i < Math.Min(fcount, 5); i++)
{
    SetFloatValueByIndex("out6", farry[i], i, Math.Min(fcount, 5));
}
//设置float数组方式2
//SetFloatArrayValue("out6",farry,0,farry.Length);


//3.string数据测试
string stra = ""; int strcount = 0;
GetStringValue("in2", ref stra);
SetStringValue("out2", stra);

string[] strarry = new string[5];
//获取string数组
GetStringArrayValue("in7", ref strarry, out strcount);
//设置string数组方式1
for (int i = 0; i < Math.Min(strcount, 5); i++)
{
    SetStringValueByIndex("out7", strarry[i], i, Math.Min(strcount, 5));
}
//设置string数组方式2
//SetStringArrayValue("out7",strarry,0,strarry.Length);

//6.设置/获取16进制数据
byte[] tempBytes = new byte[] { };
GetBytesValue("in4", ref tempBytes);
SetBytesValue("out4", tempBytes);

//7.设置/获取图像数据
ImageData imagedata = new ImageData();
int n1 = GetImageValue("in3", ref imagedata);
int n = SetImageValue("out3", imagedata);

//8.获取roibox数据
RoiboxData roibox = new RoiboxData();
GetRoiboxValue("in8", ref roibox);
SetRoiboxValue("out8",roibox);
//获取roi数组
RoiboxData[] roiboxArray = new RoiboxData[100];
int boxcount = 0;
GetRoiBoxArrayValue("in8", ref roiboxArray, out boxcount);
SetRoiBoxArrayValue("out9", roiboxArray, 0, boxcount);
```

```
            }
            catch (Exception ex)
            {
                ShowMessageBox(ex.ToString());
            }
            return true;
        }
}
```

步骤4：配置全局触发

为了实现在VM3D接收到TCP客户端发送的字符串时触发流程执行，需配置全局触发。全局触发是VM3D的配置工具，用于配置针对方案的全局触发规则。

前提条件

已完成流程搭建。

操作步骤

1. 在软件主界面的快捷工具条单击 ，打开*全局触发*窗口。
2. 选择*字符串触发*页签，并单击添加字符串触发规则，完成规则配置。

匹配模式

设置为**不匹配**。**不匹配**表示VM3D不对接收到的字符串进行匹配，默认接收到字符串就触发执行流程。

触发命令类型

设置为**执行流程**，即在符合该触发规则时触发流程的执行。

触发配置

选择已搭建的流程。

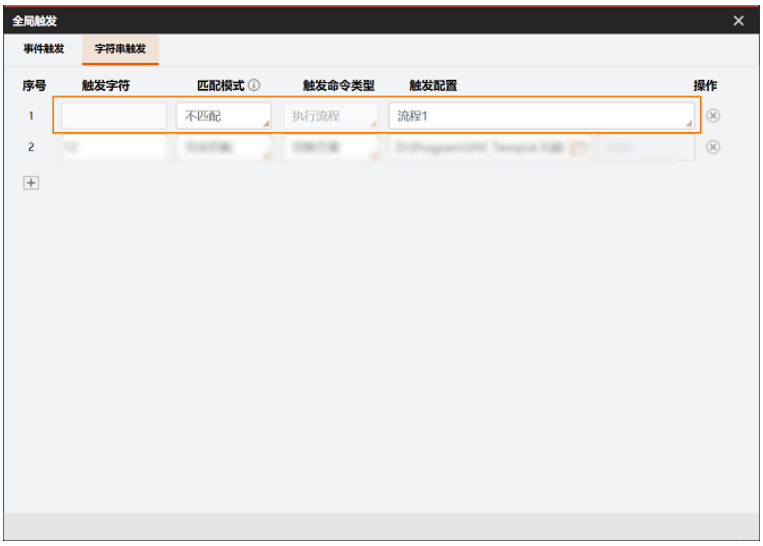


图14-692 字符串触发配置

至此，方案已搭建完成。

方案效果测试

完成方案搭建后，可使用市面上的网络调试工具对方案效果进行测试。

从以下两张截图可见，VM3D的流程最终输出的int、float、string、IMAGE、byte和ROIBOX这6种类型的数据，发送到了TCP客户端。该方案最终实现了业务需求：“VM3D接收到TCP客户端发送的任意字符串时，触发流程执行，并将流程输出的6中类型的数据发送至TCP客户端”。

图14-693 流程最终发出的数据

```
[2023-09-04 18:18:52.098]# Client 127.0.0.1:56352
gets online.

[2023-09-04 18:41:35.198]# SEND ASCII TO ALL>
200

[2023-09-04 18:41:35.281]# RECV ASCII FROM 127.0.0.1
:56352>
2592_2.5776_17301505_1_1385.41_200_800_0
```

图14-694 TCP客户端的数据收发（截取自某网络调试工具）

14.21.10 Group

在复杂方案中，模块过多可能导致查看或修改方案时不够直观，此时可使用Group进行模块整合，同时Group也兼容循环的功能。

使用方法

对于Group模块，通过双击“组合模块”即可进入Group内部，此时会单独弹出一个组合模块的流程窗口。

在该窗口界面中，可以直接拖动相关模块进行连接，搭建完成后单击可返回至组合模块外面。

图14-714 Group示例

Group模块多用于“多目标检测场景”、“多目标精定位”等场景。前序模块一般搭配特征匹配、位置修正、Blob分析等定位模块输入定位信息，Group模块内部一般搭配数据集合、点集、图形收集等模块进行数据汇总，后序模块选择较为广泛，可搭配逻辑模块、运算模块等。

对于Group模块，右键单击选择*添加到自定义工具*，该组合模块会自动添加至左侧工具箱中的自定义组工具中呈现，便于快速拖动使用。

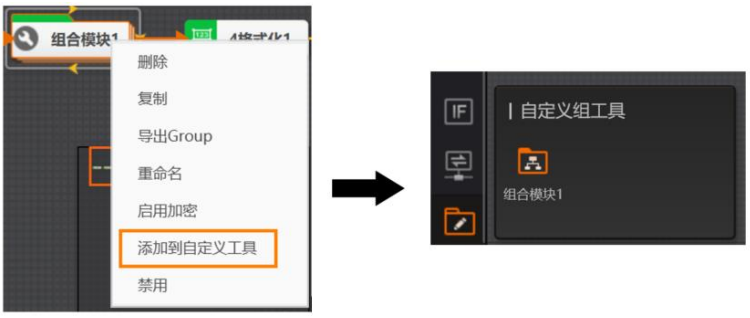


图14-715 添加到自定义工具

参数配置

单击组合模块左侧的可进行输入设置、输出设置、运行参数、显示设置以及循环设置，如下图所示。其中，输入设置、输出设置、运行参数和显示设置与流程配置功能基本一致，仅针对的对象有所差别，此处不再赘述，具体请见*流程配置*章节。

说明

Group的结果显示只有当输出设置完成时才会输出“模块状态:1”。若输出设置部分没有配置完成，即使Group里的模块运行状态均为1，也会显示模块状态为0，同时历史结果中只显示模块输出设置的数据类型，未配置的数据类型不会输出。

循环设置为Group特有功能，可设置Group所包含模块循环执行。在进行循环设置前，需在Group内部完

成相关功能模块的搭建，并完成输入/输出等设置。

说明

Group循环最多可以显示40次渲染结果。

循环使能

使用循环功能时，需先开启**循环使能**，并完成相关参数的设置。

循环起始值

自定义循环计数起始值，一般设置为0。

循环结束值

需订阅相关参数值，循环结束值与循环起始值之差即为循环次数。

循环间隔(ms)

单次循环的间隔时间。

中断循环

开启后，需完成相关参数设置。当满足条件时，Group内循环终止。

数据类型

选择中断循环的数据类型。

源比较值

可自定义或绑定源比较值。

目的比较值

目的比较值和源比较值之间进行比对，满足条件时即达到循环中断要求。

模块结果

*Group*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

14.21.11 点集

点集工具可以将其他模块输出的相关数据组合为点的集合，便于后续模块获取及传输。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

点集模块支持点或者坐标输入，可开启循环使能放入循环模块使用，搭配Group模块做点的汇集。后续模块可搭配图形拟合工具，通过点集输出一组特征点，图形拟合根据其拟合直线、圆、椭圆等形状。

该示例通过输入两个圆查找模块的圆心点，再通过点集模块输出两个圆心点的集合。

图14-716 点集示例

参数配置

点输入

选择**按点**或者**按坐标**输入其他模块的点数据，比如圆心点、顶点。

循环使能

开启后，会将每次循环得到的点集添加到输出点集中。

模块结果

*点集*模块的模块结果具体如下：

点集

点X

float型，代表点集X坐标。

点Y

float型，代表点集Y坐标。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

14.21.12 耗时统计

耗时模块主要用于统计指定模块耗时总和。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

耗时统计模块常用于“检测节拍”、“验证方案耗时稳定”或“部分模块耗时检测”等场景。

耗时统计模块统计流程中从开始模块到结束模块之间的工具耗时，流程离开结束模块的时间要晚于流程进入开始模块时的时间，否则无法进行耗时统计，并且开始模块和结束模块的箭头都要指向耗时统计模块，如下图所示。

该示例用于统计从图像源模块到圆查找模块之间的总耗时。

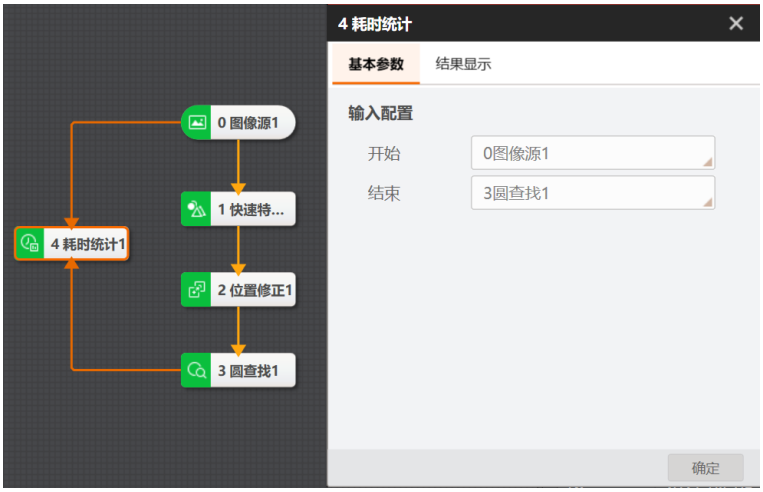


图14-717 耗时统计示例

参数配置

开始

选择开始模块。

结束

选择结束模块。

模块结果

*耗时统计*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

耗时（ms）

float型，代表从开始模块到结束模块的累计耗时。

14.21.13 数据集合

当Group循环内部循环执行，生成多个结果数据时，可通过数据集合模块进行整合输出，通过清空信号设置可控制输出所有循环结果或输出最后一次数据结果。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

数据集合模块一般在Group模块内使用，常应用于Group循环内部数据整合的场景。在循环外部使用格式化模块绑定Group输出，可以输出完整数组。

该示例是当循环内部的快速特征匹配执行多次时，数据集合绑定快速特征匹配的匹配点X，同时将清空信号设置成空，输出结果如下图所示。

图14-718 数据集合示例

参数配置

清空信号

- 空：完整输出循环数据结果，同时在下一次循环开始前清空数据。
- 0：完整输出循环数据结果，但是在下一次循环开始前不进行数据清空。
- 非空非0：输出最后一次循环生成的数据结果。

名称

自定义数据名称，数据要输出时需要在Group输出配置里将其配置成输出数据。

类型

需要整合的数据类型，包括int、float、string类型。

数据源

订阅需要整合的前序模块数据。

模块结果

*数据集合*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

14.21.14 触发模块

触发模块可通过流程ID选择方案中除该模块所在流程以外的其他流程，使得触发模块执行时触发其他流程执行。

使用方法

触发模块多用于节拍紧凑、流程逻辑性较强的应用。

该示例的触发模块处于流程1中，**流程ID**可选择流程1以外的其他流程，如流程2或流程3，如下图所示。在Group模块输出结果时，使用触发模块设置**流程ID**为流程2，则会触发流程2开始运行。

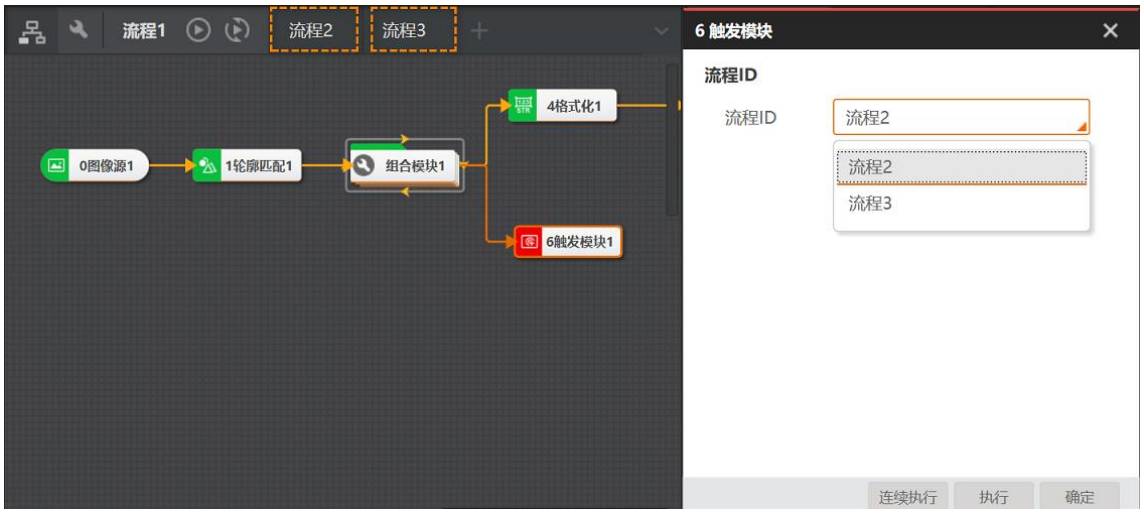


图14-719 触发模块示例

参数配置

流程ID

可选方案中触发模块所在流程之外的其他流程ID。

模块结果

*触发模块*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

14.21.15 图形收集

图形收集模块可根据实际需求订阅其他模块的数据，收集不同类型的图形（如点、直线、矩形框、扇环形和文本），并综合显示在图像上。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

图形收集模块多用于界面效果显示以及输出渲染图像等。

该模块无固定搭配模块，可以在Group中使用图形收集模块。

说明

当图形收集模块放在Group模块中使用时，若Group模块设置循环，该模块可将每次循环收集的图形叠加显示。

图14-720 图形收集示例

该示例使用Group模块做间距测量，条件检测模块中将满足需求判为OK且渲染信息为绿色，将不满足判为NG且渲染信息为红色，在Group中使用图形收集将匹配框、条件检测结果状态及间距值按照对应颜色显示在图像上，最后在Group外使用输出图像模块进行渲染图像输出。

参数配置

点击+可添加一个需显示的图形。每个图形通过以下参数完成设置。

参数名称

选择图像类型后会显示对应名称，若图形类型重复添加，则会在名称上加后缀作以区分，如矩形框0。此外，也可手动修改参数名称。

类型

选择图形类型并点击➕后，会自动生成，不可修改。

关联关系

订阅对应图形区域，选择*按区域*时需订阅**区域**和**目标状态**，选择*按参数*时需订阅图形相关参数信息。

说明

- 支持通过订阅脚本模块输出自定义图形，图形数据通过脚本实现。
- 若设置的图形订阅的**目标状态**为空或未订阅时，直接输出订阅的**区域**。

模块结果

*图形收集*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

14.22 3D逻辑工具

“3D逻辑工具”类别下的模块，可用于对3D图像进行ROI批量导入、3D点集合并、数据统计等操作。

14.22.1 ROI导入

通过ROI导入模块，可基于外部CSV文件，一次性导入多个ROI。

本节内容包含：

- *应用场景*
- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

应用场景

ROI导入模块，适用于需要绘制较多ROI的场景。例如，测量某复杂工件时，需检测该工件的上百个部位。

通过该模块，可一次性批量导入ROI， 免去逐个绘制ROI的不便。

使用方法

- 前提条件：
  已在流程中配置**3D图像源**，并已将**ROI导入**加入流程。
- 操作步骤：
  - 通过下文参数配置中的**图像输入**，将深度图配置为**ROI导入**的图像源。
  - 通过下文参数配置中的**原点输入**，指定参照物理坐标系的原点（例如指定工件的左上角为原

点）。
- 通过下文参数配置中的**外部输入**，加载外部CSV文件。
- 执行该模块。

参数配置

该模块的参数需进行以下配置。

- 基本参数

图像输入

输入源

默认为**3D图像源**模块中配置的**图像源**，仅支持**深度图**。

原点输入

指定原点

按点数据或坐标指定参照物理坐标系的原点。

按点

按点数据指定原点。

指定原点

指定点数据，将其订阅为原点。

旋转角

图像中的部件，如需矫正为下图所示的正准摆放，需旋转的角度（顺时针为正，逆时针为负）。

按坐标

按点的x/y轴坐标指定原点。

原点X/Y

原点的x/y轴坐标。

旋转角

图像中的部件，如需矫正为下图所示的正准摆放，需旋转的角度（顺时针为正，逆时针为负）。

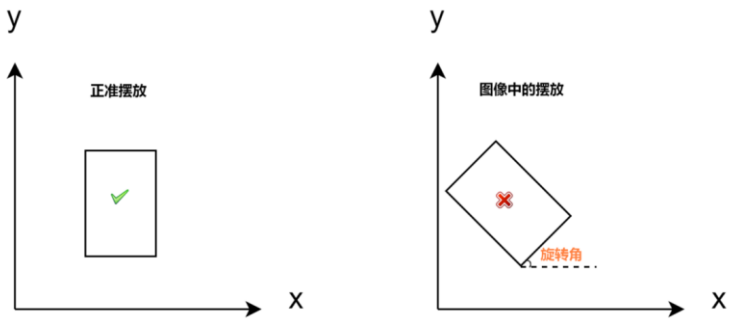


图14-721 旋转角图示

外部输入

CSV文件

从本地导入CSV文件。CSV文件可通过CAD工具导出，也可通过其他方式生成或手动录入，此处不一而足。

目前该模块对导入的CSV文件存在如下限制：

- CSV文件内的A~G列，必需依次包含：
  - 被测点的名称
  - 被测点x轴方向距离原点的距离（单位：mm）
  - 被测点y轴方向距离原点的距离（单位：mm）
  - 被测点对应的ROI的宽（单位：mm）
  - 被测点对应的ROI的高（单位：mm）
  - 被测点对应ROI的旋转角度（被测点ROI的旋转，在部件按照上文提及的**旋转角**旋转后进行，顺时针为正，逆时针为负）
- CSV文件里的坐标，必需与上文提及的**原点输入**中指定的原点为同一个原点。
- CSV文件内最多可包含2,048行信息。

- 结果显示

导入ROI后，可在**结果显示**页签单击*ROI结果*区域的，查看导入的ROI在图像上的展示效果，示例如下。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	A01	0	0	2	2	0	0	
2	A02	0.1	0.1	2	2	10	0	
3	A03	0.2	0.2	2	2	20	0	
4	A04好	0.3	0.3	2	2	30	0	
5	A05	0.4	0.4	2	2	40	0	
6	A06	0.5	0.5	2	2	50	0	
7	A07	0.6	0.6	2	2	60	0	
8	A08	0.7	0.7	2	2	70	0	
9	A09	0.8	0.8	2	2	80	0	
10	A10	0.9	0.9	2	2	90	0	
11	A11	1	1	2	2	100	0	
12	A12	1.1	1.1	2	2	110	0	
13	A13	1.2	1.2	2	2	120	0	
14	A14	1.3	1.3	2	2	130	0	
15	A15	1.4	1.4	2	2	140	0	
16	A16	1.5	1.5	2	2	150	0	
17	A17	1.6	1.6	2	2	160	0	
18	A18	1.7	1.7	2	2	170	0	
19	A19	1.8	1.8	2	2	180	0	
20	A20	1.9	1.9	2	2	190	0	
21								

图14-722 ROI输入文件

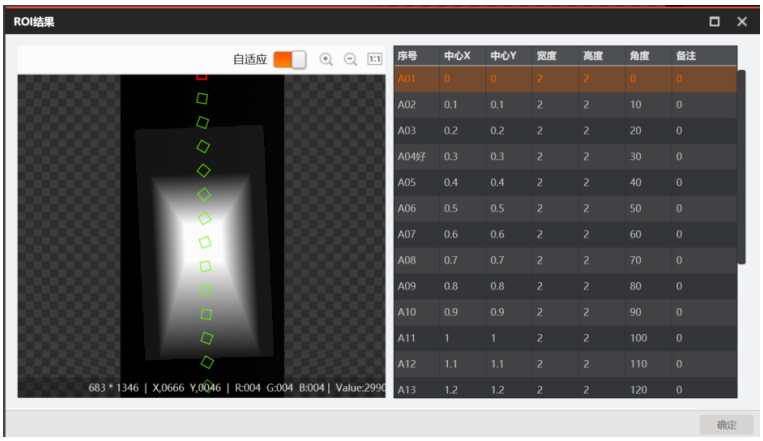


图14-723 ROI结果显示

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

点位名称

string型，被测点的名称。

点位备注

string型，被测点的备注信息。

点位个数

int型，被测点的个数。

物理ROI

物理中心点

物理中心x

float型，被测点x轴方向距离原点的距离（单位：mm）。

物理中心y

float型，被测点y轴方向距离原点的距离（单位：mm）。

物理宽度

float型，被测点对应的ROI的宽度（单位：mm）。

物理高度

float型，被测点对应的ROI的高度（单位：mm）。

旋转角

float型，被测点对应ROI的旋转角度。

像素ROI

像素中心点

像素中心x

float型，被测点x轴方向距离原点的像素点数。

像素中心y

float型，被测点y轴方向距离原点的像素点数。

像素宽度

float型，被测点对应的ROI宽度的像素点数。

像素高度

float型，被测点对应的ROI高度的像素点数

旋转角

float型，被测点对应ROI的旋转角度。

14.22.2 3D点集

点集模块可存放前序模块输出的多个3D点的数据，运行之后输出每个点的数据，如下图所示。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

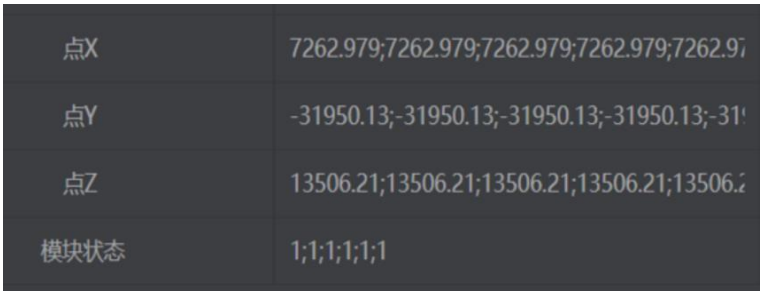


图14-724 3D点集结果示例

使用方法

*3D点集*模块之前需连接能够输出3D点数据的前序模块，如*统计测量*模块。该模块通过**按点**或**按坐标**订阅的方式从前序模块中获取3D点数据。

参数配置

3D点集模块包含如下参数：

点输入

至少输入一个点数据，可选择按点或者按坐标继续添加。

循环使能

可在循环模块中使用时开启，用于循环存放点数据。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

点集

POINT3D型，3D点集。

点X

float型，各个点数据的X坐标。

点Y

float型，各个点数据的Y坐标。

点Z

float型，各个点数据的Z坐标。

14.22.3 数据统计

数据统计模块可通过折线图呈现数据变化，还可统计模块信息和数据信息。

本节内容包含：

- *参数配置*
- *模块结果*

图14-725 数据统计执行效果

参数配置

基本参数处可设置需要统计的模块及数据信息，可自行添加多个。其中数据信息可选择对应的数据类型

并自定义命名，还可通过勾选使该数据呈现在折线图中。

运行参数处可设置**统计周期**，即最大统计次数。

图14-726 数据统计运行参数

点击参数配置窗口右下角的***重置统计***，可重新开始一轮统计周期，即从上一轮统计的结束图像的下一张开始，进行新一轮统计。

模块结果

该模块各输出结果的数据类型及定义详情如下。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

模块个数

int型，被统计模块的个数。

模块耗时最大值（ms）

float型，模块运行耗费的最长时间（单位：ms）。

模块耗时最小值（ms）

float型，模块运行耗费的最短时间（单位：ms）。

模块耗时平均值（ms）

float型，模块运行耗费的平均时间（单位：ms）。

模块运行OK次数

int型，模块状态为OK的次数。

模块运行NG次数

int型，模块状态为NG的次数。

值个数

int型，自定义统计项的个数。

统计最大值

float型，自定义统计项的最大值。

统计最小值

float型，自定义统计项的最小值。

统计极差

float型，自定义统计项的极差。

统计平均值

float型，自定义统计项的平均值。

统计方差

float型，自定义统计项的方差。

统计标准差

float型，自定义统计项的标准差。

14.23 通信

“通信”分类下的模块主要实现VM3D与外部设备（例如通信设备、相机等）通讯的功能。

14.23.1 接收数据

接收数据模块主要用于获取外部通信设备、全局变量和数据队列的数据，并将这部分数据在流程中使用。当需要从外部上位机获取数据到流程内部时，需使用该模块。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

该模块一般与*协议解析*模块配合使用。协议解析模块作为后序模块，对该模块接收到的数据根据对应的

解析规则转换为最终需要的数据。

说明

该模块接收的数据一般为PLC设备发送的16进制组装结果。

参数配置

此处仅对该模块的基本参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

数据源

可选数据队列、通信设备和全局变量3种。选择不同的数据源，设置有所差别。

数据队列

可从*数据队列*的参数队列中获取数据。

数据队列

可选择方案中已创建的数据队列。

获取行数

可设置模块执行一次时，从数据队列中获取几行数据。

输入数据

设置从数据队列中获取的数据，可新增多个。点击后，自定义**名称**，**数据**从当前选择的数据队列中选择需要接收的队列即可。

通信设备

可从选择的*通信设备*中获取数据。

通信设备

可选择方案中已添加的通信设备。

输入数据

选择不同的设备，参数设置有所差别。但都只能接收一个数据。

- 通信设备选择PLC设备时，自定义**名称**，**数据**从当前选择的通信设备中选择有效地址即可；
- 通信设备选择非PLC设备时，自定义名称即可。

说明

TCP客户端、TCP服务端、UDP和串口属于非PLC设备，其余都属于PLC设备。

全局变量

可从选择的*全局变量*中获取数据。

点击后，自定义**名称**，**数据**从方案的全局变量中选择需要接收的变量即可。可新增多个。

模块结果

*接收数据*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

16进制组装结果

hex型，表示接收的数据转换为16进制后的结果。

14.23.2 发送数据

发送数据模块主要用于将流程中组装的数据发送给数据队列、外部通信设备、全局变量和视觉控制器。当需要将流程中数据发送给外部通信设备或控制视觉控制器的IO输出时，需使用该模块。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

该模块用于给外部通信设备等发送数据时，一般与*协议组装*模块配合使用。协议组装模块作为前序模块，对流程中需要输出的数据按照需求进行组装。

该模块用于控制视觉控制器的IO输出时，一般与*条件检测*模块配合使用。条件检测模块作为前序模块，对设置的条件判断是OK还是NG，并将OK或NG作为结果输出。

参数配置

此处仅对该模块的基本参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

输出至

可选数据队列、通信设备、全局变量、视觉控制器和的发送时间这5种。选择输出到不同的设备，设置有所差别。

数据队列

可将订阅的数据发送给*数据队列*的参数队列。

数据队列

可选择方案中已创建的数据队列。

输出数据

设置发送给数据队列的数据，可新增多个。点击⊞后，选择**选择队列**，**选择数据**订阅前序模块的模块结果即可。

说明

选择数据只能订阅和**选择队列**同一类型的数据。

通信设备

选择时，可将订阅的数据发送给外部*通信设备*。

通信设备

可选择方案中已添加的通信设备。

输出数据

选择不同的设备，参数设置有所差别。

通信设备选择PLC设备（即除TCP客户端、TCP服务端、UDP和串口的设备）

输出数据处先选择寄存器地址，并订阅需输出的数据。点击⊞可添加多条数据。

通信设备选择非PLC设备（即TCP客户端、TCP服务端、UDP和串口设备）

输出数据处除订阅发送数据外，还可设置其他参数。

16进制发送

启用该功能时，数据以16进制格式发送；未启用时，以ASCII字符格式发送。

说明

此处的设置需与TCP服务端的接收设置保持一致，

结束符

启用该功能后，需选择具体的结束符，可选\r（回车）、\n（换行）、\r\n（回车换行）。每次发送的数据以选择的结束符收尾。

分隔符

启用该功能后，需设置具体的分隔符，可下拉选择或自定义输入分隔符。各发送数据间使用分隔符隔开。

说明

启用**16进制发送**参数时，无需设置该参数。

发送数据*

可自定义或订阅需输出的数据。点击⊞可添加多条数据。

全局变量

可将订阅的数据发送给*全局变量*。

点击⊞后，**选择变量**处选择需接收数据的全局变量，**选择数据**订阅前序模块的模块结果即可。可新增多个。

说明

选择数据只能订阅和**选择变量**同一类型的数据。

视觉控制器

选择*视觉控制器*时，可根据**IO*输出条件**订阅的字符串信息（一般为OK或NG）结合控制器管理中**输出类型**的设置，决定OK还是NG时IO输出信号进行电平反转。

视觉控制器

可选择方案中已添加的IO相关的控制器。点击参数右侧的 可打开控制器管理进行相关操作。

控制器型号

根据实际情况选择对应型号，可选VB2000、VC4000、VC3000、VC2000和GPIO。

说明

- 其中VC3000表示VC3000系列视觉控制器的IO扩展模块，GPIO表示VC3000系列视觉控制器的自带IO。
- 不同型号控制器的IO输出数量有所差别，请根据实际情况选择**视觉控制器**和**控制器型号**。

IO*输出条件

可订阅string类型结果，推荐订阅结果内容时OK或NG的模块结果。

说明

若订阅的字符串内容不是OK或NG，或未满足设置的条件时，IO输出的电平信号不发生变化。

发送事件

可将订阅的数据通过*配置发送事件*发送给外部通信设备。

发送事件

可选择方案中已添加的发送事件。

输出数据

对加载的当前发送事件中的参数订阅数据源，可订阅前序模块的模块结果或全局变量。

模块结果

*发送数据*模块的模块结果具体如下：

发送数据

hex型，代表通过模块发送给的16进制数据。

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

14.23.3 相机IO通信

相机IO通信模块主要用于根据设定的**输出类型**，结合订阅数据时OK还是NG判断是否输出IO信号，进行电平反转。当需要VM3D根据判断结果控制相机输出信号时，可使用该模块。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

该模块一般与*条件检测*模块配合使用。条件检测模块作为前序模块，校验判断条件后输出OK或NG的结果。该模块作为后续模块，根据订阅的结果判断是否符合条件。若符合，则IO输出信号输出电平反转信号。

参数配置

此处仅对该模块的基本参数进行介绍，结果显示各模块大同小异，此处不再赘述，具体参见*结果显示*。

IO*输出条件

可订阅或自定义相机每个IO输出信号的输出条件。一般订阅OK或NG的字符信息，例如条件检测模块的结果。自定义输入时，仅支持输入OK或NG。

说明

选择不同的**相机类型**，可设置的IO输出信号数量有所差异。普通相机（即标准面阵相机）支持2个IO输出信号，线阵相机支持4个IO输出信号，智能相机支持3个IO输出信号。

关联相机

可选择方案中已添加的全局相机。点击参数右侧的可打开*相机管理*进行相关操作。

说明

仅支持选择相机管理中的*全局相机*。

相机类型

可设置关联相机的类型，可选普通相机（即标准面阵相机）、线阵相机和智能相机。选择普通相机或线阵相机时，还需设置持续时间相关参数。

说明

智能相机仅适用于将VM3D安装在X86智能相机和X86开放平台设备中并使用的情况。

持续时间使能

启用该功能后，还需设置**持续时间**参数，单位为ms。用于控制IO输出信号的电平持续时长。若未启用该功能，则直接进行电平反转，知道下次满足条件再反转回来。

输出类型

可设置IO输出信号的条件，可选OK时输出或NG时输出。

模块结果

*相机IO通信*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

结果（STRING）

string型，所有条件项结果都为OK则为OK，否则为NG。

14.23.4 协议解析

协议解析模块主要用于将订阅的数据按照规则分割成需要的数据。当需要对PLC等通信设备发送的数据或其他数据进行拆分时，可使用该模块。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

该模块一般与*接收数据*模块配合使用。接收数据模块作为前序模块，用于从通信设备接收数据。

参数配置

方式选择

模块支持多种解析方式，可选文本解析、脚本解析和字节解析。

文本解析

根据**输出列表**制定的规则以及**分隔符**进行解析。都满足时，方可正常解析并输出结果；否则，模块解析失败，不输出结果。

解析内容

订阅需解析的数据，可以自定义输入需解析的数据。

分隔符

设置解析内容中各个数据间的分隔符，可下拉选择也可自定义修改。

输出列表

设置需解析的数据，可新增多个。点击后，自定义**名称**，**类型**（支持int、float和string）根据需求选择即可。

脚本解析

可根据python脚本中设置的规则对16进制数据、字符串进行解析。解析后，均以字符串方式输出。

解析内容

订阅需解析的数据，可以自定义输入需解析的数据。

路径选择

点击选择需加载的脚本文件。
VM3D安装后自带该模块的脚本示例Receive.py，可到软件安装路径下获取。具体路径为：..\VisionMaster4.3.0\Applications\Module(sp)\x64\Communication\DataAnalysisModule。

说明

- 示例脚本仅供参考，可根据需求自行修改或全新开发。
- 此处使用的脚本为通信相关脚本，使用python开发。与VM3D中的全局脚本、脚本模块存在差别，不可混用。

输出列表

显示脚本文件中的参数名称及类型。
由 getOutputParam()函数定义，仅支持string、int、float三种类型。

说明

模块结果中参数的内容由 handleMessage(info)处理。

字节解析

可对16进制数据、字符串根据设置的规则进行解析。解析后，输出的数据类型以**ASCII数据**参数的设置为准。

解析内容

订阅需解析的数据，可以自定义输入需解析的数据。

ASCII数据

未开启该功能时，以16进制方式进行解析；开启时，以ASCII字符方式进行解析。

输出列表

点击⊞可添加一个参数，每个参数需根据需求进行设置。支持添加多个参数。

名称

解析后数据的名称，默认为out*，可自定义修改。

类型

可设置此条解析数据的类型，可选int、float和string。

起止位置

选择需解析字节的起始和终止位。第一位为起始位，第二位为终止位。模块对选择的起始和终止位间的数据（包含起始和终止位）进行解析。

顺序

可设置数据解析后的排列顺序，可选ABCD、BADC、DCBA、CDAB。

模块结果

*协议解析*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

14.23.5 协议组装

协议组装模块主要用于将订阅的数据按照设置的规则进行数据组装，输出string数据供后续模块使用。

本节内容包含：

- *使用方法*
- *参数配置*
- *模块结果*

使用方法

该模块一般与*发送数据*模块配合使用。该模块作为前序模块，将需要输出的数据进行组装，供发送数据模块订阅并发送给其他设备或数据队列、全局变量等。

参数配置

方式选择

模块支持两种组装方式，分别为文本组装和脚本组装。

文本组装

根据**分隔符**将**组装列表**的数据按顺序进行组装。

分隔符

可设置组装列表各个数据之间的分隔符，可下拉选择也可自定义修改。

脚本组装

根据python脚本中设置的规则将**组装列表**的数据按顺序进行组装。组装规则由packMessage(info)函数定义。组装后的数据以16进制数据的方式输出。

路径选择

点击选择需加载的脚本文件。
VM3D安装后自带该模块的脚本示例Send.py，可到软件安装路径下获取。具体路径为：..\VisionMaster4.3.0\Applications\Module(sp)\x64\Communication\DataAssembleModule。

说明

- 示例脚本仅供参考，可根据需求自行修改或全新开发。
- 此处使用的脚本为通信相关脚本，使用python开发。与VM3D中的全局脚本、脚本模块存在差别，不可混用。

组装列表

点击后添加需组装的数据，可添加多条数据。每条数据自定义或订阅需组装的数据即可。

模块结果

*协议组装*模块的模块结果具体如下：

模块状态

int型，0表示NG，此时模块呈现红色；1表示OK，此时模块呈现绿色。

组装结果

string型，代表组装后的具体数据。

16进制组装结果

hex型，表示接收的数据转换为16进制后的结果。

法律声明

版权所有©杭州海康机器人股份有限公司2024。保留一切权利。

本手册的任何部分，包括文字、图片、图形等均归属于杭州海康机器人股份有限公司或其关联公司（以下简称“海康机器人”）。未经书面许可，任何单位或个人不得以任何方式摘录、复制、翻译、修改本手册的全部或部分。除非另有约定，海康机器人不对本手册提供任何明示或默示的声明或保证。

关于本产品

本手册描述的产品仅供中国大陆地区销售和使用。本产品只能在购买地所在国家或地区享受售后服务及维保方案。

关于本手册

本手册仅作为相关产品的指导说明，可能与实际产品存在差异，请以实物为准。因产品版本升级或其他需要，海康机器人可能对本手册进行更新，如您需要最新版手册，请您登录海康机器人官网查阅（*http://www.hikrobotics.com*）。

海康机器人建议您在专业人员的指导下使用本手册。

商标声明

- **HIKROBOT** 为海康机器人的注册商标。
- 本手册涉及的其他商标由其所有人各自拥有。

责任声明

- 在法律允许的最大范围内，本手册以及所描述的产品（包含其硬件、软件、固件等）均“按照现状”提供，可能存在瑕疵或错误。海康机器人不提供任何形式的明示或默示保证，包括但不限于适销性、质量满意度、适合特定目的等保证；亦不对使用本手册或使用海康机器人产品导致的任何特殊、附带、偶然或间接的损害进行赔偿，包括但不限于商业利润损失、系统故障、数据或文档丢失产生的损失。
- 您知悉互联网的开放性特点，您将产品接入互联网可能存在网络攻击、黑客攻击、病毒感染等风险，海康机器人不对因此造成的产品工作异常、信息泄露等问题承担责任，但海康机器人将及时为您提供产品相关技术支持。
- 使用本产品时，请您严格遵循适用的法律法规，避免侵犯第三方权利，包括但不限于公开权、知识产权、数据权利或其他隐私权。您亦不得将本产品用于大规模杀伤性武器、生化武器、核爆炸或任何不安全的核能利用或侵犯人权的用途。如本手册内容与适用的法律相冲突，则以法律规定为准。

HIKROBOT

让机器更智能，让智能更普惠

扫一扫，欢迎关注

“HIKROBOT”官方微信！

杭州海康机器人股份有限公司

电话：400-989-7998

网站：www.hikrobotics.com