



DobotVisionStudio 算法平台

用户手册

版本: V1.3.2

发布日期: 2019.07.18

深圳市越疆科技有限公司

声明

版权所有 © 越疆科技有限公司2019。保留一切权利。

未经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

免责声明

在法律允许的最大范围内，本手册所描述的产品（含其硬件、软件、固件等）均“按照现状”提供，可能存在瑕疵、错误或故障，越疆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、不侵犯第三方权利等保证；亦不对使用本手册或使用本公司产品导致的任何特殊、附带、偶然或间接的损害进行赔偿。

在使用本产品前详细阅读本使用手册及网上发布的相关技术文档并了解相关信息，确保在充分了解机械臂及其相关知识的前提下使用机械臂。越疆建议您在专业人员的指导下使用本手册。该手册所包含的所有安全方面的信息都不得视为Dobot的保证，即便遵循本手册及相关说明，使用过程中造成的危害或损失依然有可能发生。

本产品的使用者有责任确保遵循相关国家的切实可行的法律法规，确保在越疆机械臂的使用中不存在任何重大危险。

越疆科技有限公司

地址：深圳市南山区同富裕工业城三栋三楼

网址：cn.dobot.cc

目 录

第1章 软件更新说明.....	8
第2章 产品简介.....	8
2.1 功能概述.....	8
2.2 功能特性.....	8
2.3 运行环境.....	8
2.4 软件安装.....	9
第3章 软件界面说明.....	12
3.1 启动引导页面.....	12
3.2 主界面.....	12
3.2.1 菜单栏.....	13
3.2.2 快捷工具条.....	16
3.3 工具.....	21
3.3.1 工具介绍.....	21
3.3.2 工具应用举例.....	22
3.4 多流程.....	26
3.4.1 多流程介绍.....	26
3.4.2 多流程应用举例.....	26
第4章 图像采集.....	31
4.1 概述.....	31
4.2 本地图像.....	31
4.3 相机图像.....	32
4.4 存储图像.....	33
第5章 视觉工具.....	35
5.1 概述.....	35
5.2 定位.....	35
5.2.2 特征匹配.....	36
5.2.3 圆查找.....	41
5.2.4 直线查找.....	44

5.2.5 BLOB 分析	45
5.2.6 卡尺工具.....	47
5.2.7 边缘查找.....	50
5.2.8 间距检测.....	50
5.2.9 位置修正.....	51
5.2.10 矩形检测.....	53
5.2.11 顶点检测.....	54
5.2.12 边缘交点.....	55
5.2.13 平行线查找.....	55
5.3 测量.....	56
5.3.1 线圆测量.....	56
5.3.2 线线测量.....	57
5.3.3 圆圆、点圆、点线、点点测量.....	58
5.3.4 圆拟合与直线拟合.....	58
5.3.5 亮度测量.....	60
5.3.6 像素统计.....	61
5.3.7 直方图工具.....	62
5.3.8 几何创建.....	62
5.4 识别.....	63
5.4.2 二维码识别.....	64
5.4.3 条码识别.....	65
5.4.4 字符识别.....	66
5.4.5 VeriCode 识别	68
5.5 深度学习.....	69
5.5.5 DL 字符定位	81
5.5.6 DL 分类	82
5.5.7 DL 目标检测	83
5.6 N 点标定	84
5.6.2 标定板标定.....	88
5.6.3 标定转换.....	89
5.6.4 单位转换.....	90
5.6.5 畸变标定.....	91

5.6.6 畸变校正.....	92
5.7 对位.....	93
5.7.1 相机映射.....	93
5.7.2 单点对位.....	94
5.7.3 点集对位.....	95
5.7.4 线对位.....	95
5.8 图像处理.....	96
5.8.1 图像组合.....	96
5.8.2 形态学处理.....	97
5.8.3 图像二值化.....	98
5.8.4 图像滤波.....	98
5.8.5 图像增强.....	99
5.8.6 图像运算.....	100
5.8.7 清晰度评估.....	100
5.8.8 图像修正.....	101
5.8.9 阴影校正.....	102
5.8.10 仿射变换.....	102
5.8.11 圆环展开.....	103
5.8.12 拷贝填充.....	105
5.8.13 帧平均.....	106
5.8.14 图像归一化.....	106
5.9 颜色处理.....	107
5.9.1 颜色抽取.....	107
5.9.2 颜色测量.....	108
5.9.3 颜色空间转换.....	108
5.10 缺陷检测.....	109
5.10.1 字符缺陷检测介绍.....	109
5.10.2 字符缺陷检测方法.....	110
5.11 逻辑工具.....	115
5.11.1 条件检测.....	115
5.11.2 分支模块.....	116
5.11.3 分支字符比较.....	117

5.11.4 文本保存.....	118
5.11.5 逻辑.....	119
5.11.6 格式化.....	120
5.11.7 变量计算.....	121
5.11.8 字符比较.....	122
5.11.9 脚本.....	122
5.11.10 循环	129
5.11.11 点集	130
5.11.12 耗时统计	131
5.11.13 延时等待	132
第6章 通信.....	132
6.1 通信概述.....	132
6.2 接收数据.....	132
6.3 发送数据.....	136
6.4 TCP 通信.....	137
6.5 IO 通信	139
6.6 ModBus 通信	139
6.7 PLC 通信	140
第7章 Dobot 工具.....	142
7.1 概述.....	142
7.2 Dobot Magician 工具组.....	142
7.2.1 传送带.....	142
7.2.2 滑轨.....	143
7.2.3 运动到点.....	144
7.2.4 吸盘开关.....	146
7.2.5 爪子开关.....	147
7.2.6 激光开关.....	148
7.2.7 回零校准.....	149
7.2.8 I/O 输入	150
7.2.9 I/O 输出	150
7.2.10 速度比例.....	151
7.3 Dobot M1 工具组	152

7.3.1 I/O 输入	152
7.3.2 I/O 输出	153
7.3.3 运动到点.....	154
7.3.4 速度比例.....	156
7.3.5 机械臂方向.....	157
第8章 用户显示界面.....	158
8.1 界面编辑界面.....	158
8.2 控件集.....	159
8.3 界面编辑区域.....	159
8.4 参数设置.....	159
8.5 各角色界面配置.....	161
第9章 案例展示.....	165
9.1 USB 孔定位检测	165
9.2 金属缺陷检测.....	171
9.3 标定检测.....	176
9.4 循环功能.....	180
9.5 脚本功能.....	184
第10章 Dobot Magician 案例展示	187
10.1 机器人标定.....	187
10.2 木块分拣.....	190
10.3 字符缺陷检测.....	195
10.4 直径测量.....	203
10.5 矩形模板匹配.....	210
10.6 圆形模版匹配.....	217
第11章 Dobot M1 案例展示	223
11.1 机器人标定.....	223
11.2 木块分拣.....	226
11.3 字符缺陷检测.....	234
11.4 直径测量.....	244
11.5 矩形模板匹配.....	251
11.6 圆形模版匹配.....	260

第1章 软件更新说明

更新版本	更新记录
DobotVisionStudio 1.3.2	修改部分 bug
DobotVisionStudio 1.3.0	<p>更新内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 增加 DobotStudio 界面说明 • 增加延时等待逻辑工具 • 增加速度比例工具 • 增加 DobotM1 机械臂方向工具
DobotVisionStudio 1.2.0	初始版本。

第2章 产品简介

2.1 功能概述

DobotVisionStudio 算法平台集成机器视觉多种算法组件，适用多种应用场景，可快速组合算法，实现对工件或被测物的查找、测量、缺陷检测等。

算法平台依托在算法技术领域多年的积累，拥有强大的视觉分析工具库，可简单灵活的搭建机器视觉应用方案，无需编程。满足视觉定位、测量、检测和识别等视觉应用需求。具有功能丰富、性能稳定、用户操作界面友好的特点。

2.2 功能特性

- 组件拖放式操作，无需编程即可构建视觉应用方案。
- 以用户体验为重心的界面设计，提供图片式可视化操作界面。
- 需要才可见的显示方式，最大限度的节省有限的屏幕显示空间。
- 支持多平台运行，适应 Windows 7/ 10 (32/64bit 操作系统)，兼容性高。

2.3 运行环境

	最低配置	推荐配置
操作系统	Windows7/10 (32/64 位中、英文操作系统)	
.NET 运行环境	.NET4.5 及以上	
CPU	Intel Pentium IV 2.0 GHz 或以上	Intel Pentium IV 3.0 GHz 或以上 如需使用深度学习功能，建议配置为 i7-6700 或以上。可参考我司 VC4000 视觉控制器。
内存	4GB	8G 或更高
网卡	千兆网卡	Intel i210 系列以上性能网卡
显卡	显存 1G 以上显卡，深度学习 DL 训练工具模块需要显存 4G 以上	
USB 接口	电脑需要有支持 USB3.0 的接口	

表2-1 运行环境

说明

- 该软件需搭配加密狗使用，使用该软件前，请安装相应加密狗驱动和工业相机等硬件设备驱动。
- 不排除未知杀毒软件将该软件识别为病毒的情况，为方便使用，建议将本软件加入该杀毒软件的白名单中或关闭电脑上的杀毒软件，对于 360 安全卫士建议关闭。

2.4 软件安装

DobotVisionStudio 客户端安装步骤如下：

步骤1 双击 DobotVisionStudio 安装包可进行安装，如图 2-1 所示，单击下一步即可开始安装。

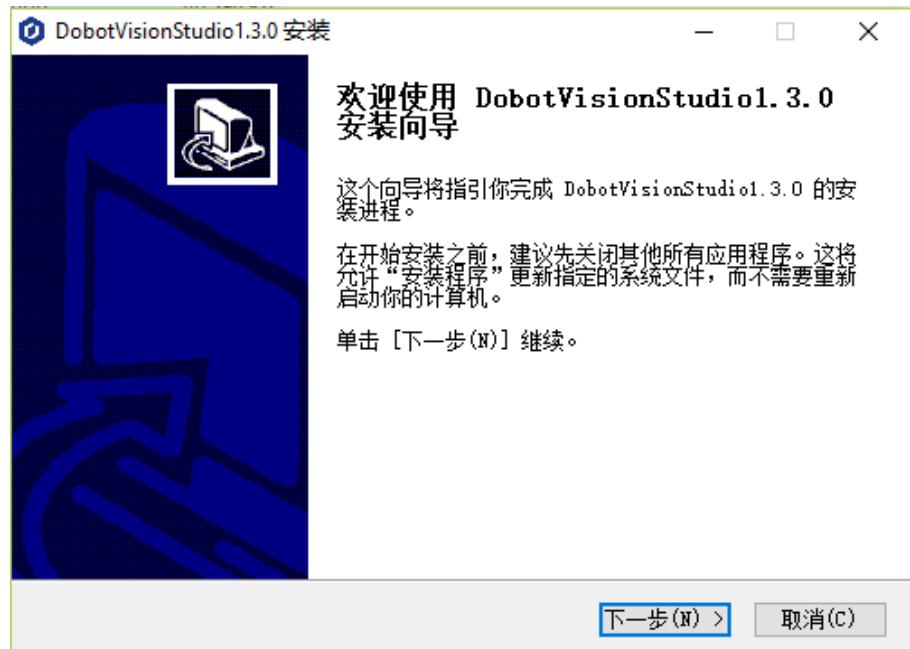


图2-1 程序安装

步骤2 软件安装前，需要设置软件安装的路径，选择是否安装加密狗驱动和 SDK，如图 2-2 所示，若需要更改设置，可直接进行修改。确认设置后，单击“下一步”进入软件安装过程，如图 2-3 所示。

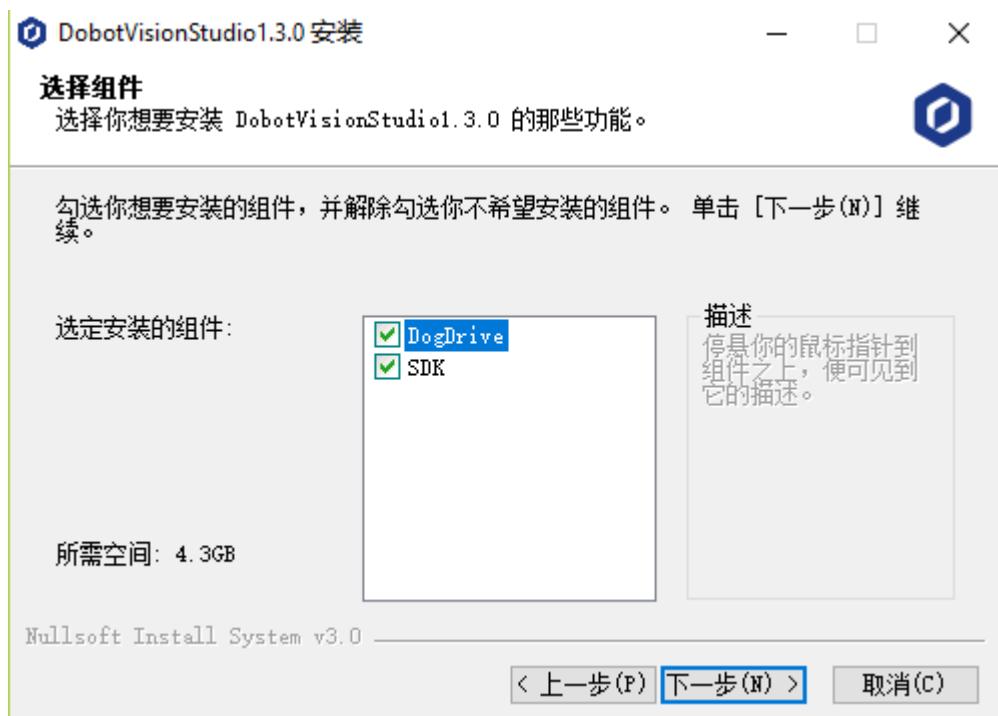


图2-2 加密狗驱动和 SDK 安装

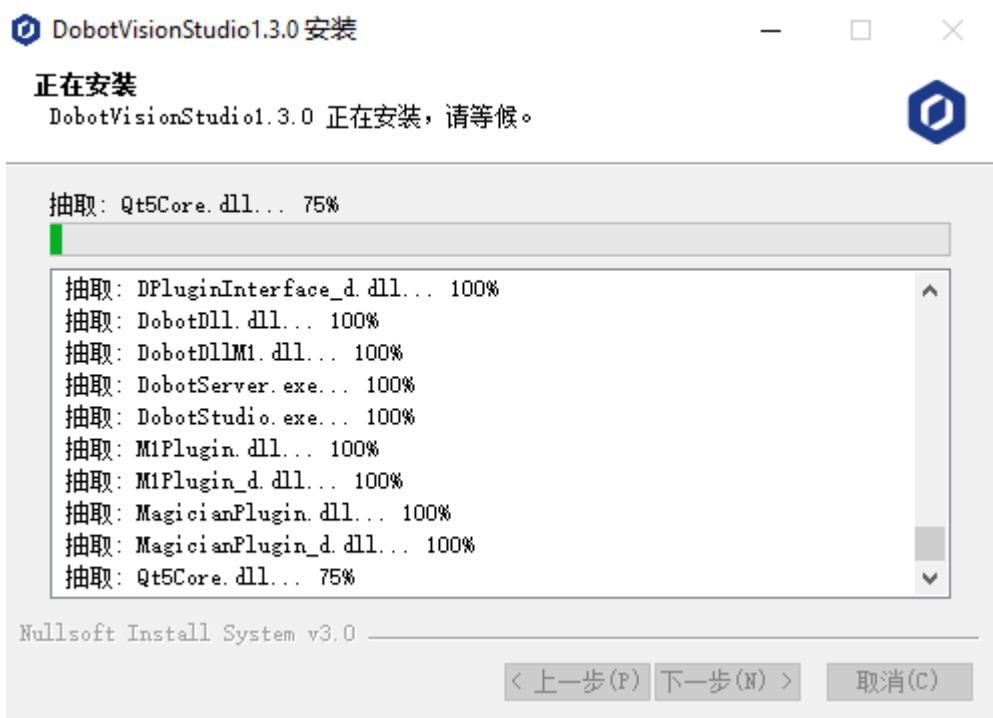


图2-3 软件安装

步骤3 安装完成后, DobotVisionStudio 客户端可设置是否完成后打开软件, 如图 2-4 所示。

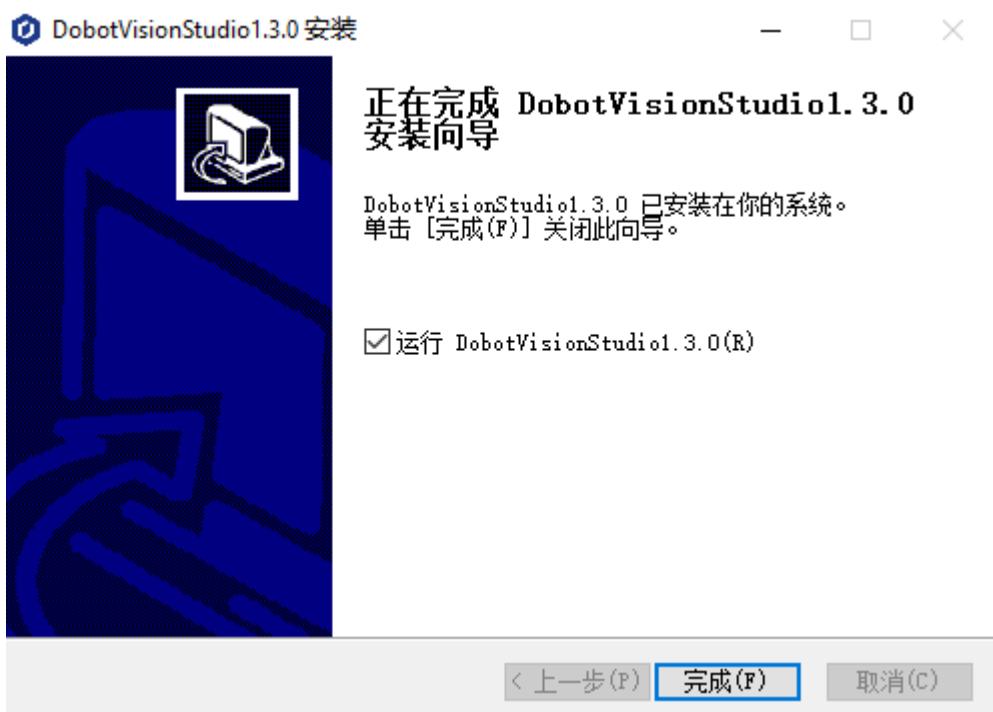


图2-4 安装完成

第3章 软件界面说明

3.1 启动引导页面

双击  启动软件，弹出 DobotVisionStudio 客户端启动引导界面，如图 3-1 所示。



图3-1 启动页面

- 方案类型选择：包含“通用方案，定位测量，缺陷检测，用于识别”四个模块，其中通用方案包含后三个模块，用户可根据所需方案编辑类型进行选择。
- 最近打开方案：最近打开的方案记录，可快速打开最近打开的方案。
- 不再显示：勾选后打开软件直接进入主界面。

3.2 主界面

在图 3-1 方案类型选择中选择任一模块即可进入 DobotVisionStudio 主界面，主界面如图 3-2 所示。



图3-2 主界面

- 区域 1：工具箱模块，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，通信等功能模块。
- 区域 2：流程编辑模块。
- 区域 3：图像显示模块。
- 区域 4：结果显示模块，可以查看当前结果、历史结果和帮助信息。
- 区域 5：状态显示模块，显示所选单个工具运行时间，总流程运行时间和算法耗时。

3.2.1 菜单栏

图 3-2 主界面中最上面显示软件的菜单栏，菜单栏提供了算法平台软件的文件、运行、系统、账户、帮助等选项，如图 3-3 所示。



图3-3 菜单栏

● 文件

该子菜单栏有新建方案、打开方案、最近打开方案、打开示例、保存方案、方案另存为、启动加载设置、方案管理、退出等操作选项。

- 新建方案：进入新的方案搭建流程，单击后会提示是否保存当前方案，用户按需选择即可。
- 打开方案：打开之前创建并保存的方案。
- 最近打开方案：打开最近打开过的方案。

- 打开示例：打开软件自带示例方案，主要包含已经搭建完成的常见视觉方案。
- 保存方案：保存当前配置好的算法方案，文件后缀为.sol，保存时会提示加密设置，可设置是否加密。
- 方案另存为：保存当前配置好的算法方案到指定的路径，保存时会提示加密设置，可设置是否加密。
- 启动加载设置：设置开机自动启动 DobotVisionStudio 以及启动延时时间，同时可打开指定路径的方案，提前设置方案密码和启动状态。当启用管理员权限等可设置默认开启运行界面，如图 3-4 所示。



图3-4 启动加载

- 方案管理：设置方案自动切换，如图 3-5 所示。设置目标方案的路径、密码和通信触发的字符串，同时打开通信切换，当有通信字符串传进来，可自动切换到该方案。



图3-5 方案管理

- 退出：退出 DobotVisionStudio 软件。

● 运行

该子菜单栏可以控制当前方案的运行方式：单次运行（F6）、连续运行（F5）、停止运行（F4），也可以打开运行界面显示（F10）。

● 系统

该子菜单栏有日志、通信管理和软件关闭设置三个操作选项。

- 日志：可以查看软件运行过程中的日志信息。
- 通信管理：可以添加通信设备。
- 可设置软件后台运行或者退出软件，停止运行。勾选“记住我的选择”后下次默认该操作。

● 帐户

该子菜单栏可以启用管理员权限，设置管理员密码即相当于启用了管理员权限，在主界面右上角会弹出管理员控制选项，此时只能单击用户管理，进入权限启用和密码重置界面，如图 3-6 所示。



图3-6 用户管理

在用户管理界面可重置管理员密码，也可以启用技术员和操作员权限，并设定相应的密码。开启不同的权限后即可进行权限分配与角色切换，如图 3-7 所示，勾选“开放所有工具”可以放所有模块的配置权限，也可以自定义需要开放的权限。



图3-7 权限分配

● 帮助

帮助菜单栏中有帮助文档、学习 DobotVisionStudio、版本信息、更多支持和打开欢迎页选项。

- 帮助文档：可打开 DobotVisionStudio 的用户手册，从中获取操作步骤和相关设置方法。
- 学习 DobotVisionStudio：算法平台 DobotVisionStudio 1.2.0 介绍。
- 版本信息：可以查看当前的软件版本信息及版权信息。
- 打开欢迎页：打开启动引导界面。

● 语言

可进行中文和英文的切换。

3.2.2 快捷工具条

图 3-2 主界面中快捷工具条在菜单栏下面，工具条中的相关操作按钮能快速、方便的对相机进行相应的操作，每个按钮对应的含义如图 3-8 所示。



图3-8 快捷工具条

- 新建方案：新建一个方案。
- 保存方案：在操作区连接相应工程后使用该按钮可保存工程方案文件到本地。
- 打开方案：加载存在本地的工程方案文件。
- 流程视图切换：切换至目标流程。
- 上一层：单击返回上一级，仅在 Group 中有效，如图 3-9 所示。

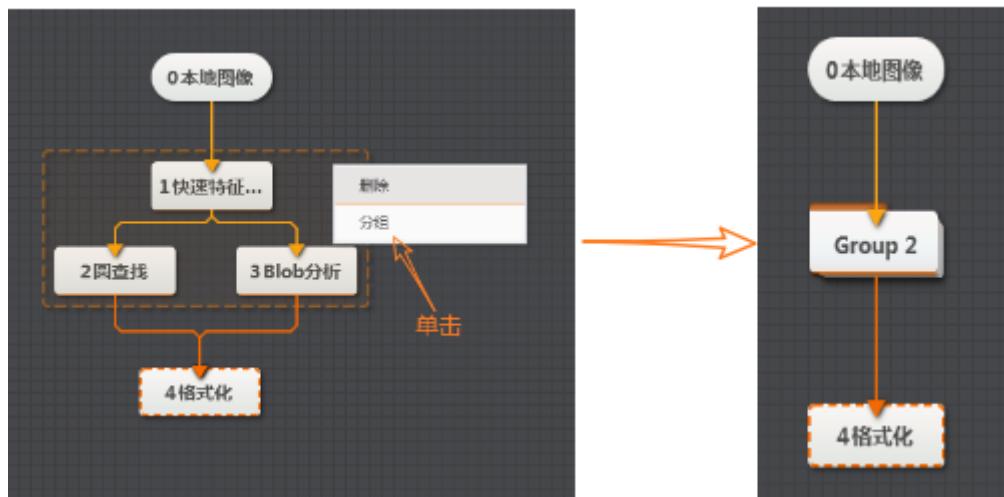


图3-9 Group

- 全流程：当建立多个流程时，打开后就可以显示自己建立的所有流程，如图 3-10 所示，当开启运行使能后，可以单击指定的一个或多个流程让指定流程运行，还能直接查看该流程运行次数和单次运行时间，右击单个流程可删除流程、设置连续运行间隔、重命名流程。

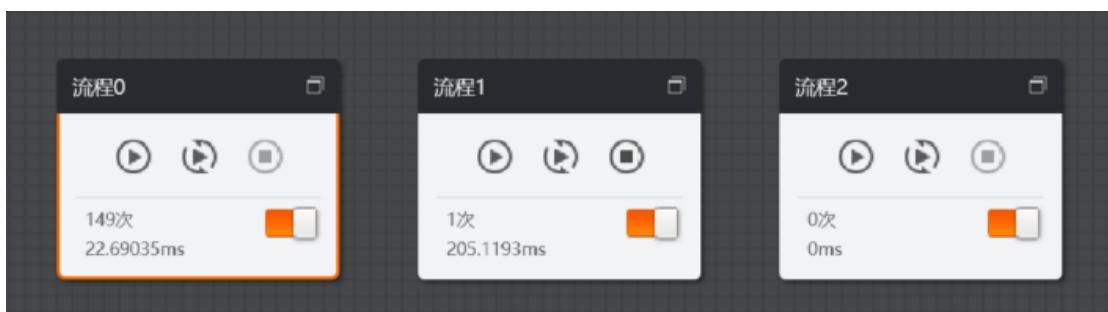


图3-10 全流程

- 全局变量：点击+最多可设置 32 个全局变量，定义每个变量名称、类型、当前值和通信字符串的值。启用通信初始化后，将可以通过配置通信字符串，实现对全局变量初始值的设置，如变量 var0，通过通信工具发送 SetGlobalValue:var0=0 可将该变量值设为 0，如图 3-11 所示。



图3-11 全局变量

- 通信管理：可以设置通信协议以及通信参数，支持 TCP、UDP 和串口通信，如图 3-12 所示。



图3-12 通信管理

- 单次运行：单击后单次执行流程。
- 连续运行：单击后连续执行流程。
- 停止运行：需要中断或提前终止方案操作的情况下，单击“停止运行”按钮即可。
- 运行界面：可以根据自己需要自定义显示界面。
- 数据队列：数据队列进行数据传输，从数据队列接收数据前需要先建立数据队列，单击“全流程”后选择数据队列，添加不同类型的数据队列。已存在的队列中均有值时才可以正常接收，否则接收模块返回错误。数据队列设置如图 3-13 所示。

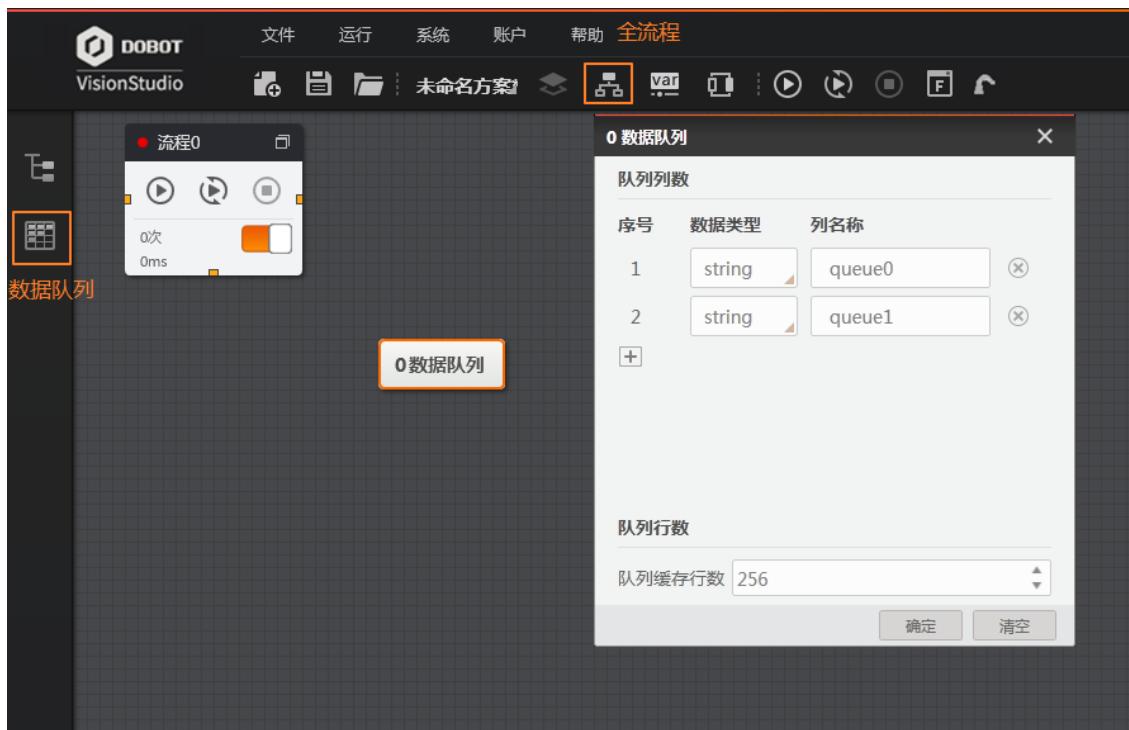


图3-13 数据队列

- DobotStudio：单击 可进入 DobotStudio 控制版面，如下图所示。



图3-14 DobotStudio 控制板

功能	说明
连接机械臂	单击 连接或断开机械臂
选择末端工具	单击 选择机械臂末端工具
清除报警	单击 清除机械臂报警
回零	单击 机械臂将进行回零操作。当机械臂运行过程中受到碰撞或者电机丢步时，可进行回零操作
语言	单击 切换语言

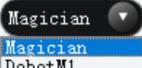
功能	说明
选择机械类型	 单击 Magician 或 DobotM1 ，选择机械臂类型为“Magician”或“DobotM1”（目前 M1 仅支持串口连接）
坐标系点动控制	在笛卡尔坐标系下点动 X(X+/-)、Y(Y+/-)、Z(Z+/-)、R (R+/-) 来移动机械臂
关节点动控制	在关节坐标系下点动关节一 (J1+/-)、关节二 (J2+/-)、关节三 (J3+/-)、关节四 (J4+/-) 来移动机械臂
滑轨控制	当启用“滑轨”时，可以单击 L+/- 移动滑轨上机械臂的距离。 取值范围：0 mm ~ 1000 mm
夹爪控制	当末端选择“夹爪”时，可以在“夹爪”下拉列表选择“禁止”、“张开”或“闭合”手爪
吸盘控制	当末端选择“吸盘”时，勾选“吸盘”开启气泵吸气功能。如果取消勾选，则关闭气泵
激光控制	当末端选择“激光”时，勾选“激光”开启“激光”功能。如果取消勾选，则关闭激光
点动速度控制	设置点动速度百分比 默认值：50% 取值范围：1% ~ 100%
设置机械臂参数	可设置机械臂的关节速度/加速度、坐标轴 XYZ 速度/加速度、高度限制、门型高度

表3-1 DobotStudio 说明

说明

快捷栏中单次运行、连续运行、停止运行操作对所有流程都生效，若要控制单个流程，请单击该流程中的运行控制按钮。

3.3 工具

3.3.1 工具介绍

工具栏区的工具主要包含常用工具、采集、定位、测量、识别、标定、图像处理、颜色处理、缺陷检测、逻辑工具和通信等工具，如图 3-2 主界面中的区域 1 所示。

- 常用工具：可以自定义经常用到的工具。
- 采集：分为相机数据采集、本地图像采集和存储图像。
- 定位、测量、识别、深度学习、标定、图像处理、颜色处理、缺陷检测、逻辑工具等模块都属于视觉处理工具，可以依据方案需求来选择相应的算法模块组合使用。
- 通信：有 IO 通信、ModBus 协议通信和 PLC 通信，可以配合通信管理、数据队列等接收和发送信息，支持 TCP 客户端、TCP 服务端、UDP、串口。IO 通信仅支持我司视觉控制器使用。

3.3.2 工具应用举例

鼠标停留在左侧对应工具栏就可以显示子工具，选中要使用的工具拖拉至流程编辑区域，然后按照项目逻辑需求连线相关工具，双击配置参数即可，如图 3-15 所示。

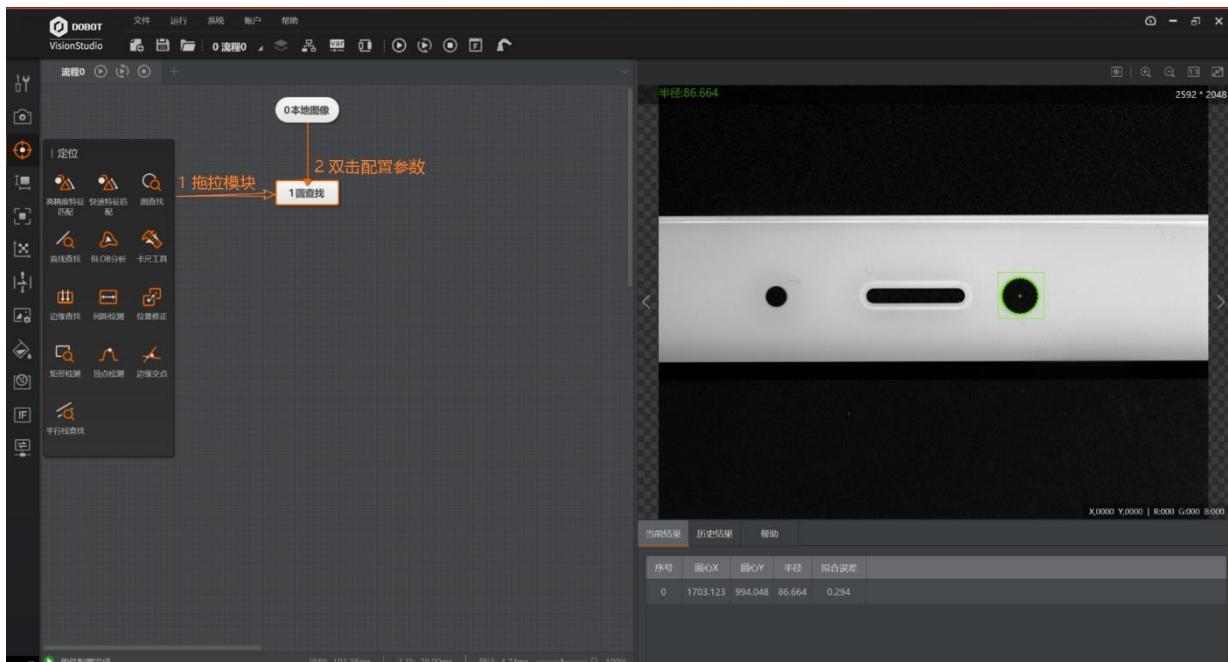


图3-15 工具使用

此处仅对通用参数进行说明，具体工具的参数设置在后续将会进行详细介绍。

基本参数

基本参数可进行一些基本参数的设置，一般主要包括图像输入源的选择和 ROI 的设置，如图 3-16 所示。



图3-16 基本参数

- 图像输入：选择本工具处理图像的输入源，可根据自己需求从下拉栏中进行选择。
- ROI 区域：设置后，对应工具只会对 ROI 区域内的图像进行处理。ROI 区域有绘制和继承两种创建方式。

绘制即绘制自己感兴趣区域，对应三个形状，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；某些模块中还可以自定义最多 32 个顶点的多边形感兴趣区域。

继承即继承前面模块的某个特征区域，详见 5.2.11 顶点检测章节。

- 选择圆形感兴趣区域可在参数中设置或查看该区域圆心点坐标、外径大小和内径大小、起始角度（初始的半径指向与 x 轴正半轴的夹角大小）和角度范围，如图 3-17 所示。

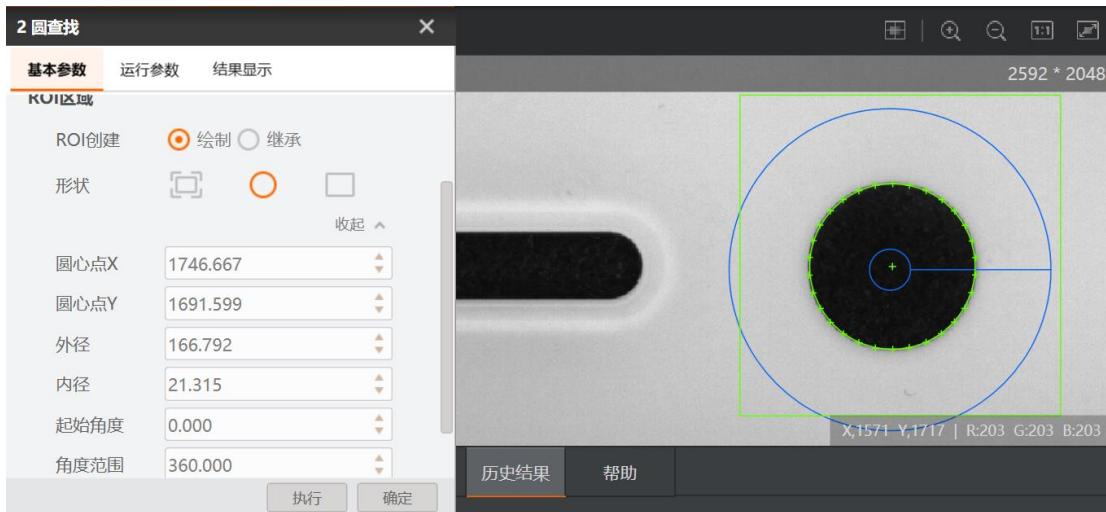


图3-17 ROI 参数

用户也可以通过自定义设置环形感兴趣区域，如图 3-18 所示。



图3-18 环形 ROI

箭头 1 所指处通过改变曲率对环形进行旋转和缩放，它和另一个边缘顶点互为基点。箭头 2 所指可用于放大缩小内外圆环。箭头 3 所指处用于平移圆环。箭头 4 所指处用于改变圆环的弧度。

- 选择矩形感兴趣区域可设置中心点坐标、长、宽和角度。

说明

所有工具在使用 ROI 时，查找方向均为 ROI 区域的方向，即将 ROI 区域理解为一个 xy 坐标系，ROI 箭头方向为 X 轴正向。“从上到下”表示沿 Y 轴由上到下查找直线；“从左到右”表示沿 X 轴由左到右查找直线，如图 3-19 所示。

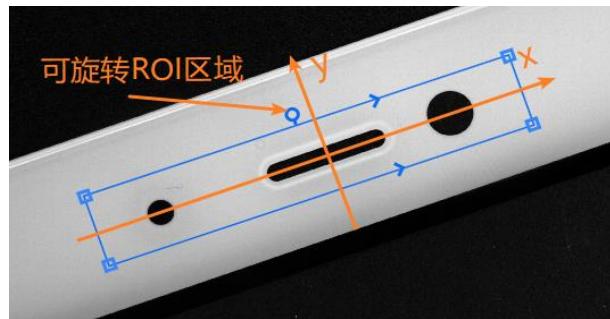


图3-19 ROI 区域

- 屏蔽区：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。
- 位置修正：打开后起到位置修正的作用，配合位置修正工具使用，具体用法见 5.2.9 位置修正模块。

运行参数

运行参数中涉及很多工具的参数设置，不同工具的运行参数各有不同，在各个章节中分别介绍。

结果显示

结果显示包含结果判断、图像显示、文本判断和前项显示，以圆查找为例，如图 3-20 所示。



图3-20 结果显示

- 结果判断：对算法输出结果进行判断，判断结果会对模块状态造成影响。以半径判断为例，开启半径判断则可设置目标圆的半径范围，默认 0~99999，当查找的圆半径在参数范围内圆轮廓会显示绿色，超出会显示红色。
- 图像显示：在图像中对算法结果进行渲染显示，默认打开，单击 后关闭。单击 后可以设置 OK 的颜色和 NG 的颜色，在圆结果中 OK 颜色决定拟合圆的轮廓颜色。
- 文本显示：可以设置文本显示的内容、OK 颜色、NG 颜色、字号、透明度、位置坐标。

3.4 多流程

3.4.1 多流程介绍

多流程具有多功能、效率高、可异步执行的特点。通过建立互不干扰的若干流程，满足对不同功能、不同时序的需求，相当于开启多个算法软件，同时也可以通过数据队列或者全局变量将多流程结合到一起。

3.4.2 多流程应用举例

步骤1 根据功能需求建立多流程，每个流程可实现不同的功能，且没有时序要求，如图 3-21 所示，对三类不同样品进行数量判断，并发送判断结果。

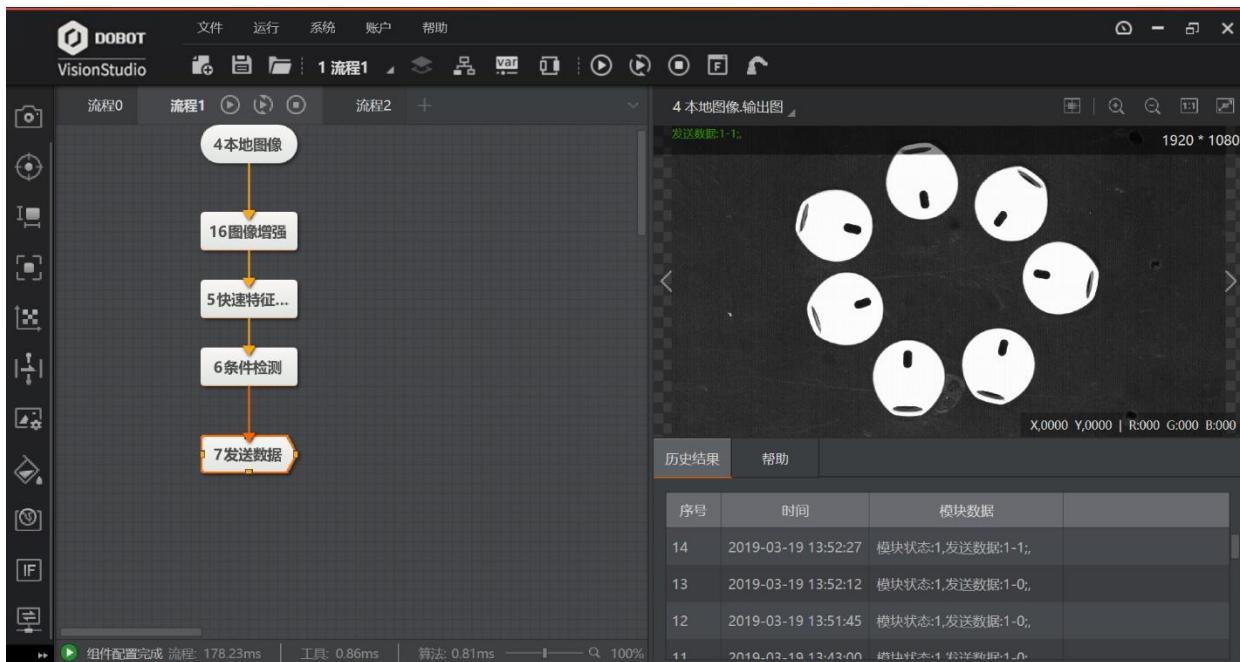


图3-21 多流程

步骤2 可将判断结果发送至数据队列，需要点击 进入全流程，在全流程里面可以建立相应数据队列，如所示：



图3-22 数据队列

在数据队列的历史结果中可以看到数据队列的缓存情况，如图 3-23 所示。

序号	queue0	queue1	queue2	
3	0	1	0	
4	0	1	0	
5	0	1	0	

图3-23 队列缓存

步骤3 流程可通过“接收数据”取走数据队列中的值，并对取出的值进行其它运算，如图 3-24 所示。



图3-24 队列接收

此处的脚本起到延时的作用，因为数据队列据队列遵循先进先出的原则且只有当一行中数满之后才能将数据取出，要保证“接收数据”模块在前面流程都运行完了之后才开始接收。

图3-25 当选择软触发，单次全局运行时，该方案能达到预期输出，但是若选择硬触发触发流程 0、流程 1、流程 2，流程 3 就无法被触发进行数据接收，此时可选择利用全局变量对方案进行优化，如图 3-26 所示先设置相应的全局变量。



图3-26 建立全局变量

流程 0、流程 1、流程 2 将数据都发送至全局变量中，如图 3-27 所示。



图3-27 数据发送

步骤4 可以在任意流程的后面接收全局变量的结果并做相应的逻辑运算，但是要控制好时序，保证在所有全局变量都接收到数值时再取出数据，如图 3-28 所示。



图3-28 接收全局数据

步骤5 最终对接收到的所有数据进行逻辑与运算，并将运算结果通过 TCP 通信输出给第三方设备。

第4章 图像采集

4.1 概述

图像采集可设置图像的来源，有加载本地图像、连接相机取图两种方式，还可以存储图像。

4.2 本地图像

拖动“本地图像”模块到流程编辑区，单击 可加载本地图片、单击 可加载图片文件夹、单击 可删除图像。

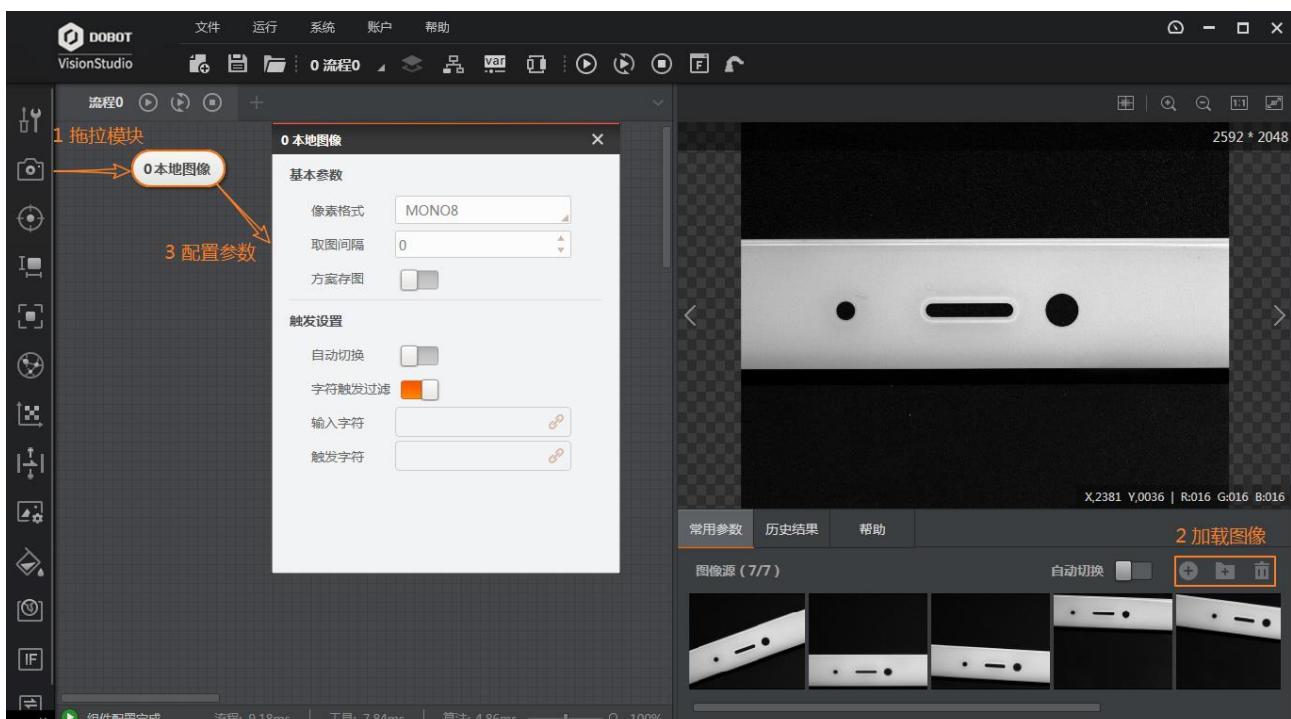


图4-1 本地图像

双击本地图像可以进行参数设置，主要参数有像素格式、取图间隔、方案存图和触发设置。

- 像素格式：可以设置像素格式为 MONO8 或 RGB24。
- 取图间隔：可以设置自动切换的取图间隔时长，单位为 ms。
- 方案存图：可以设置保存方案时是否包括本地图片。
- 自动切换：每次运行会切换到下一张图像。
- 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。

- 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。

4.3 相机图像

拖动“相机图像”模块到流程编辑区，在选择相机栏下拉可看到当前在线的所有相机，选择想要连接的相机。依据方案需求，配置相应的相机参数，software 模式下单击“单次运行”可触发一次相机取图；单击“连续运行”即可连续预览图像，同时可根据需求进行参数调节，如图 4-2 所示。

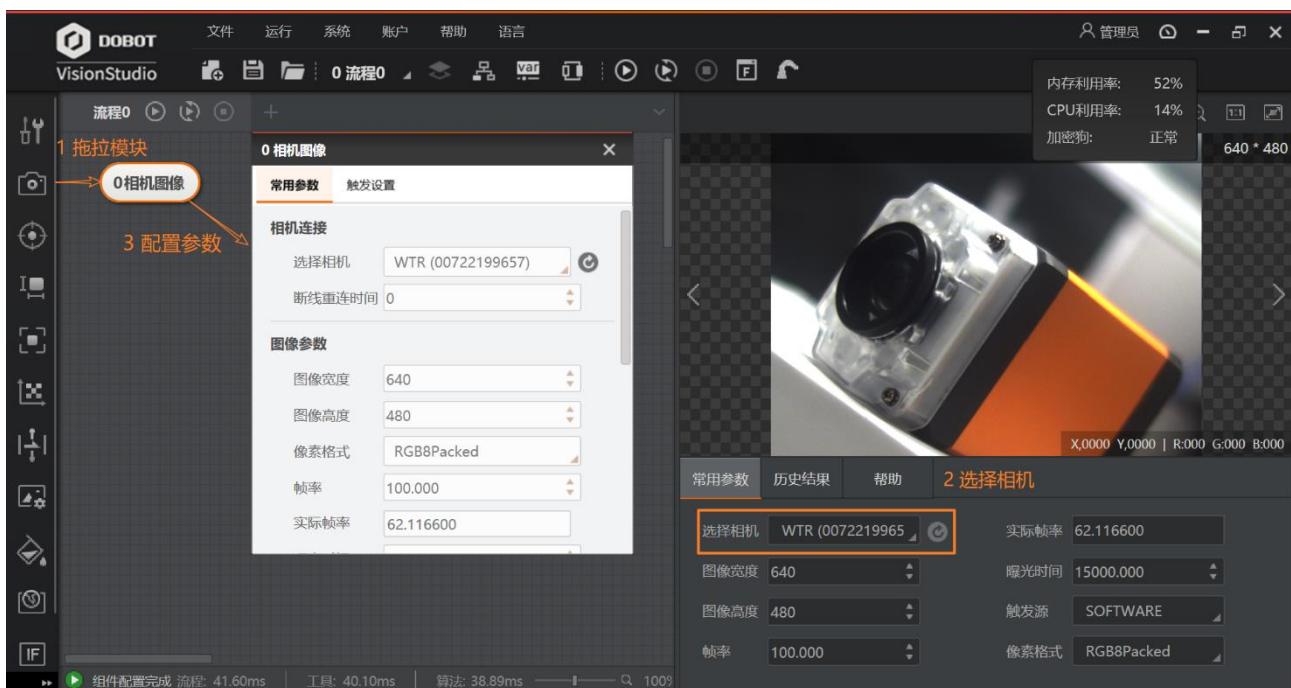


图4-2 相机图像

- 选择相机：可以选择当前局域网内在线的 GigE、线阵相机或者 U3V 相机进行连接。
- 图像宽度、图像高度：可以查看并设置当前被连接相机的图像宽度和高度。
- 帧率：可以设置当前被连接相机的帧率，帧率影响采图的快慢。
- 实际帧率：当前相机的实时采集帧率。
- 曝光时间：当前打开的相机的曝光时间，曝光影响图像的亮度。
- 像素格式：像素格式有两种，分别是 Mono8 和 RGB8Ppacked。
- 断线重连时间：当相机因为网络等因素断开时，在该时间内，模块会进行重连操作。
- 增益：在不增加曝光值的情况下，通过增加增益来提高亮度。
- Gamma：Gamma 校正提供了一种输出非线性的映射机制，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。

- 行频：当连接的相机是线阵相机时，可以设置相机的行频。
- 实际行频：实际运行过程中的行频。
- 触发源：可以根据需要选择触发源，其中软触发为 DobotVisionStudio 控制触发相机，也可接硬触发，需要配合外部的硬件进行触发设置。
- 触发延迟：接收到触发信号后过触发延迟设置的时间程序产生相应。
- 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。
 - 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

需在停止预览时设置相机的常用参数，并且建议在 mvs 客户端先调节好参数，再同步到 DobotVisionStudio 客户端。

4.4 存储图像

拖动“存储图像”模块到流程编辑区，双击配置相应的参数，配置完成后运行流程，可对相机图像、本地图像或者图像处理工具处理过的图像进行存储，具体的参数配置如图 4-3 所示。



图4-3 存储图像

- 输入源：选择存图的来源，主要可选择方案中的相机图像，本地图像或者处理后的图像。

- 触发存图：可设置触发变量，配合存图条件进行存图，存图条件有全部保存、OK 时保存、NG 时保存和不保存。
- 保存路径：可以修改存储图像的路径。
- 最大保存数量：在设置的路径下最多能保存的图像数量。
- 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，可选择覆盖之前图片或停止存储图片两种方式。
- 保存格式：图片格式有 BMP 和 JPEG 两种。
- 图片命名：可自定义前缀或者订阅之前模块数据作为前缀，序号或者日期作为后缀，形如 IMG-1，采用触发存图时命名格式会随着模块状态发生变化，形如 IMG-OK-1。

第5章 视觉工具

5.1 概述

处理功能模块中包含了视觉处理工具集合，可对算法进行模块化封装，方便用户使用。处理功能中包含定位、测量、识别、标定、对位、图像处理、颜色处理、缺陷检测、逻辑工具和通信十大工具组，如图 5-1 所示。



图5-1 处理工具

5.2 定位

定位工具中主要包含图 5-2 中的 13 种工具，主要功能是实现对图像中某些特征的定位或者检测。



图5-2 定位工具

5.2.2 特征匹配

特征匹配分为高精度特征匹配和快速特征匹配，此工具使用图像的边缘特征作为模板，按照预设的参数确定搜索空间，在图像中搜索与模板相似的目标，可用于定位、计数和判断有无等。

高精度特征匹配精度高，运行速度会比快速匹配慢些，但是设置的特征更精细，匹配精度高。通过模板图像的几何特征学习模型，对目标图像进行查找匹配，一般配合图像使用，如图 5-3 所示。

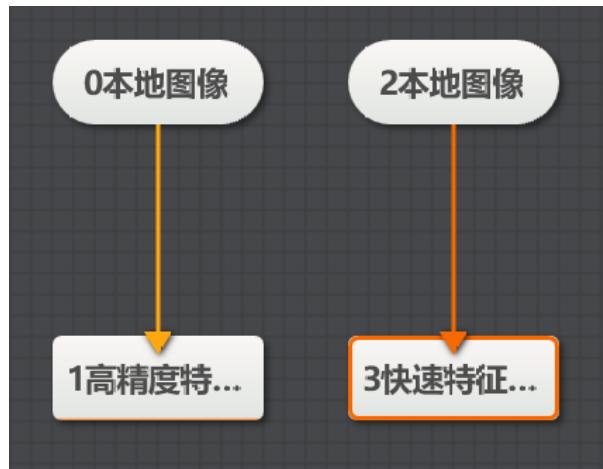


图5-3 特征匹配

双击特征匹配模块可进行参数配置，里面有基本参数、特征模板、运行参数和结果显示等几个参数设置模块。基本参数和结果显示见 工具应用举例章节，此处仅对特征模板和运行参数进行说明。

特征模板

特征模板可以对图像特征进行提取，初次使用时需要编辑模板。选中需要编辑的模板区域，配置好参数后单击训练模型即可，如图 5-4 所示。

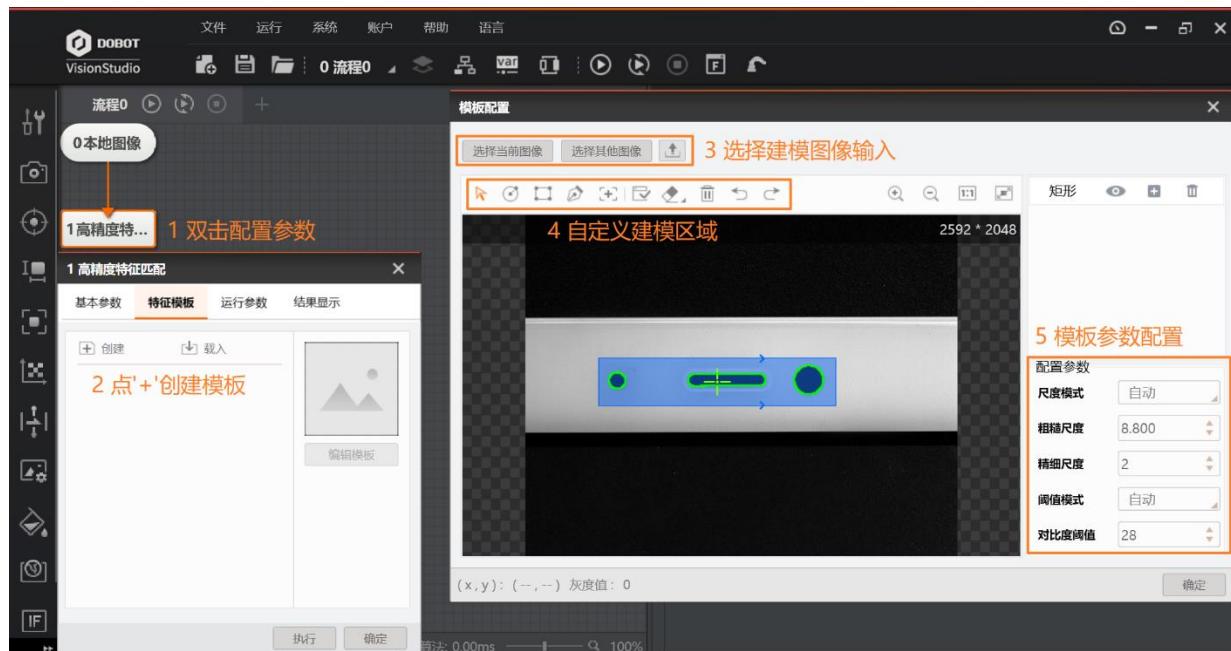


图5-4 特征模板

模板配置里的区域 4 中的快捷键从左到右依次表示移动图像、框选圆形建模区域、框选矩形建模区域、自定义最多 32 个顶点的多边形建模区域、选择模型匹配中心、生成模型、擦除轮廓点、清空所有建模区域、撤销、返回。

- 匹配点：用于创建位置基准，可以先单击“选择模型匹配中心”，再在图中自选匹配中心点自己设定。
- 尺度模式：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。
- 粗糙尺度：粗糙特征尺度参数，该值越大，表示特征尺度越大，相应的抽取边缘点就越稀疏，但会加快特征匹配速度。
- 精细尺度：提取特征颗粒的精细程度，只能取整数而且不大于粗糙尺度，当取值为 1 时最精细，一般调节后会使轮廓点数量发生比较大变化，如图 5-5 所示。



图5-5 尺度

- 阈值模式：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。
- 对比度阈值：该值表示的是对比度的大小，主要与特征点和周围背景的灰度值差有关，该值越大被淘汰的特征点越多。

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，如图 5-6 所示。



图5-6 运行参数

- 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，搜索到的目标在相似度达到该阈值时才会被搜索到，最大是 1，表示完全契合。
- 最大匹配个数：允许查找的最大目标个数。
- 匹配极性：极性表示特征图形到背景的颜色过渡情况，当查找目标的边缘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，能够缩短查找时间。
- 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，若要搜索有旋转变化的目标则需要对应设置，默认范围-180°~180°。
- 尺度范围：表示待匹配目标相对于已创建模板的一致性尺度变化范围，若要搜索有一致性尺度变化的目标则需要对应设置，默认范围 1.0~1.0。
- 高级参数可以设置一些特殊参数，当基本参数能满足要求的情况下则可以不设置高级参数。
- x/y 尺度范围：沿着 x/y 方向缩放的范围，针对目标和模板单方向有一定比例缩放的工件使用，如果配合“尺度范围”功能使用，最终结果按乘法处理，该参数仅在高精度特征匹配中有效。
- 最大重叠率：当搜索多个目标时，两个被检测目标彼此重合时，两者匹配框所被允许的最大重叠比例，该值越大则允许两目标重叠的程度就越大，范围 0~100，如图 5-7 所示。

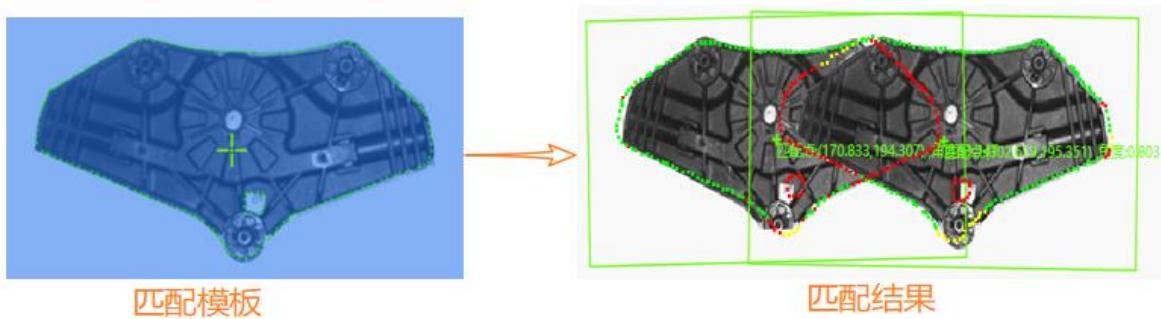


图5-7 最大重叠率设为 40

- 排序类型：匹配完成以后会在当前结果里面显示匹配到的图像信息，当匹配到的特征图形不止一个时则按照排序类型里面的设置进行排序。

- 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：当前结果里面有匹配框中心 x 坐标，按照 x 坐标，由小到大排序， y 轴与 x 轴操作方式相同，不再赘述。
- x 由小到大，y 由小到大：当前结果里面有匹配框中心 x/y 坐标，按照 x 坐标，由小到大排序，当 x 坐标相同时再按照 y 从小到大排序。

此处以按角度降序排序进行说明，以图像 1 建立特征模板，匹配点作为原点，当目标图像发生了变换，匹配点也会跟着发生变化，角度就是匹配到的目标图像相比较特征图像的旋转角度，需要强调的是顺时针旋转后角度为正、逆时针旋转为负。如图 5-8 所示，序号为 3 的目标图像相比较特征图像的角度变化为 110.192° 。



图5-8 排序方式

- 阈值类型：表示匹配阶段对比度阈值模式，有以下四种模式。
 - 自动阈值：根据目标图像自动决定阈值参数，自动适应。
 - 模板阈值：以模板的对比度阈值作为匹配阶段的对比度阈值。
 - 手动阈值：以用户设定的阈值作为查找的阈值参数。后面有参数去除
- 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。当被查找的目标出现在图像的边缘显示不全时，延拓阈值可以保证图像被找到，如图 5-9 所示，只要设置延拓阈值大于 20 时就可以保证最上边的目标图形被查找到。

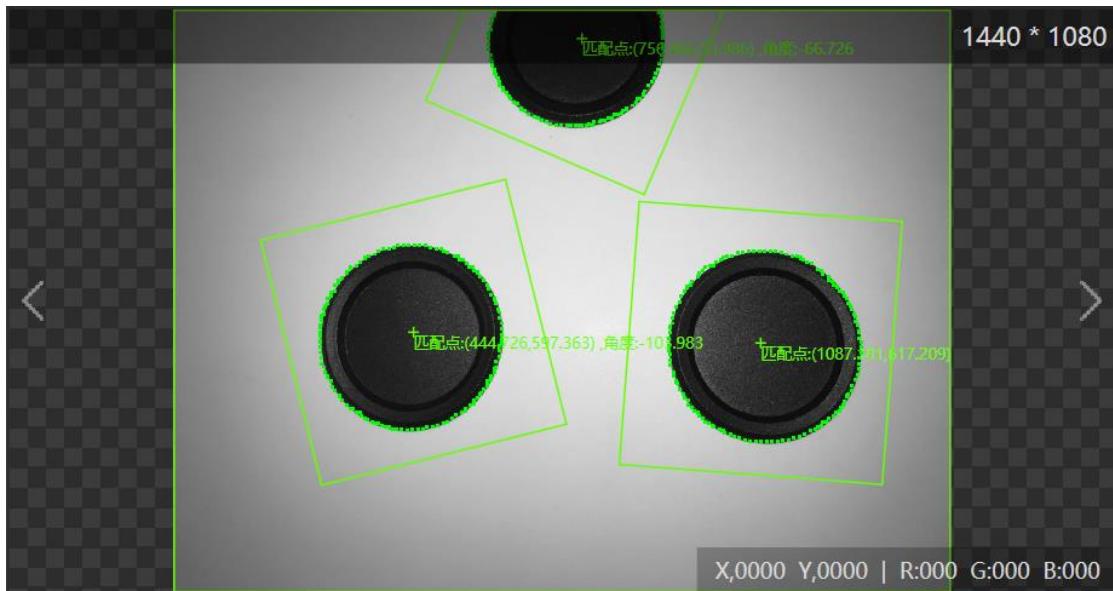


图5-9 延拓阈值

- 是否考虑杂斑：勾选后算法会考虑杂斑特征，若特征存在毛刺，则评分降低。
- 超时控制：规定搜索时间，当时间超过超时控制所设置时间就会停止搜索，不返回任何搜索结果，取值范围 0~10000，单位 ms，0 指关闭超时控制功能。
- 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，可以减少工具耗时。

5.2.3 圆查找

圆查找先检测出多个边缘点，然后拟合成圆形，可用于圆的定位与测量。在 工具应用举例章节中已经对基本参数与结果显示进行了说明，此处仅对运行参数进行说明，如图 5-10 所示。



图5-10 运行参数

- 半径范围：包括最小半径和最大半径，目标圆的半径必须在此范围内。
- 查找模式：有“边缘最强”、“半径最大”、“半径最小”三种模式。
 - “边缘最强”表示只检测扫描范围内梯度阈值最大的边缘点集合并拟合圆；
 - “半径最大”表示只检测扫描范围内与圆心距离最大的边缘点集合并拟合圆；
 - “半径最小”表示只检测扫描范围内与圆心距离最小的边缘点集合并拟合圆。
- 边缘极性：有“黑到白”、“白到黑”以及“任意”三种模式。
 - “黑到白”表示从灰度值低的区域过渡到灰度值高的区域的边缘；
 - “白到黑”表示从灰度值高的区域过渡到灰度值低的区域的边缘；
 - 任意模式则上述两种边缘均被检测。
- 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：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。
- 卡尺数量：用于扫描边缘点的 ROI 区域数量，如图 5-11 所示。

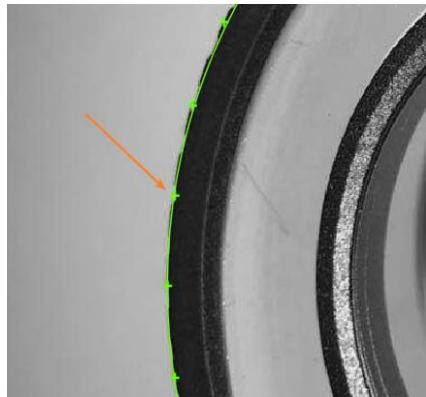


图5-11 卡尺

- 忽略点数：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：允许离群点到拟合圆的最大像素距离，值越小，排除点越多。
- 卡尺宽度：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。
- 是否初定位：边缘查找时，以边缘所在位置拟合圆心所在位置，再重新精细拟合圆轮廓。如果取消初定位，在某些情况下，直接导致拟合不到圆，或者拟合的圆不对。
- 下采样系数：下采样也叫降采样，即是采样点数减少。对于一副 $N \times M$ 的图像来说，如果降采样系数为 k ，则即是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。
- 圆定位敏感度：排除干扰点，值越大，排除噪声干扰的能力越强，但也容易导致圆初定位失败。
- 初始拟合类型：含局部最优和全局最优两种类型。
 - 局部最优：局部最优也就是按照局部的特征点拟合圆，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。
 - 全局最优：以查找到的全局特征点进行圆拟合。
- 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。

说明

本工具一次只能查找一个圆，如果要查找多个圆，建议配合循环功能使用。

5.2.4 直线查找

直线查找主要用于查找图像中具有某些特征的直线，利用已知特征点形成特征点集，然后拟合成直线，基本参数与结果显示见 工具应用举例章节，此处仅对运行参数进行说明，如图 5-12 所示。

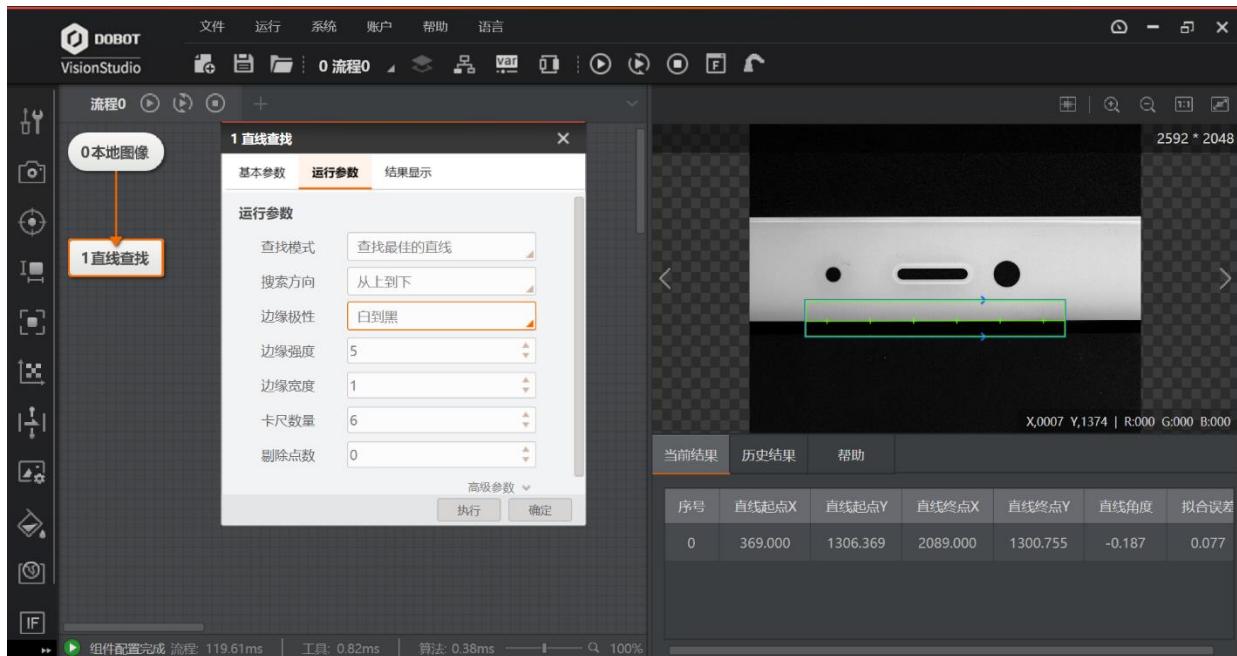


图5-12 直线查找

- 查找模式：共有三种模式，分别是“查找最佳的直线”、“查找第一条直线”、“查找最后一条直线”。
 - 查找最佳的直线是指查找梯度阈值最大的边缘点集合，然后拟合成直线；
 - 查找第一条和最后一条指的是查找满足条件的第一条和最后一条直线。
- 搜索方向：以矩形 ROI 区域为基准，有从上到下和从左到右两种方式。
- 边缘极性：共有黑到白、白到黑和任意三种极性。
- 边缘强度：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。
- 边缘宽度：即边缘跨度，跨度越大，边缘过度越缓慢，该值相应设置的大一些，但如果两个边缘离得太近，值设置过大可能会导致边缘丢失。
- 投影宽度：即卡尺宽度，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，如图 5-13 所示。

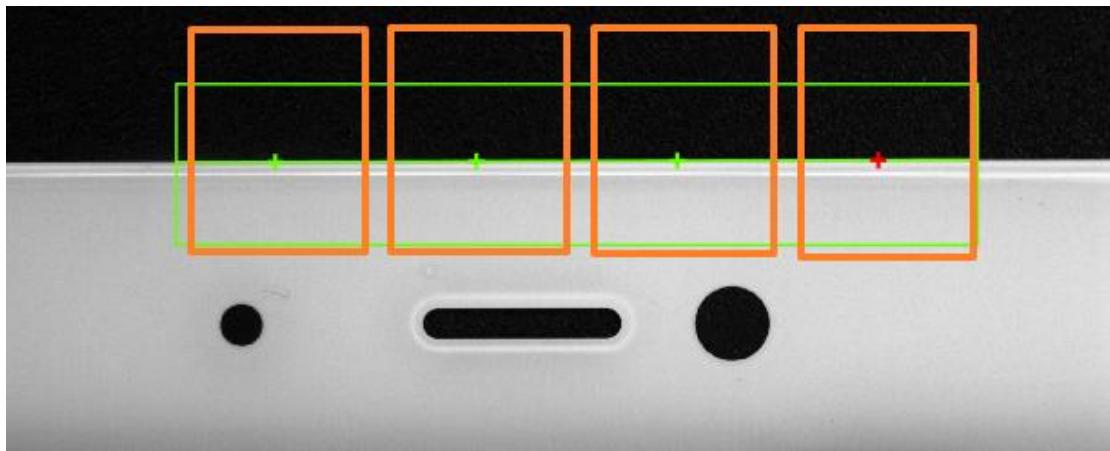


图5-13 投影宽度

5.2.5 BLOB 分析

Blob 分析，即在像素是有限灰度级的图像区域中检测、定位或分析目标物体的过程。Blob 分析工具可以提供图像中目标物体的某些特征，如存在性、数量、位置、形状、方向以及 Blob 间的拓扑关系等信息。基本参数和结果显示见 工具应用举例章节，此处对运行参数进行说明，如图 5-14 所示。

图5-14 Blob 分析

- 阈值方式：当输入图像为二值图时可选不进行二值化。其他情况可选单阈值、双阈值、自动阈值、软阈值（固定）和软阈值（相对）二值化等五种方式。
- 当阈值方式选择单阈值、双阈值或自动阈值时：
 - 低阈值：可配置阈值下限。
 - 高阈值：可配置阈值上限。
 - 当高阈值高于低阈值时，目标灰度范围为[低阈值，高阈值]。当低阈值设置高于高阈值时，目标灰度范围为[0，高阈值]和[低阈值，255]。
- 当阈值方式选择软阈值（固定）时：
 - 软阈值柔和度：在软阈值低阈值和高阈值之间变化度的参数。
- 当阈值方式选择软阈值（相对）时：
 - 软阈值柔和度：在软阈值低阈值和高阈值之间变化度的参数。
 - 软阈值低尾部：阈值的左尾部，可按百分比例去掉。
 - 软阈值高尾部：阈值的右尾部，可按百分比例去掉。
 - 低阈值比例：软阈值范围内低阈值比例。
 - 高阈值比例：软阈值范围内高阈值比例。
- 极性：有暗于背景和亮于背景两种模式。

- 暗于背景是特征图像像素值低于背景像素值；
 - 亮于背景是特征图像像素值高于背景像素值。
- 阈值范围：用于筛选目标 blob 的特征计算阈值，包括低阈值和高阈值，blob 特征的计算值介于阈值范围内被判定为目标 Blob，否则被评定为非目标 blob 且不作输出。
 - 查找个数：设置查找 Blob 图形的个数。
 - 孔洞最小面积：blob 区域内容忍的最小非 blob 区域面积，不大于该值，则将孔洞填充为 blob。
 - 使能：当前特征使能若开启，则该特征用于 blob 筛选，若关闭，则该特征不会用于 blob 筛选。
 - 面积：目标图形的面积。
 - 轮廓长：特征图像的周长。
 - 长短轴：最小面积外接矩形的长和宽，长轴值大于短轴，如图 5-15 所示。

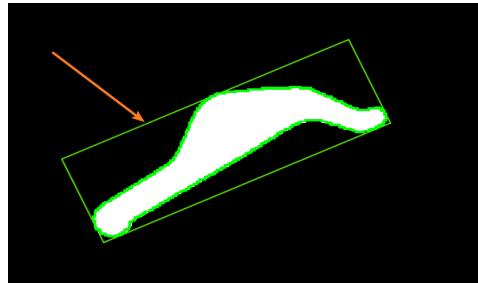


图5-15 BOX 区域

- 圆形度、矩形度：与圆或者矩形的相似程度。
 - 质心偏移：blob 质心与 blob 最小面积外接矩形中心的绝对像素偏移。
- 连通性：在图像处理中，通常情况下我们感兴趣的物体是由一些互相连通的像素集合而成。所以，为获得一个区域，我们必须计算出分割后所得到的区域内包含的所有连通区域。

在一个矩形像素网格上，对于连通性有两种定义。第一种定义是这两个像素有共同的边缘，即一个像素在另一个像素的上方、下方、左侧或右侧，称之为 4 连通；第二种定义是第一种定义的扩展，将对角线上的相邻像素也包括进来，称之为 8 连通，两种连通关系如图 5-16 所示。

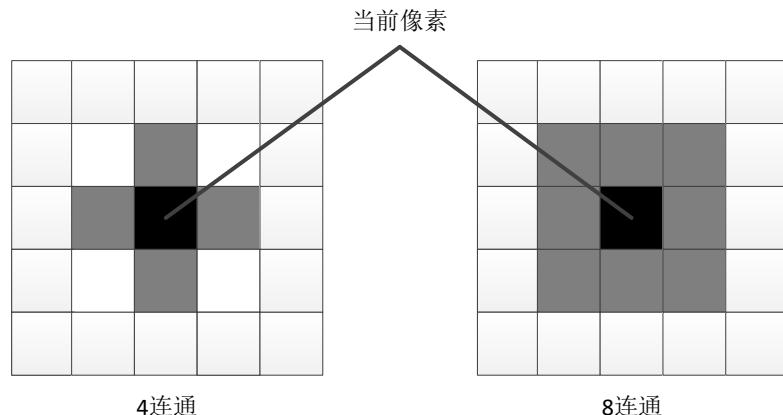


图5-16 连通性

5.2.6 卡尺工具

卡尺工具是一种测量目标对象的宽度，边缘的位置、特征或边缘对的位置和边缘对之间距离的视觉工具。不同于其他视觉工具，卡尺工具需要使用者明确期望测量或是定位的大致区域，目标对象或是边缘的特性等。卡尺工具可以通过选择不同的边缘模式来完成边缘或是边缘对的定位，基本参数见 工具应用举例章节，此处仅对部分运行参数进行说明，如图 5-17 所示。

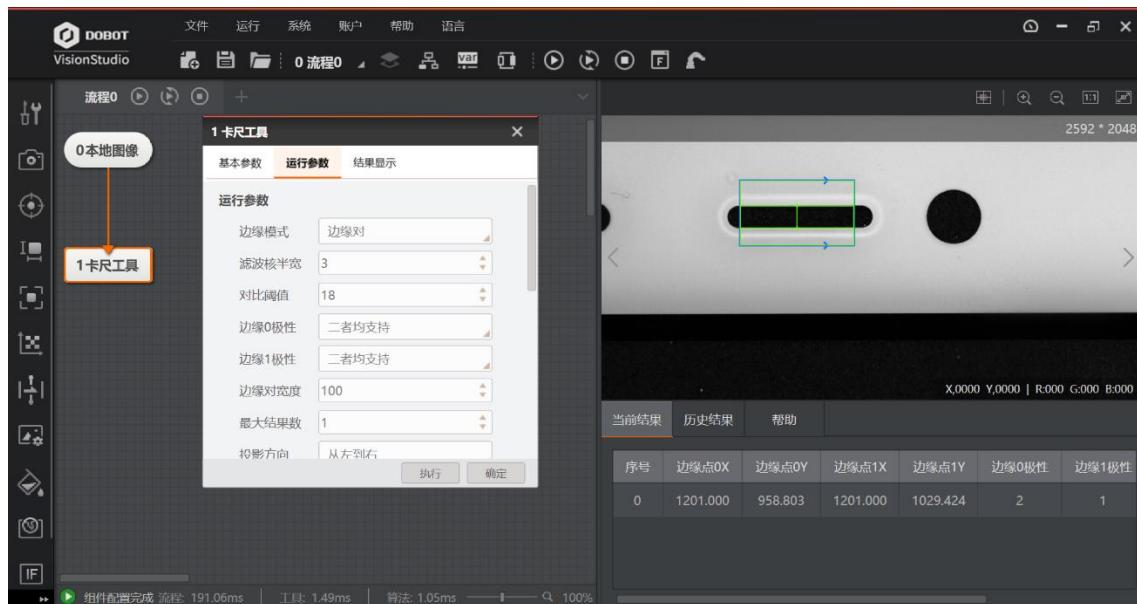


图5-17 卡尺工具

- 边缘模式：包括“单边缘”和“边缘对”两种模式。

- “单边缘”模式可以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”模式可以检测指定区域内的边缘间距。

- 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，该值需根据实际情况设置。
- 对比阈值：对比阈值即梯度阈值，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。
- 边缘极性：有白到黑、黑到白和二者均支持三种选择。
- 边缘对宽度：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。
- 投影方向：包括“从上到下”和“从左到右”，查找方向相对搜索 ROI 固定。
 - “从上到下”表示相对于搜索 ROI 按左右方向查找边缘点，若搜索 ROI 旋转 90° 则改为下上方向查找边缘点。
 - “从左到右”表示相对于搜索 ROI 按上下方向查找边缘点，若搜索 ROI 旋转 90° 则改为左右方向查找边缘点。

“单边缘”模式下有三种评分使能，如下：

- 对比度评分使能：按边缘对比度或边缘对对比度均值计分。用户可以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灰度变化的剧烈程度。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。
- 位置评分使能：按边缘或边缘对中心相对 ROI 区域中心的绝对位置差评分。
- 相对位置评分使能：按边缘或边缘对中心相对 ROI 区域中心的位置差（可正可负）评分。

每个评分使能下，均包括曲线类型、起点、中点、终点、计分高值以及计分低值等六个参数。曲线类型包括“递增”和“递减”两种类型。通过设置这六个参数使目标边缘点集合的分值最高，如图 5-18、图 5-19 所示。

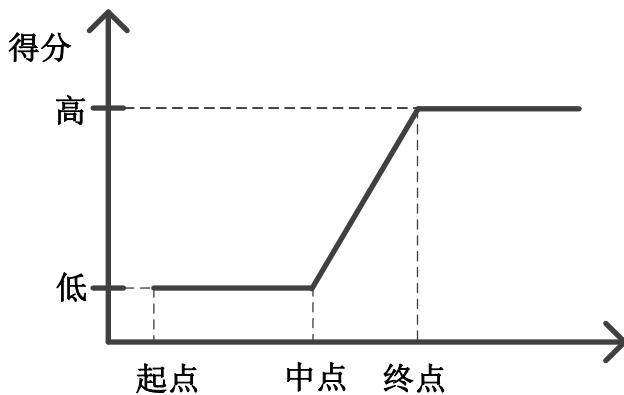


图5-18 递增类型

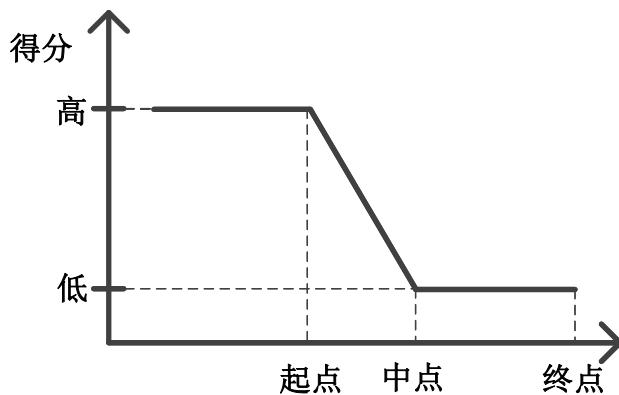


图5-19 递减类型

“边缘对”模式下有八种评分使能，如下：

- 对比度评分使能：见“单边缘”模式。
- 位置评分使能：见“单边缘”模式。
- 相对位置评分使能：见“单边缘”模式。
- 归一位置评分使能：按边缘对中心相对 ROI 区域中心的归一化绝对位置差评分，归一化分母为参数“边缘对宽度”。
- 归一相对位置评分使能：按边缘对的中心相对 ROI 区域中心的归一化位置差评分，归一化分母为参数“边缘对宽度”。
- 间距评分使能：按“边缘对实测距离/边缘对宽度”计分。
- 间距差评分使能：按“|边缘对实测距离-边缘对宽度|/边缘对宽度”，单边计分。
- 相对间距差评分使能：按“(边缘对实测距离-边缘对宽度) /边缘对宽度”，双边计分。

5.2.7 边缘查找

边缘查找用于查找图像中具有某些特征的边缘，基本参数与结果显示见 工具应用举例章节，此处仅对部分运行参数进行说明，滤波核半宽和对比度阈值参见 5.2.6 卡尺工具章节，如图 5-20 所示。



图5-20 边缘查找

- 搜索方向：包括“从上到下排序”和“从左到右排序”，查找方向相对搜索 ROI 固定。
 - “从上到下排序”表示相对于搜索 ROI 按上下方向查找边缘点，若搜索 ROI 旋转 90° 则改为左右向查找边缘点。
 - “从左到右排序”表示相对于搜索 ROI 按左右方向查找边缘点，若搜索 ROI 旋转 90° 则改为上下方向查找边缘点。
- 查找模式：有“最强边缘”、“第一条边缘”、“最后一条边缘”以及“所有边缘”四种模式，其中最强边缘表示只检测扫描范围内梯度阈值最大的边缘点集合。

5.2.8 间距检测

该工具用于检测两特征边缘之间的间距，首先是查找满足条件的边缘，然后进行距离测量，如图 5-21 所示。已经说明过的参数不再赘述，此处仅对部分参数进行说明。



图5-21 距离检测

- 查找模式：有“最宽”、“最窄”、“最强”、“最弱”、“第一对”、“最后一对”、“最接近”、“最不接近”以及“全部”九种模式。

- “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。

- 理想宽度：期望输出的边缘对像素间距尺寸。查找模式为：“最接近”、“最不接近”和“所有边”中使用。

5.2.9 位置修正

位置修正是一个辅助定位、修正目标运动偏移、辅助精准定位的工具。可以根据模板匹配结果中的匹配点和匹配框角度建立位置偏移的基准，然后再根据特征匹配结果中的运行点和基准点的相对位置偏移实现 ROI 检测框的坐标旋转偏移，也就是让 ROI 区域能够跟上图像角度和像素的变化，如图 5-22 所示。

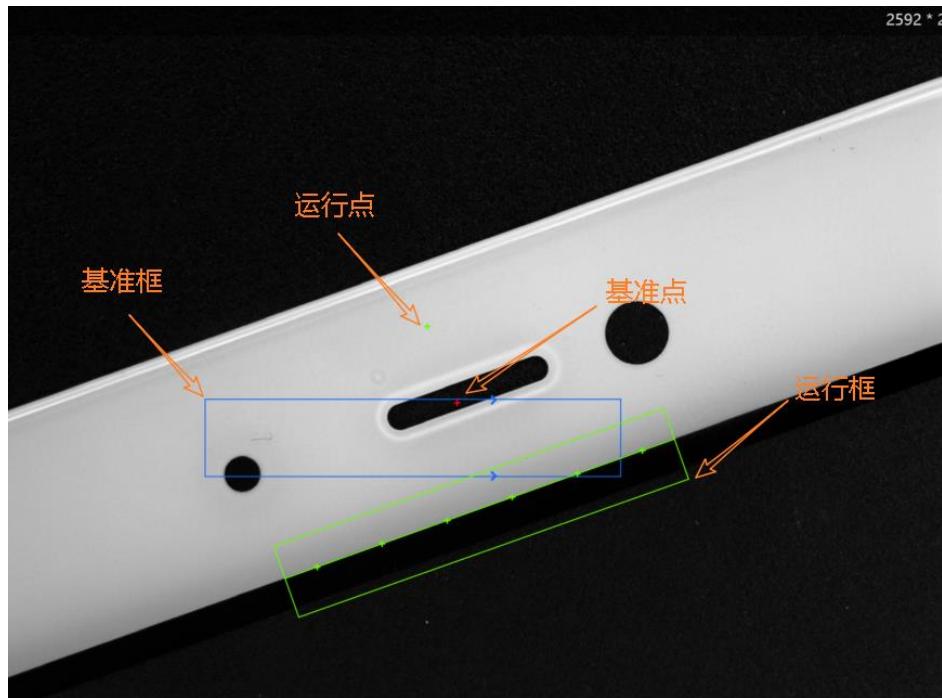


图5-22 位置修正点

基准点、基准框是创建基准时的特征匹配的匹配点、匹配框。运行点、运行框是目标图像特征匹配时的匹配点、匹配框。根据基准点与运行点可以确定图像的像素偏移，根据基准框与匹配框可以确定角度偏移，就能让 ROI 区域能够跟上图像角度和像素的变化。

位置修正的使用示意图如图 5-23 所示。



图5-23 位置修正

位置修正有两种方式，分别是按点修正与按坐标修正。按点修正，点的位置已经确定；按坐标则是用 x, y 来确定点的位置。需要注意的是不论是点还是坐标，它的位置信息都是从上一个模块传输过来的，它的作用是用来确定像素和角度的偏移。

通过一组对比图展示位置修正的作用，如图 5-24 所示，上方为修正后的图，下方为未经修正的图。

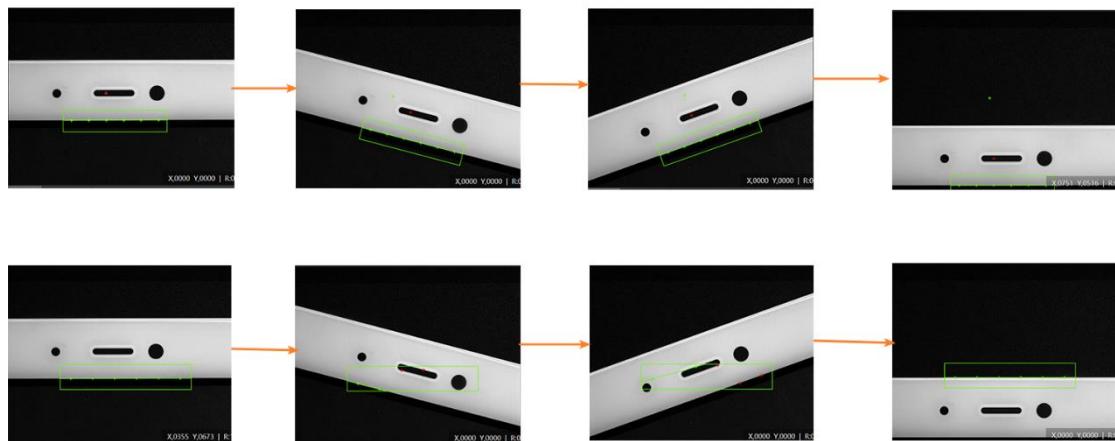


图5-24 位置修正效果

5.2.10 矩形检测

矩形检测用于检测目标图形中的矩形，基本参数和结果显示见 工具应用举例章节，运行参数上文已经分开说明，此处仅进行方案演示，如图 5-25 所示。

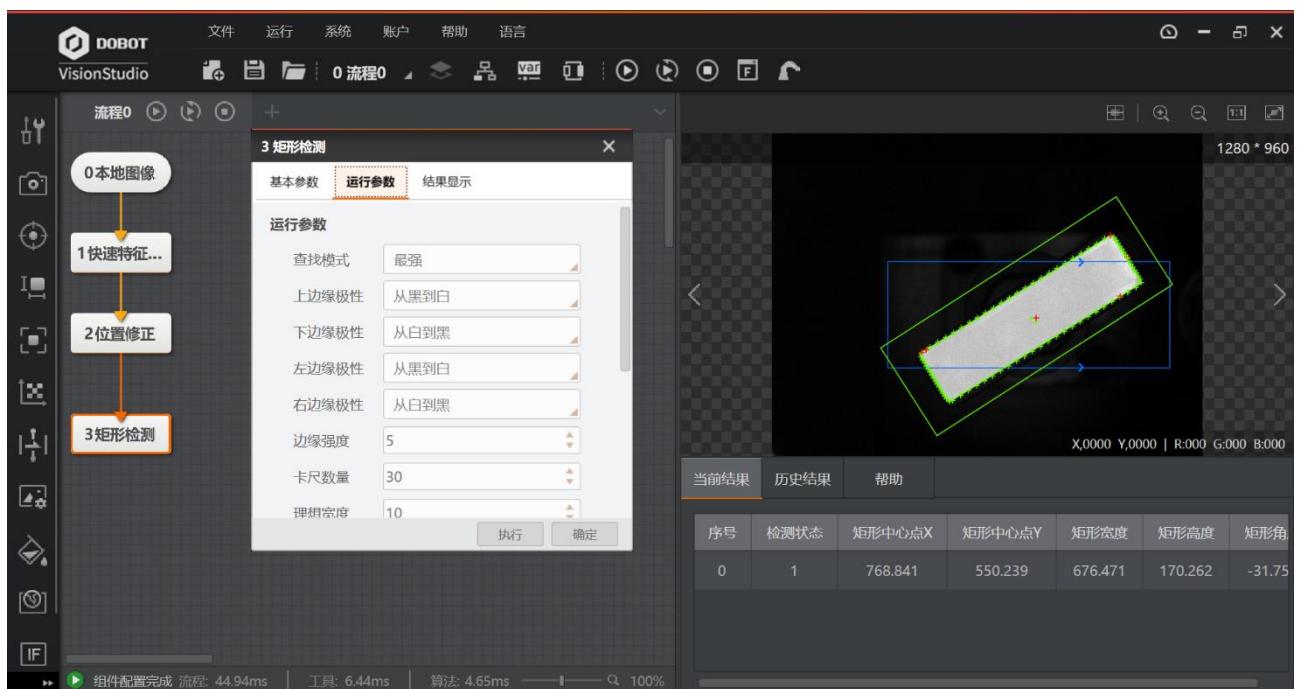


图5-25 矩阵检测

5.2.11 顶点检测

顶点检测工具用于检测指定区域内物体的一个顶点，如图 5-26 所示。



图5-26 顶点检测

- ROI 区域：继承是继承前面已经定义的区域，此处就是继承高精度特征匹配中的匹配框，所以可以定位到图中的 10 个感兴趣区域，通过循环查找每一个顶点。
- 扫描宽度：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，最小值为 1。在一定范围内增大该值，边缘点数目减少。
- 结果显示：设置如图 5-27 所示。



图5-27 结果设置

结果显示中边缘点和顶点都默认是绿色，如果需要凸显顶点，最好自定义顶点颜色。

5.2.12 边缘交点

边缘交点可以查找两边缘的交点，可以根据需要的交点设置查找方向和极性。当两条边相交时，交点就是查找的目标，当不相交时，交点是它们的延长线交点，基本参数与结果显示请参照 工具应用举例章节，此处仅对部分参数进行说明，如图 5-28 所示。

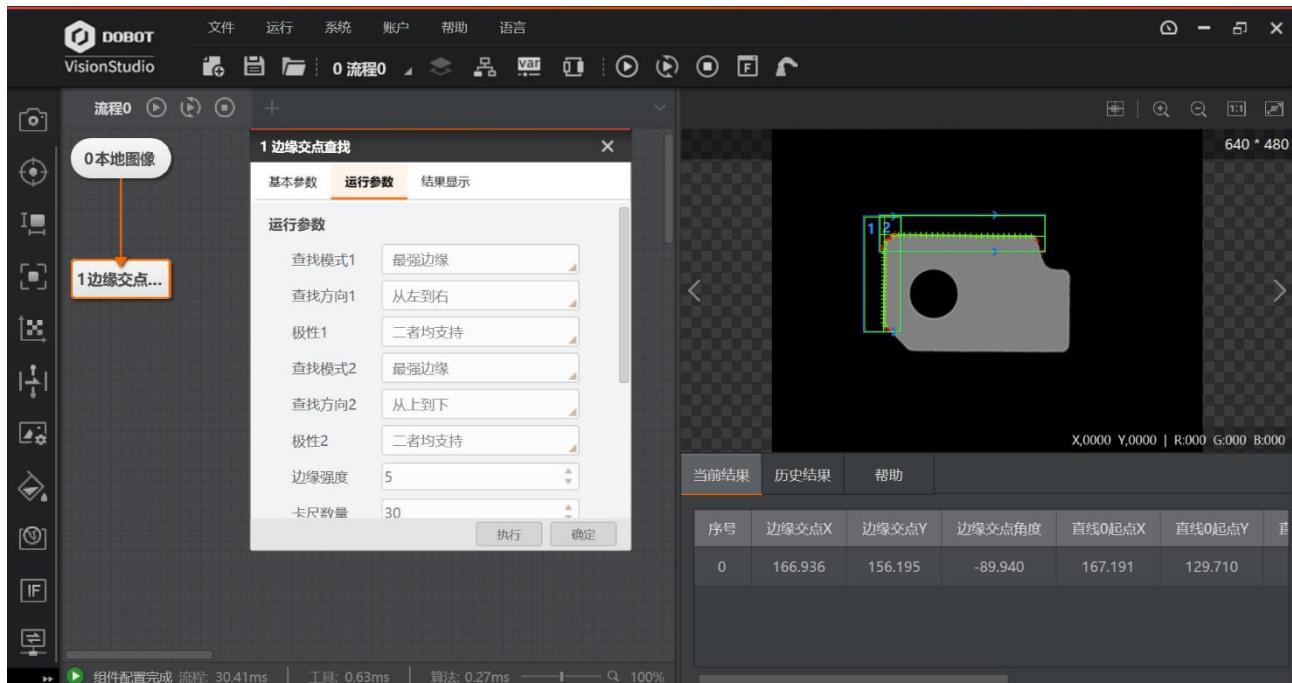


图5-28 边缘交点

- ROI 区域：可以设置一个，也可以设置两个。设置一个时在一个 ROI 区域内查找两条直线的交点。设置两个时在两个 ROI 区域中分别查找直线，然后查找两条直线交点。
- 查找模式：查找模式 1 也就是在 ROI 1 区域中查找直线，查找模式 2 也就是在 ROI 2 区域中查找直线。

5.2.13 平行线查找

平行线查找用于查找在容忍角度范围内近似平行的直线，同时两条平行线的中线也会在中间显示，如图 5-29 所示。运行参数见 5.2.4 直线查找章节，此处仅对部分参数进行说明。

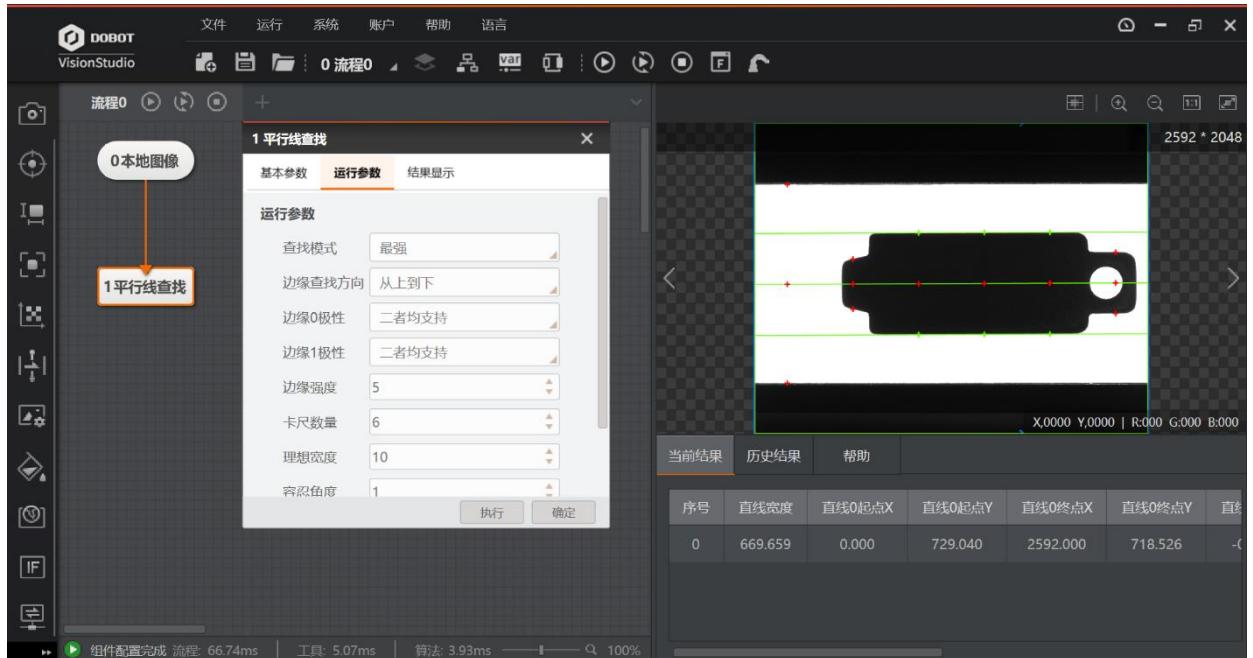


图5-29 平行线查找

- 容忍角度：容忍角度应该是目标直线的角度差小于容忍角度才会被判定为平行线，大于容忍角度，判定为非平行线。

滤波核大小：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，该值需根据实际情况设置。

5.3 测量

5.3.1 线圆测量

线圆测量模块返回的是被测物图像中的直线和圆的垂直距离和相交点坐标。首先需要在被测物图像中找到直线和圆，即需要用到几何查找中的直线查找和圆查找模块，如图 5-30 所示。

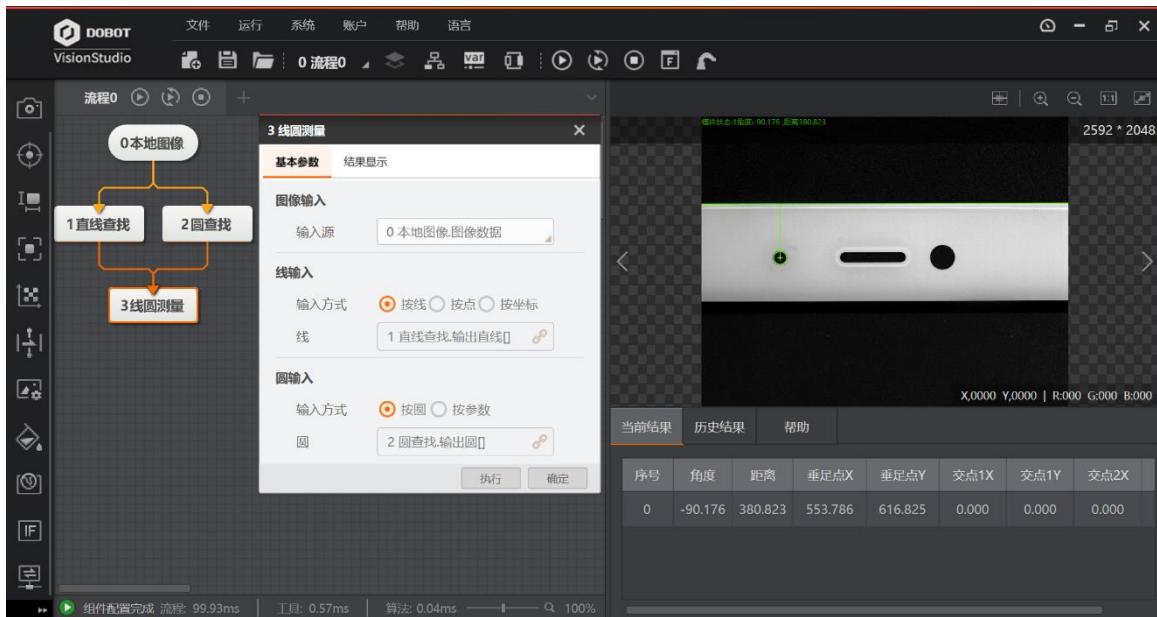


图5-30 线圆测量

具体操作步骤描述如下：

步骤2 方案搭建：在操作区选择图像源，将直线查找、圆查找和线圆测量的算法模块拖入操作区，使用操作线将几个模块依次连接起来，单击运行即可完成方案搭建如上图所示。

步骤3 分别找到目标圆和直线后返回，单击输入配置，然后配置给此工具输入圆和输入直线即可。直线和圆的输入方式有如下几种：

- 按线/按圆：输入源选择直线查找和圆查找的结果。
- 按点：自定义或者绑定直线的起点、终点、角度。
- 按坐标：自定义或者绑定直线的起点与终点 X/Y 坐标。
- 按参数：自定义或者绑定圆心的坐标以及半径长度。

步骤4 输出结果：线圆垂直距离、线圆交点坐标、圆心投影坐标。

5.3.2 线线测量

两条直线一般不会绝对的平行，所以线线测量距离按照线段四个端点到另一条直线的距离取平均值计算。线线测量分为距离和绝对距离，距离的正反可以表示两条直线的相对位置关系，第一条只可以在第二条直线的左右/上下；在左边/上边则是正，在右边/下边是负，如图 5-31 所示。此处对输入方式及输出结果进行说明。

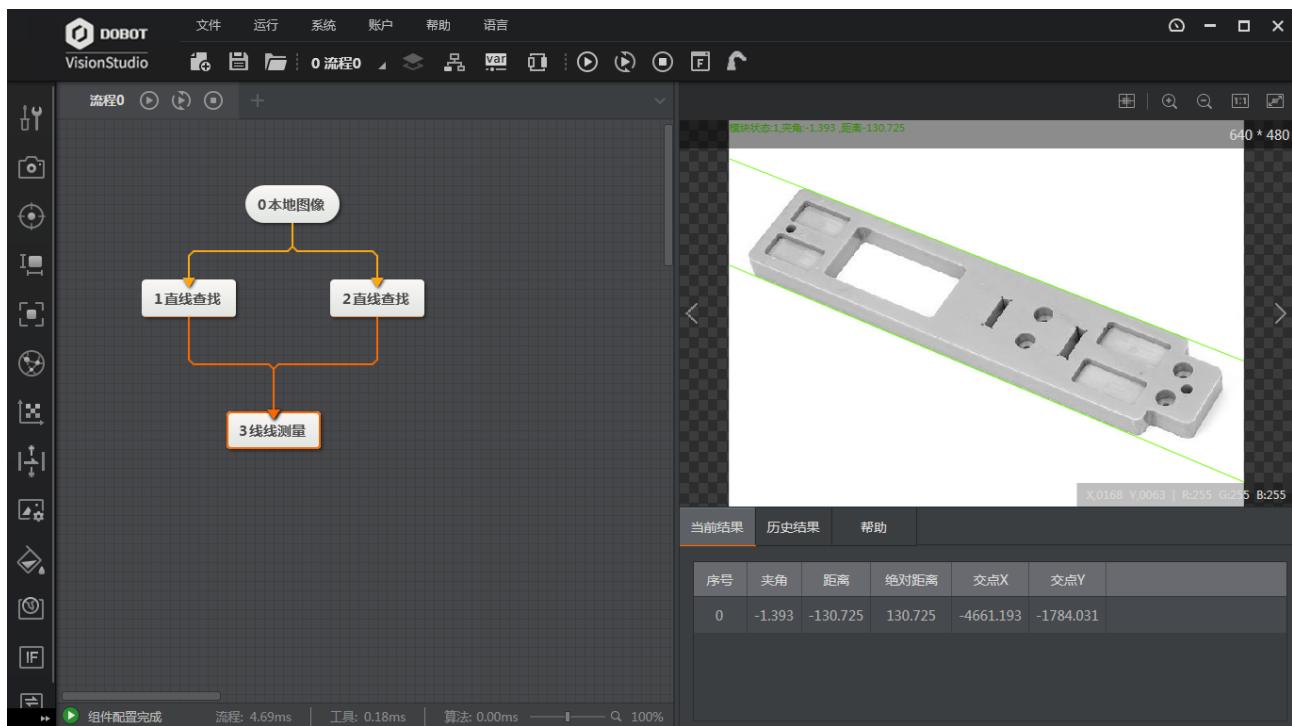


图5-31 线线测量

- 按线：输入源是直线查找的结果。
- 按点：自定义或者绑定直线的起点、终点、角度。
- 按坐标：自定义或者绑定直线的起点与终点 X/Y 坐标。
- 夹角：两条直线的角度差值。
- 距离：有两个直线段，共四个点，每个点到另一条直线距离，四个距离的“均值”即为距离。
- 绝对距离：距离的绝对值。
- 交点 X：两条直线延长线的交点 X 坐标。
- 交点 Y：两条直线延长线的交点 Y 坐标。

5.3.3 圆圆、点圆、点线、点点测量

参考 5.3.1 线圆测量章节，根据不同输入需求配置相应工具里面的输出结果即可，具体方案不再赘述。

5.3.4 圆拟合与直线拟合

圆拟合，基于三个及以上的已知点拟合成圆，如图 5-32 圆拟合所示，先检测顶点形成点集后拟合成圆。



图5-32 圆拟合

基本参数:

- 图像输入：通常是选择采集到的图像。
- 拟合点：选择流程中采集到的点集作为拟合来源。

运行参数如所示：



图5-33 圆拟合运行参数

- 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：允许离群点到拟合圆的最大像素距离，值越小，排除点越多。
- 初始化类型：有全局法和穷举局部两种。
- 权重函数：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。
- 最大迭代次数：拟合算法最大执行次数。

直线拟合最少需要两个拟合点，与圆拟合原理类似不再赘述，具体参数参照上述圆拟合，此处仅做演示说明。如图 5-34 所示，以圆为模板进行特征匹配，利用匹配点再拟合成直线。

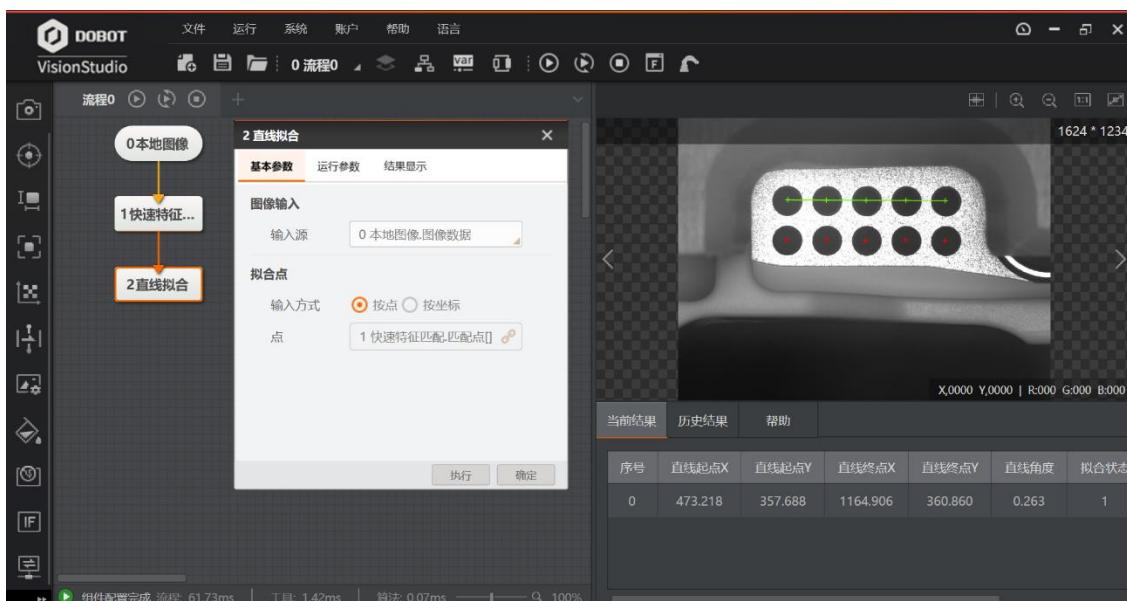


图5-34 直线拟合

5.3.5 亮度测量

亮度测量模块测得的是被测物图像 ROI 内所有像素点的灰度均值和灰度标准差。先在操作区选择图像源，将亮度测量算法模块拖入操作区，使用操作线将模块依次连接起来。使用 ROI 工具选择大致区域缩小查找范围，完成后单击运行，即可看到检测结果，可以清晰看到各个灰度值下像素点的分布，如图 5-35 所示。

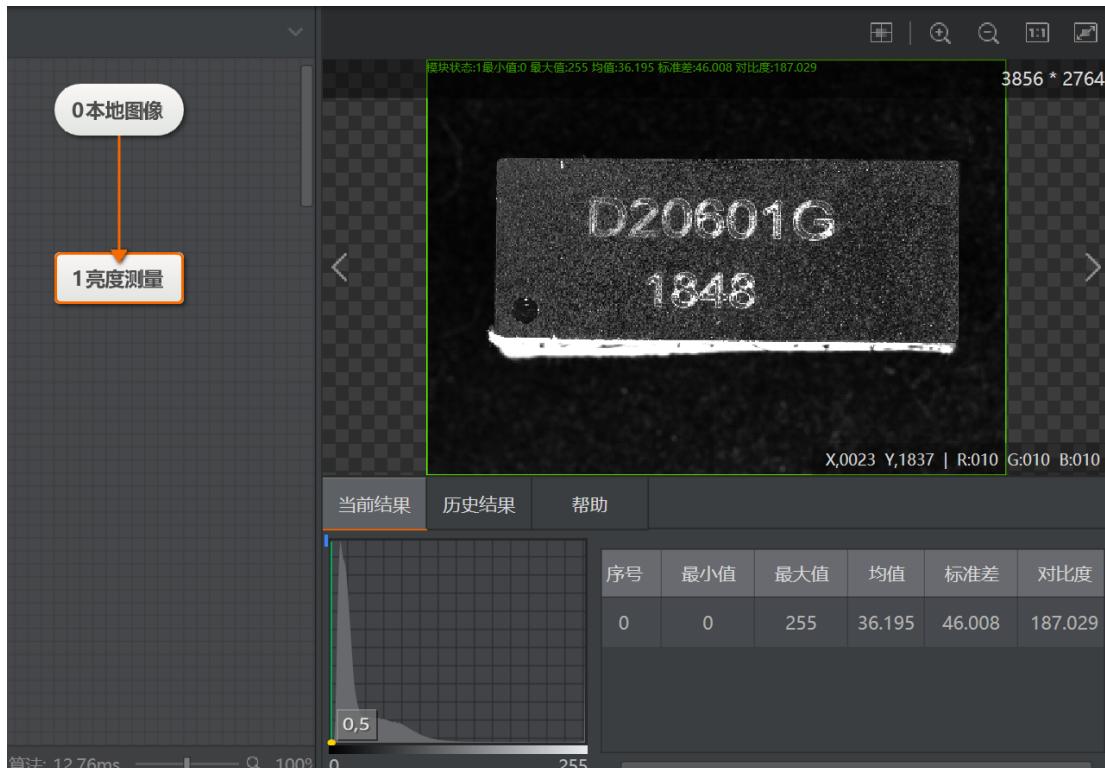


图5-35 亮度测量

5.3.6 像素统计

设置一个需要统计像素的区域，统计区域中某个灰度值范围内的的像素个数，如图 5-36 所示。



图5-36 像素统计

- 低阈值：需统计区域中的像素灰度值需大于此值。
- 高阈值：需统计区域中的像素灰度值需小于此值。
- 比率：该范围像素点所占比率。

说明

如果低阈值大于高阈值，像素值取满足[0, 高阈值]以及[低阈值, 255]的点；如果低阈值小于高阈值，取满足[低阈值 , 高阈值] 的点。

5.3.7 直方图工具

设置一个目标区域，统计目标区域中的像素个数、灰度值均值、最小值、最大值、峰值、均值、标准差、像素数量和对比度。还会生成灰度直方图，可以清晰看到各个灰度值下的像素点分布状态，如图 5-37 所示。

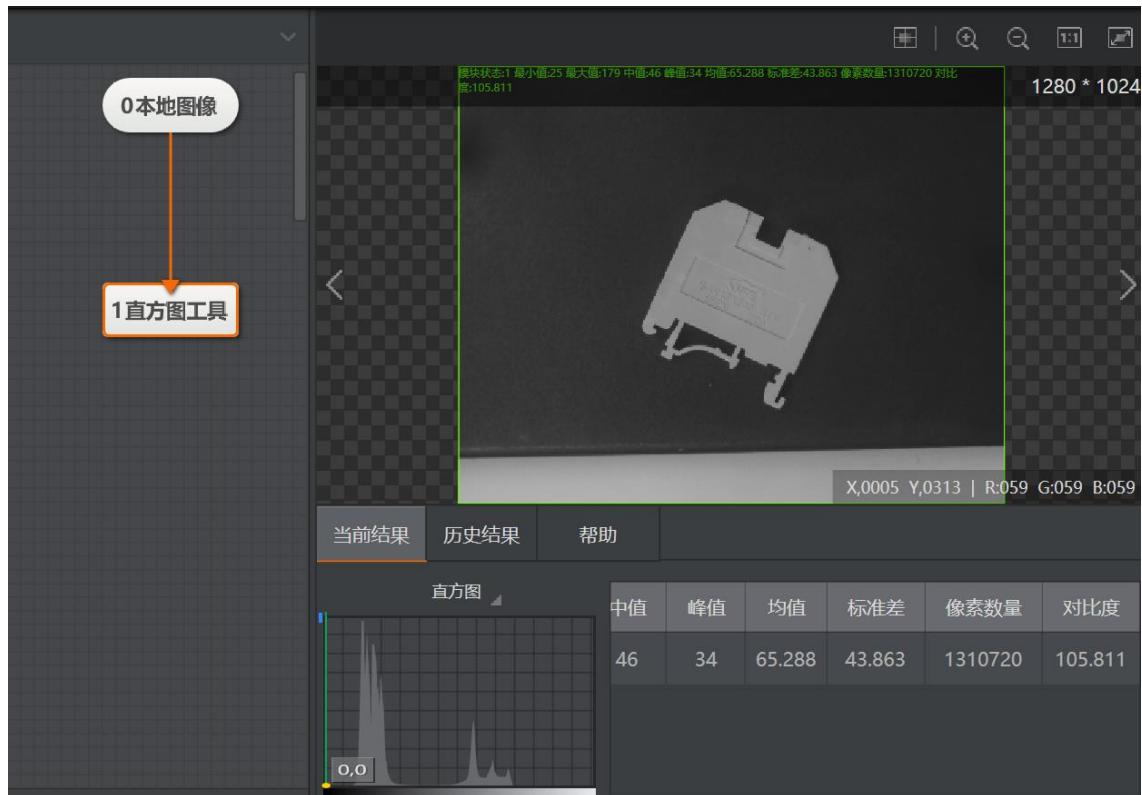


图5-37 直方图工具

5.3.8 几何创建

使用该工具可以自由创建辅助点、线段和圆。当有些点、直线或者圆定位较难时可根据图形特征自己创建，如图 5-38 所示，圆查找不到好定位的白色圆轮廓可以自己创建。

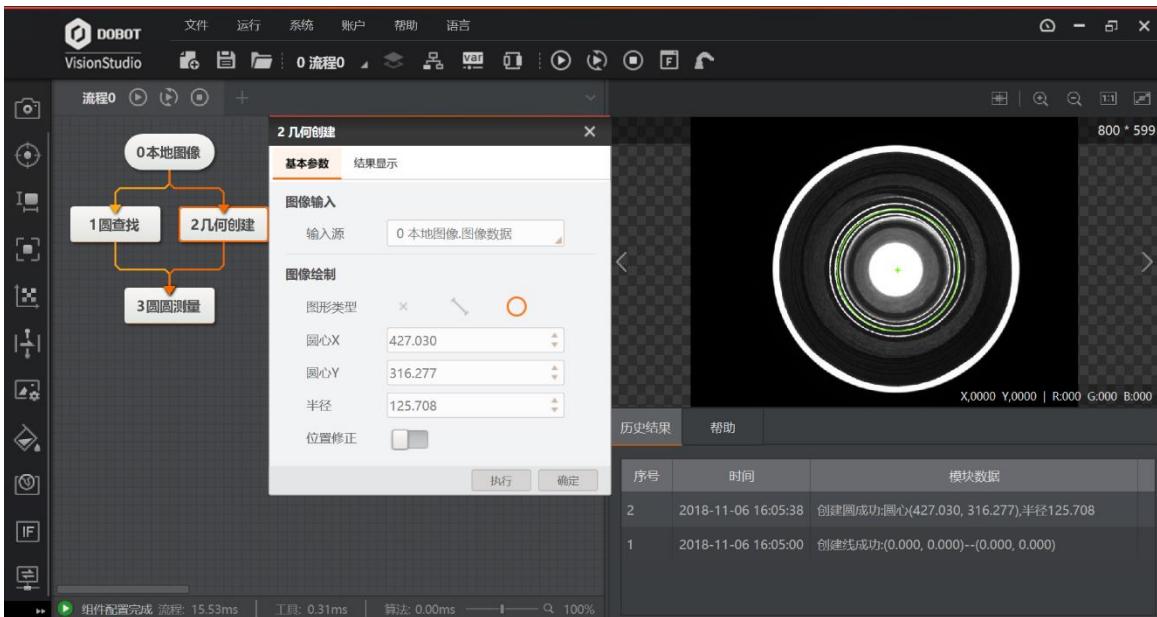


图5-38 几何创建

几何创建可创建点、直线和圆，具体方法如下：

- 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：使用鼠标在图中拖动生成，然后移动端点或者修改圆心 X、Y 坐标和半径大小，可以配合位置修正使用。

5.4 识别

在下拉菜单中选择识别工具，目前支持二维码、条码、OCR 和 VeriCode 识别，如图 5-39 所示。



图5-39 识别

5.4.2 二维码识别

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。一次可以高效准确的识别多个二维码，目前只支持 QR 码和 DataMatrix 码，如图 5-40 所示。

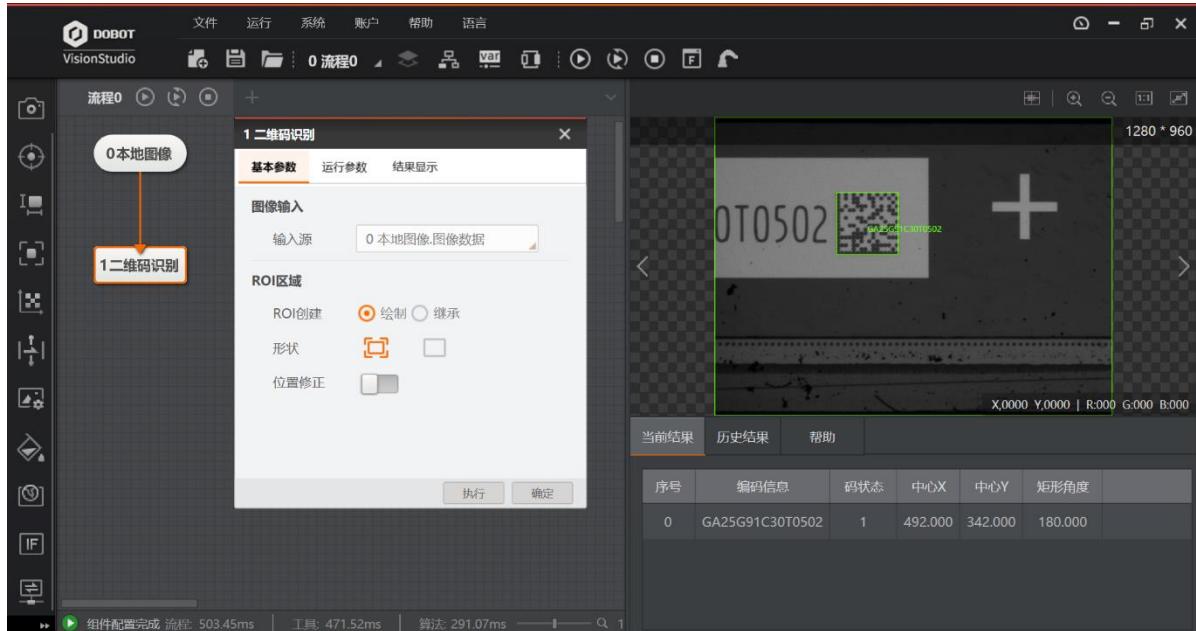


图5-40 二维码识别

- QR 码、DataMatrix 码：开启后可以识别该类型的码，当不确定码类型时建议都打开。
- 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。有时场景中的二维码个数不定，若要识别所有出现的二维码，则该配置参数以场景中二维码个数最大值作为配置。在部分应用中，背景纹理较复杂，当前参数可以适当大于要识别的二维码个数，会牺牲一些效率。
- 极性：有任意、白底黑码和黑底白码三种形式，可以根据自己要识别码的极性进行选择。
- 边缘类型：有连续型、离散型和兼容模式三种类型，如图 5-41 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5-41 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。算法库支持的二维码最小模块占像素数的最大值是 16，所以当场景中最小模块占像素数超过

16 时一定要配置该参数或者更改图像采集方案减小，例如 2 倍下采样。当场景中最小模块没有超过 16 时，要根据现场效果进行调节。

- 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：镜像模式启用开关，指的是图像 X 方向镜像，包括“镜像”和“非镜像”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，该参数开启，否则不开启。
- QR 畸变：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需要开启该参数。
- 超时退出时间：算法运行时间超出该值，则直接退出，单位 ms。设置为 0 时，超时退出时间就会关闭以实际所需的算法时间就运行多少时间。
- 应用模式：正常场景下采用普通模式，专家模式预留给较难识别的二维码，当应用场景简单、单码、码清晰、静区大且干净则根据需要可以采用极速模式。
- DM 码类型：有正方形、长方形、兼容模式三种类型。

5.4.3 条码识别

该工具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，具体步骤如图 5-42 所示。



图5-42 条码识别

- 码类型开关按钮：支持 CODE39 码、CODE128 码、库得巴码、EAN 码、交替 25 码以及 CODE93 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，则输出实际数量的条码。
- 下采样系数：下采样系数也叫降采样，即是采样点数减少。对于一副 $N \times M$ 的图像来说，如果降采样系数为 k ，则即是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。
- 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 8，但一般也要保证条码高度大于窗口大小的 6 倍左右；取值范围 4~65。
- 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，默认 30~2400。
- 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。
- 畸变支持：当所识别的条码有畸变时需要开启该控件。
- 断针支持：当条码出现了断针打印时需要开启该控件。
- 光斑支持：当所识别的条码有光斑时需要开启该控件。

5.4.4 字符识别

字符识别工具用于读取标签上的字符文本，需要进行字符训练，具体步骤如下：

步骤1 拖拉字符识别模块到流程编辑区，双击后进行参数配置。

步骤2 进行字符训练前的参数设置。

- 字符极性：有白底黑字和黑底白字两种。
- 字符宽度范围：设置字符的最小宽度和最大宽度。
- 宽度类型：有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。
- 字符高度范围：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。
- 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：Blob 片段到文本基线的距离，大于该值则删除。
- 忽略边框：是否删除与 ROI 边界接触的 Blob 片段。
- 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。
- 间隙合并：是否合并字符间最小间隙。

- 最小间隙：字符间的最小间隙。
- 最大宽高比：最大的宽高比。
- 分类方法：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：支持欧式距离和余弦距离；前者描述两特征向量的直线距离，后者描述两特征向量的夹角大小。

步骤3 双击字库训练进行字符训练。

- 框选目标字符区域；
- 单击“提取字符”，会出现已被红色框分割的字符；
- 单击“训练字符”，自己输入对应的字符真值，全部添加至字符库即可完成训练，若识别不准确可重复训练。如图 5-43 所示。



图5-43 字库训练

步骤4 单击运行，即可对图像中的目标字符进行输出，如图 5-44 所示。

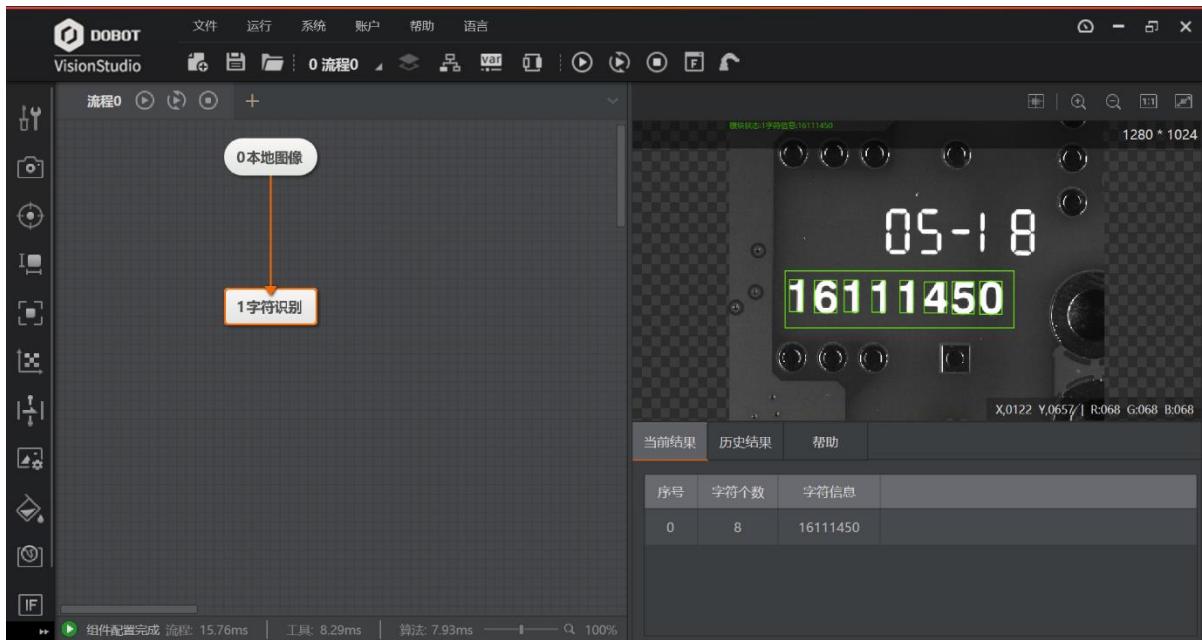


图5-44 字符识别

5.4.5 VeriCode 识别

用于检测和读取指定区域的 Vericode 码，允许二维码图像存在旋转任意角度和一定量的倾斜角度，此处仅对运行参数进行说明，具体步骤如图 5-45 所示。

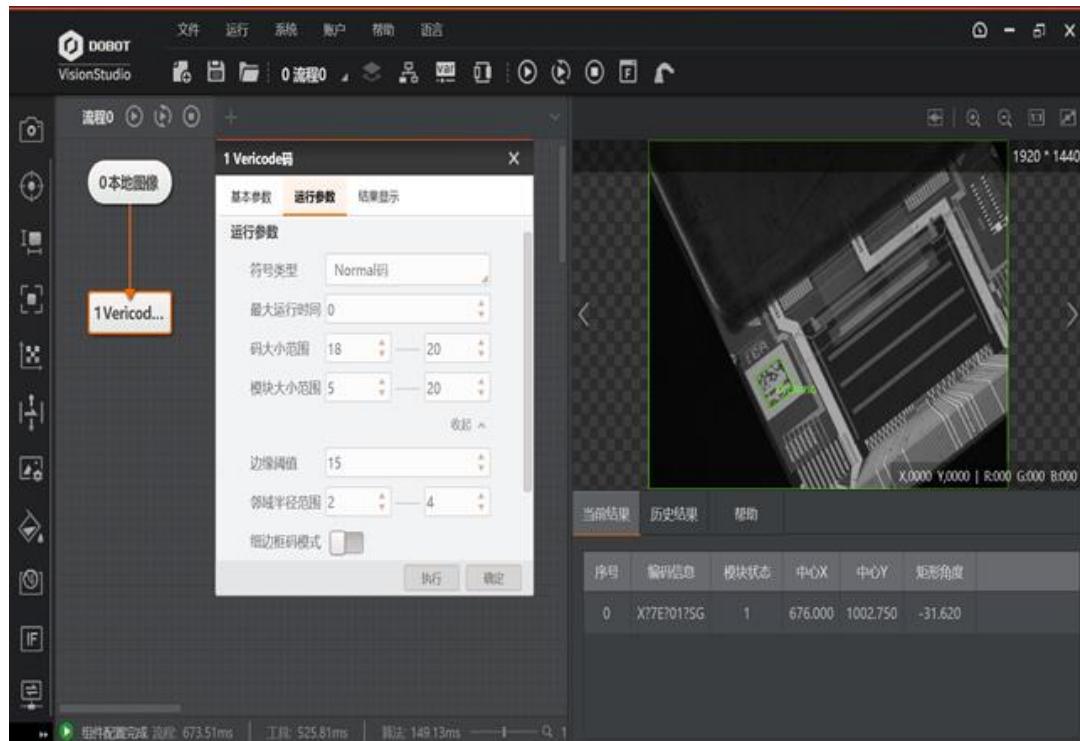


图5-45 Vericode 码识别

- 符号类型包括“白色码”、“黑色码”、“边沿码”和“Normal 码”四种模式。

- “白色码” 表示只检测指定区域内黑色背景中的白色码；
 - “黑色码” 表示只检测指定区域内白色背景中的黑色码；
 - “Normal 码” 表示检测指定区域内的白色与黑色码；
 - “边沿码” 表示只检测指定区域内的边沿码。
- 最大运行时间：设为“0”时，表示不设超时，等程序运行完再退出；设为“>0”时，表示程序耗时超过该时间会退出。
 - 码大小范围：表示二维码一行或一列具有的黑白方格或圆点数目，包含两侧的边框，一类二维码的码大小是固定的。
 - 模块大小范围：表示 Vericode 码中单个模块的宽或高具有的像素范围。下限为“3”，表示可检测的最小码的单个模块的宽高值为 3 个像素，上限为“50”，表示可检测的最大码的单个模块的宽高值为 50 个像素。
 - 边缘阈值：Vericode 码内角点的邻域内亮度的最大值与最小值的差值，默认值为 15。图像的亮度很暗时，需要减小该值可提高检测率，但耗时会增加。
 - 邻域半径范围：二维码中每个具有对称性的角点形状不变的像素数据。该参数的下限的最佳值设为模块大小的 $1/3$ ，最小极限值为 2；该参数的上限的最佳值设为模块的 $1/2$ ；对于绝大部分图像，上下限范围设为 2~4 即可满足需求。（不对边沿码开放）
 - 细边框模式：定位细边框 Normal 码的使能参数；若被识别的 Normal 码的边框宽度小于其他模块尺寸时，可开启该参数，提高定位成功率。（不对边沿码开放）
 - 译码自适应：是否自适应包括对比度、采样宽度、CELL 位、最小码尺寸、最大码尺寸、EDAC 纠错等级、压缩模式在内的译码参数。

说明

需要选配vericode授权码使用。

5.5 深度学习

5.5.1 介绍

深度学习是由传统神经网络发展的一类机器学习算法，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，可用于字符定位、识别，缺陷检测，图像分类，目标检测。

深度学习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，需要进行标签的标注，要尽可能的保证数据的多样性，对分辨率要求较低，以字符定位为例，需要至少 150 张的图片样本。

说明书

- 此功能模块对电脑配置要求较高，且不支持 RTX 系列显卡。深度学习分类、目标检测、文本定位、缺陷检测、字符识别模块显存要求 2G 以上，需要搭配 Geforce GTX960 及以上显卡。深度学习训练工具显存需要 4G 及以上，需要搭配 GTX 1080 及以上显卡。推荐使用技嘉 GTX1080Ti、华硕 GTX1080Ti、英伟达 GTX1080Ti 显卡。
- DL 字符定位、分类和目标检测有 G 和 C 两种方式，GPU 版本的模块名称后缀为“G”，CPU 版本的模块名称后缀为“C”，CPU 版本不依赖于显卡。
- 此功能需要配合深度学习专用加密狗使用。

5.5.2 DL 训练工具

训练工具主要用于对样本的训练，需要完成选择训练文件及类型、特征标定、模型训练这三步，如图 5-46 所示。

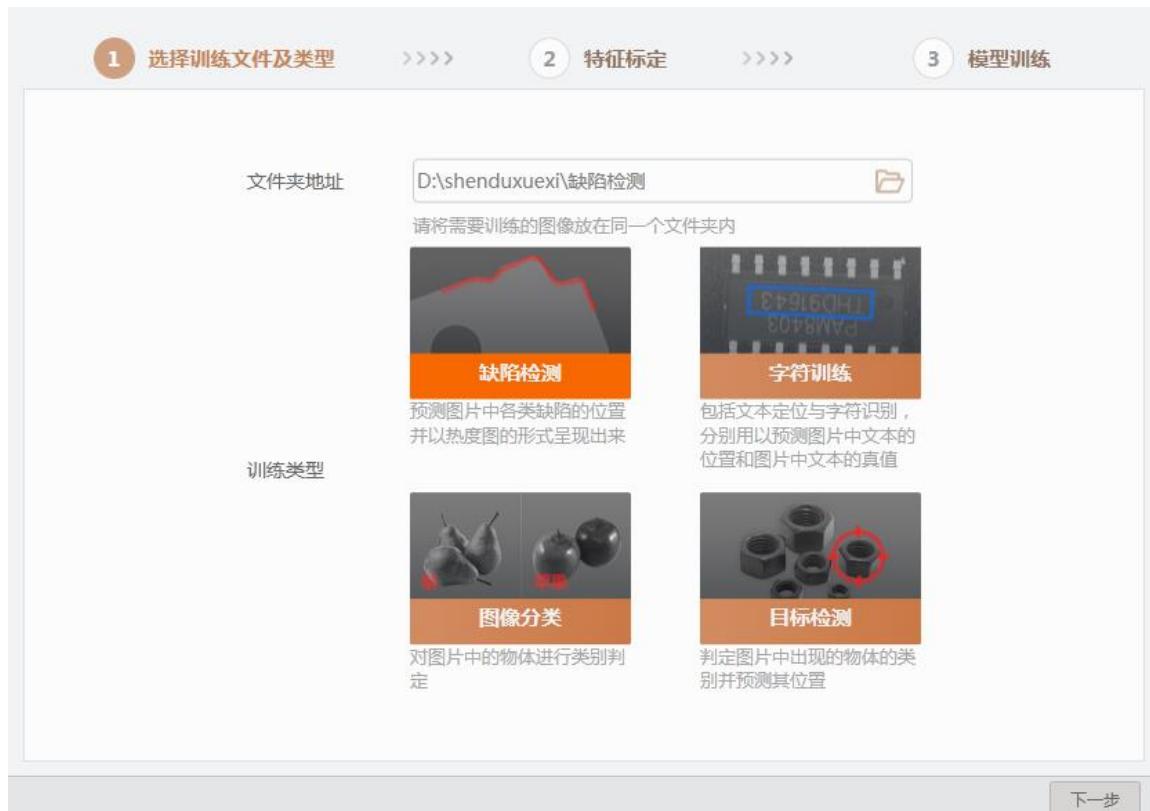


图5-46 DL 训练工具

缺陷检测

缺陷检测主要用于 DL 缺陷检测前的样本训练，样本容量越丰富，对缺陷的定位越准确。具体步骤如下：

步骤1 训练类型处择“缺陷检测”，文件夹地址里加载将要训练的图片文件，里面需包含所有的样本图片，单击下一步跳转至特征标定。

步骤2 进入特征标定界面，如图 5-47 所示。

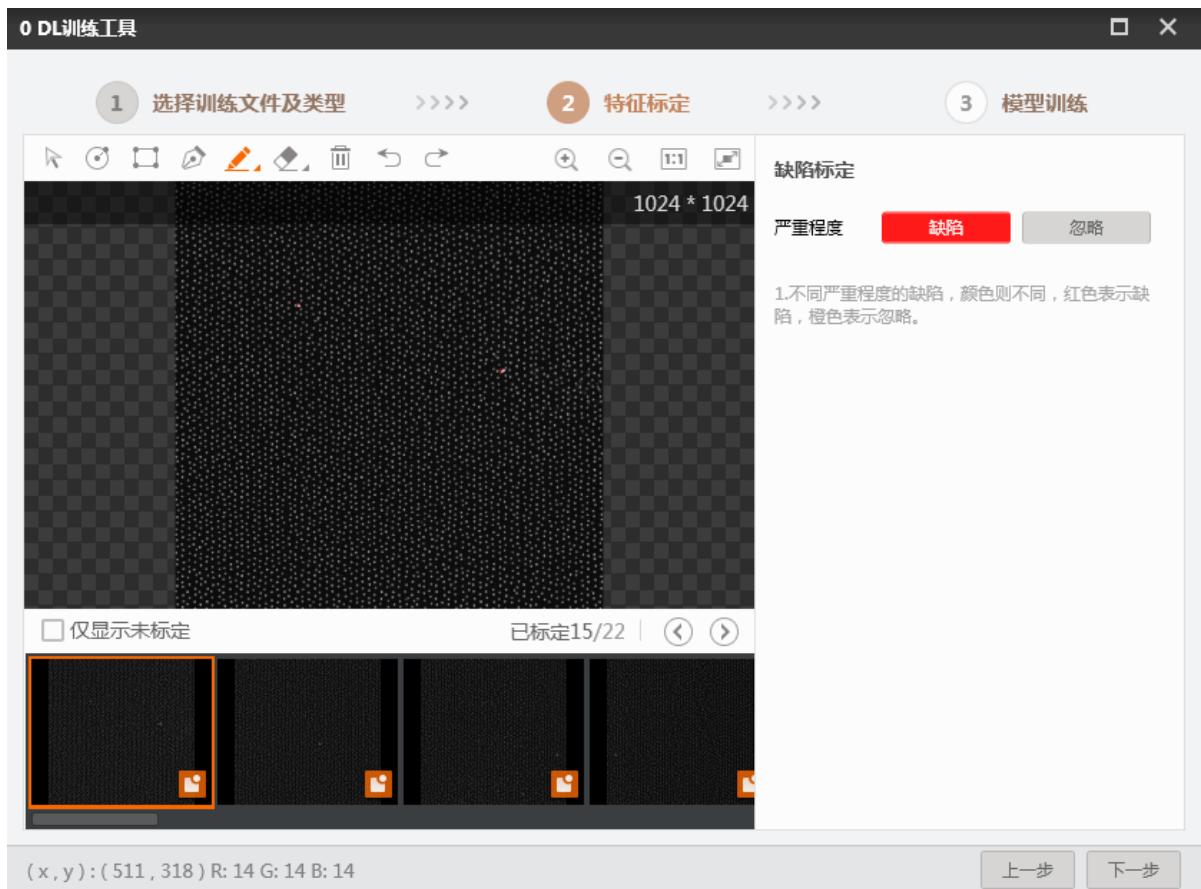


图5-47 特征标定

- 在缺陷图像中标记出一个或多个有缺陷的区域，被标记过的地方会变成橙红色。可以在“严重程度”中把该区域定义为“缺陷”也可以选择“忽略”，“缺陷”是把选定的区域定义为缺陷区域，“忽略”则表示某些与缺陷非常接近的特征，容易误判，需要排除忽略掉。
- 一张标定完成后切换至下一张，标定数量少于 11 张时会提示标定数量不够，在标定完所有的样本后单击下一步进入模型训练。

界面上方快捷工具栏中，从左到右依次是移动图像、标定圆形缺陷区域、标定矩形缺陷区域、自定义多边形缺陷区域、自己涂画缺陷区域并定义严重程度、删除框选的缺陷区域、撤销、返回。

步骤3 进入模型训练模块后设置好训练参数，然后开始模型训练，如图 5-48 所示。

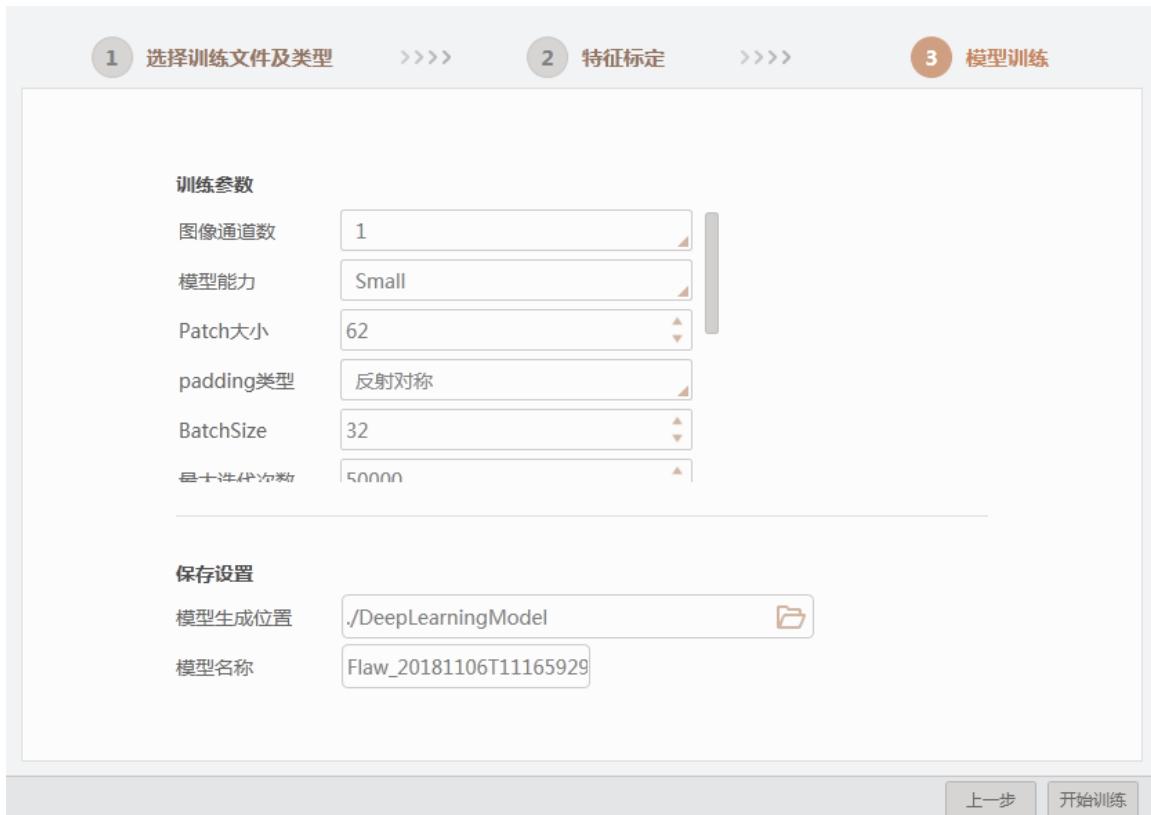


图5-48 模型训练

训练参数设置如下：

- 图象通道数：1 代表灰度图，3 代表彩色图。
- 模型能力：检测缺陷的精细程度，有 Small、Big、Normal 三种模型，Small 模型能够处理单一、复杂度低的场景，训练和检测运行效率高。Big 模型能够处理非常复杂的场景，Normal 介于两者之间，默认采用 Normal 模式。
- Patch 大小：Patch 的大小。
- Padding 类型：图片边缘填充方式。
- BatchSize：边缘填充比例。
- 最大迭代次数：最多训练图片的张数，值越大，耗时越长。
- 学习率：该参数决定了训练的速率。值越大，训练损失会下降越快，但有可能出现训练损失震荡幅度较大而不收敛情况，甚至训练损失变为无穷大而训练失败；该值越小，训练损失下降越慢，如果过小，可能出现训练损失几乎没有下降，在设定的最大训练迭代次数内达不到好的训练效果。

角度范围设置如下：

- 角度范围：确定图片的角度范围。

- 缩放比例范围：图像的缩放比例。
- 亮度变化：图像亮度变化值。
- 对比度变换：对比度大小。
- 翻转类型：图像旋转变化。
- 模型生成位置：自定义模型生成位置。
- 模型名称：自定义模型名称。

在训练过程中重点关注训练误差，如图 5-49 所示：



图5-49 训练误差

- 变化过慢：考虑适当调大学习率。
- 误差依然在下降但已经结束训练：增大最大迭代次数。
- 误差一直比较大：建议检查数据集是否合格。
- 误差时大时小，变化无规律：幅度不大则属于正常现象，否则建议检查数据集或调低学习率。

字符训练

字符训练主要用于 DL 识别或者定位前对样本的“识字教学”，样本容量越丰富，对字符的识别越准确。

具体步骤如下：

步骤1 训练类型处择“字符训练”，文件夹地址里加载将要训练的图片文件，里面需包含所有的样本图片，单击下一步跳转至特征标定。

步骤2 进入特征标定界面，如图 5-50 所示。



图5-50 字符特征标定

先框选出目标字符，可一次框选多个区域，然后在标签值中输入真值，回车确认后对下一张进行标定。

步骤3 进入模型训练模块后设置好训练参数，然后开始模型训练，当选择字符识别时，如图 5-51 所示。

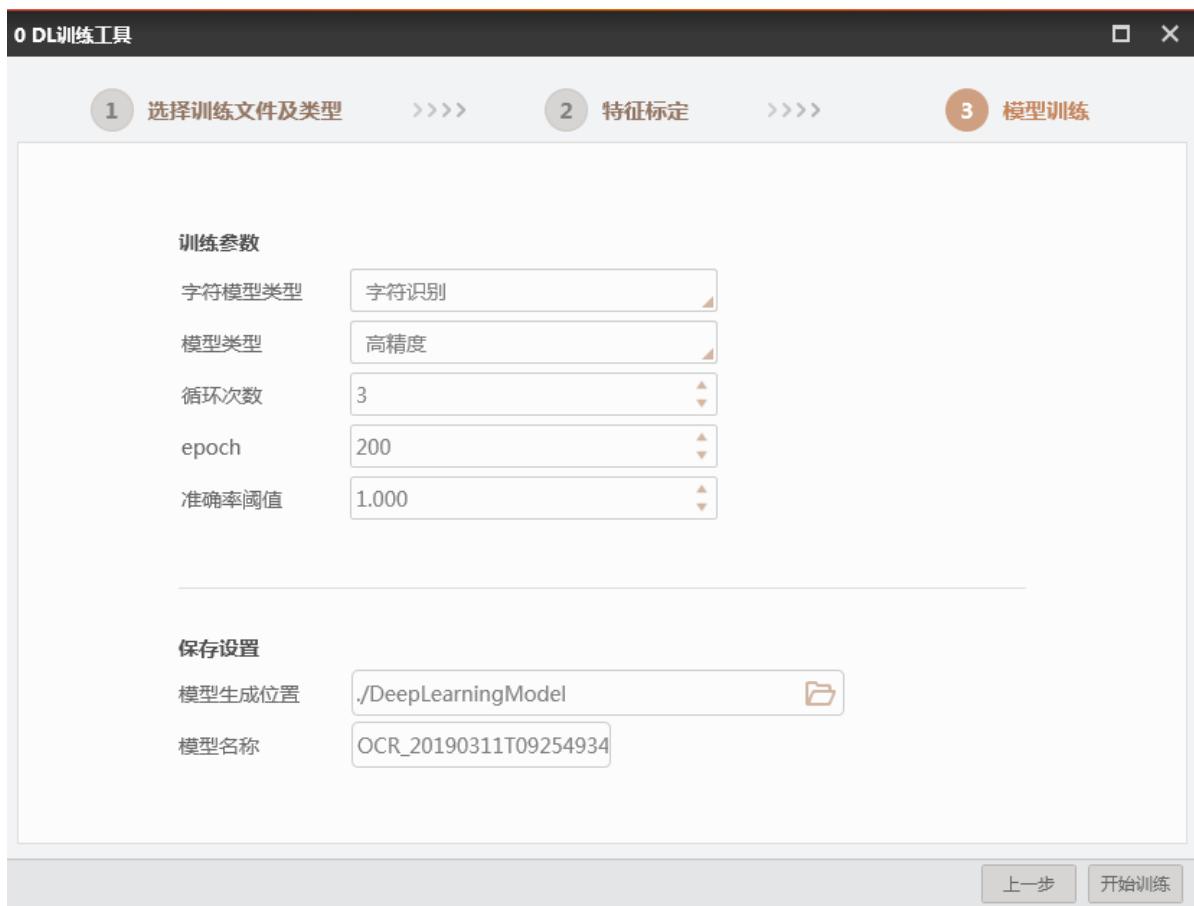


图5-51 模型训练

- 模型类型：有高精度，轻量快速，普通三种模式。
- 循环次数：数据集循环的次数。
 - Epoch：整个数据集参与训练的次数,根据数据集复杂程度确定。
 - 准确率阈值：当字符训练精度达到该阈值时就会停止训练，实际应用中建议设为0.98及以上。

当选“文本定位”时如图 5-52 所示：

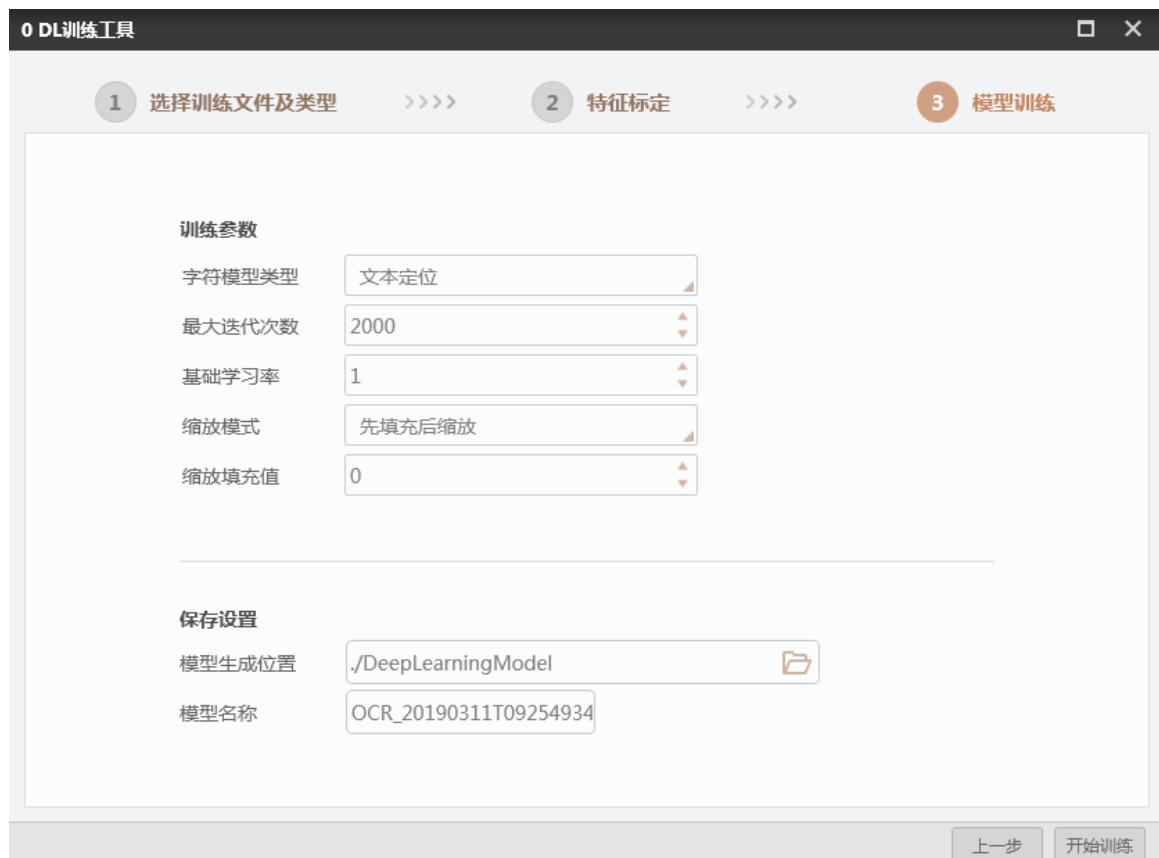


图5-52 文本定位

- 最大迭代次数：最多训练图片的张数，值越大，耗时越长。
- 基础学习率：该参数决定了训练的速率。
 - 该值越大，训练损失会下降越快，但有可能出现训练损失震荡幅度较大而不收敛情况，甚至训练损失变为无穷大而训练失败；
 - 该值越小，训练损失下降越慢，如果过小，可能出现训练损失几乎没有下降，在设定的最大训练迭代次数内达不到好的训练效果。
- 缩放模式：有直接缩放、先缩放后填充和先填充后缩放三种模式。
- 缩放填充值：缩放过程中填充的数值。

图像分类

图像分类主要用于深度学习分类样本图像的“识图教学”，样本容量越丰富，对图像的分类越准确。

具体步骤如下：

步骤1 训练类型选择“图像分类”，文件夹地址里加载将要训练的图片文件，里面需包含所有的样本图片，单击下一步跳转至特征标定。

步骤2 进入特征标定界面，如图 5-53 所示。



图5-53 图像分类特征标定

左边到特定场景的图像时，在右边图像标签值中输入对应的标签，暂不支持汉字输入，完成一张的标定后进入下一张。

步骤3 进入模型训练模块后设置好训练参数，然后开始模型训练。

图像分类训练参数设置如下：

- 最大迭代次数：最大的迭代次数，batch_size 固定为 4，根据训练集大小及 epoch 进行计算。
- 学习率：每次参数调整的下降幅度，过小容易进入死循环，过大将使参数调整过快。

目标检测

目标检测主要用于 DL 检测前的“目标训练”，样本容量越丰富，对目标的检测越准确。具体步骤如下：

步骤1 在训练类型里选择目标检测，在文件夹地址里选择要训练的图片，里面需要包含所有的图片样本，单击下一步跳转至特征标定。

步骤2 进入特征标定界面，如图 5-54 所示。

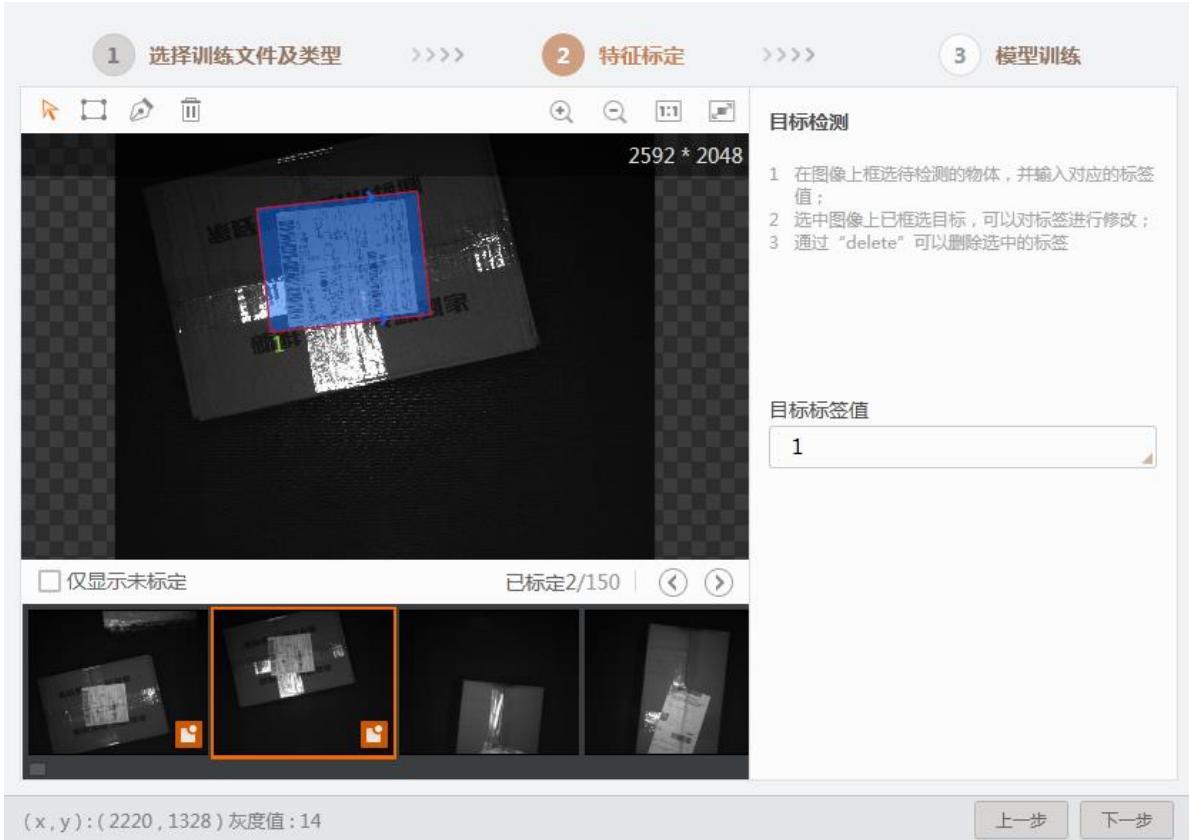


图5-54 目标特征标定

自定义目标区域，定义完成后被定义的区域会变蓝，然后给图像指定标签值，一张标定完后进入下一张的标定。

步骤3 进入模型训练模块后设置好训练参数，然后开始模型训练。

目标检测训练参数设置如下：

- 最大迭代次数：最大的迭代次数，batch_size 固定为 4，根据训练集大小及 epoch 进行计算
- 学习率：每次参数调整的下降幅度，过小容易进入死循环，过大会使参数调整过快。

5.5.3 DL 字符识别

字符识别指通过检测亮、暗的模式确定字符的形状，然后用字符识别方法将形状翻译成文字的过程。

DL 字符识别具有拒识率低、误识率低、识别速度快、稳定性高、用户界面友好等特点，可应用于点阵字符识别、IC 芯片字符识别、喷码字符识别、银行卡字符识别等。在进行字符识别前需要进行字符训练，且该工具最好配合字符定位使用，字符识别的设置如图 5-55 所示。

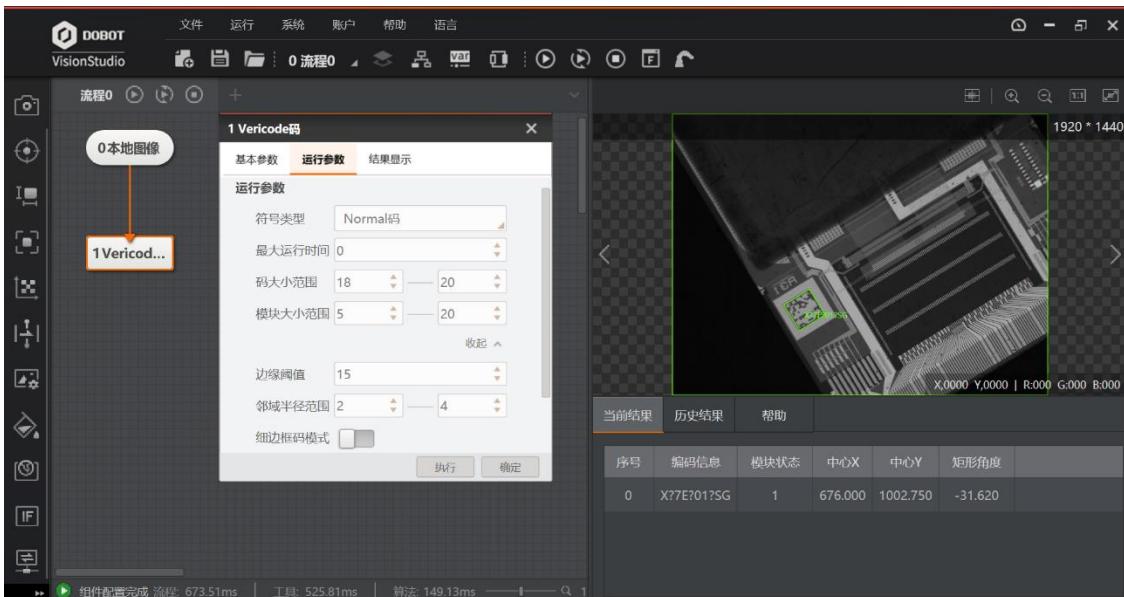


图5-55 字符识别

● 基本参数

在该项设置中一定要框选出目标字符所在的 ROI 区域，当图形位置发生变化时，最好配合字符定位使用。

● 运行参数

运行参数设置如图 5-56 所示。



图5-56 运行参数

- 模型文件路径：模型文件会提供默认模型，用户也可以加载之前字符训练生成的模型文件。

- 最小置信度：定位框的最小得分。

5.5.4 DL 缺陷检测

缺陷检测可以通过利用缺陷训练的模型，然后配置参数检测出缺陷，如图 5-57 所示。

它后面最好接其它模块进行处理：

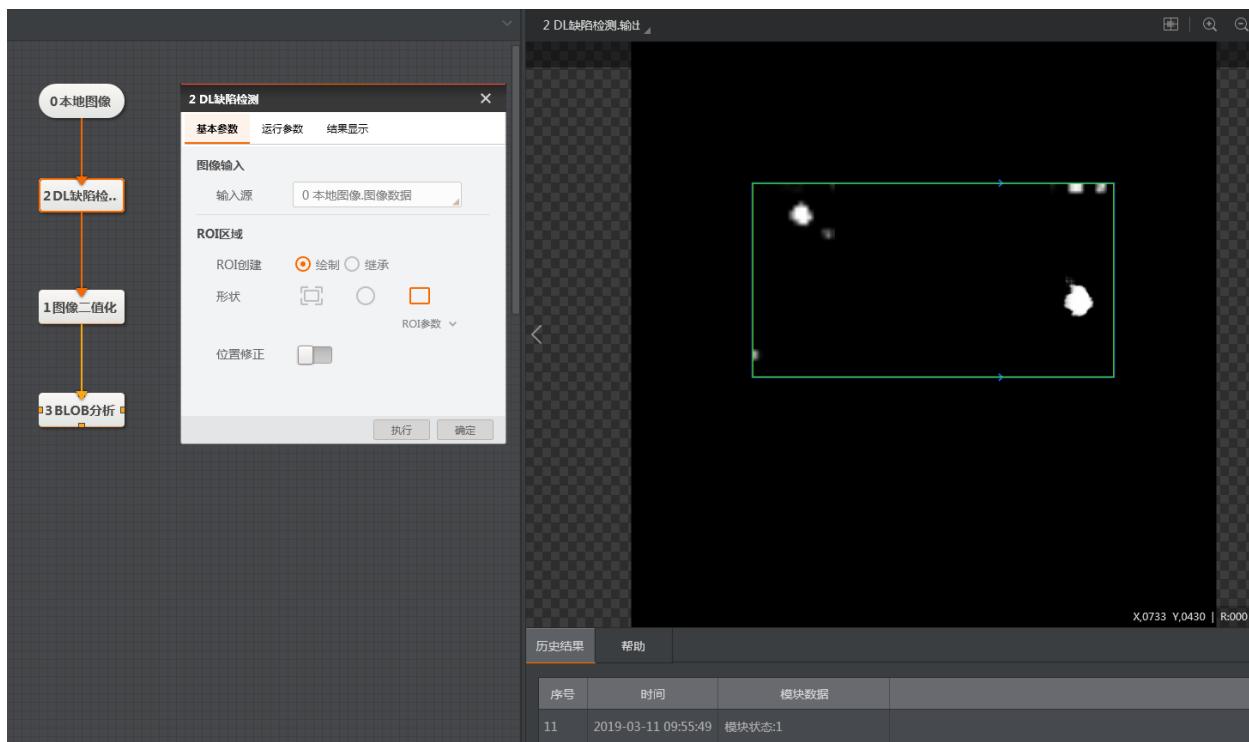


图5-57 缺陷检测

对于缺陷，像素值较高，可以通过后续处理或者二次训练去除大多干扰，通过后续的处理，输出结果如图 5-58 所示。



图5-58 缺陷结果

运行参数设置如图 5-59 所示。



图5-59 缺陷检测运行参数

- 模型文件路径：选择之前字符训练生成的模型文件。
- 采样系数：采样系数越大，轮廓点越稀疏，轮廓越不精细。加大该值会增加缺陷 Blob 的数目和面积，建议根据算法需要调整合适的数值，默认是 4。
- 图像延拓：图像延拓的方式有镜像延拓、0 延拓两种。当有镜面成像的缺陷图像时建议使用镜像延拓，默认镜像延拓。
- 运行模式：有高性能模式与极速模式两种模式，默认为极速模式。

5.5.5 DL 字符定位

字符定位通过匹配大致的字符库信息来确定字符的位置，具体过程如图 5-60 所示。

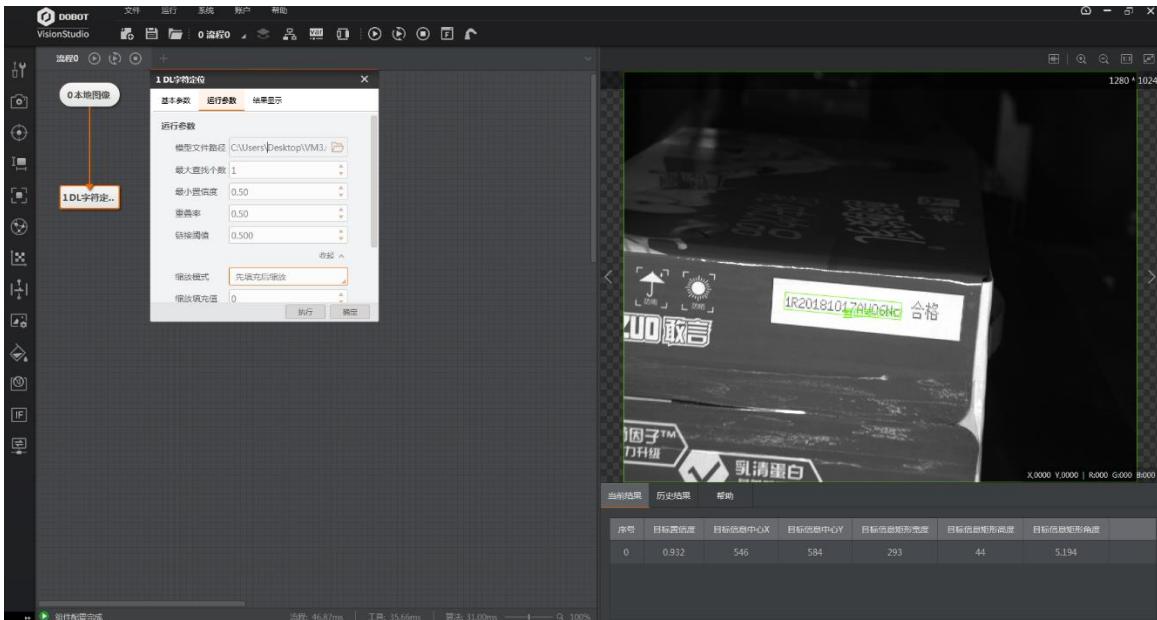


图5-60 字符定位

- 模型文件路径：选择之前字符训练生成的模型文件。
- 最大查找到个数：目标检测的最大查找目标个数。
- 最小置信度：定位框的最小得分。
- 重叠率：目标图像允许被遮挡的最大比例。
- 链接阈值：该参数控制将单字符定位框链接起来形成文本行的定位框的能力。该值越大，则单字符定位框越难形成文本行的定位框。设置范围 0.00~1.00， 默认 0.50。
- 字符角度使能：设置目标字符的相对角度范围容忍值，若要搜索有旋转变化的目标则需要对应设置， 默认范围-180°~180° 。
- 字符宽度/高度使能：字符宽度/高度在该范围内的目标才可能被检测到。

5.5.6 DL 分类

深度学习分类根据各自在图像信息中所反映的不同特征，把不同类别的目标区分开来的图像处理方法，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划归为若干个类别中的某一种，以代替人的视觉判读，在物体识别、分拣方面有广泛应用，具体过程如图 5-61 所示。

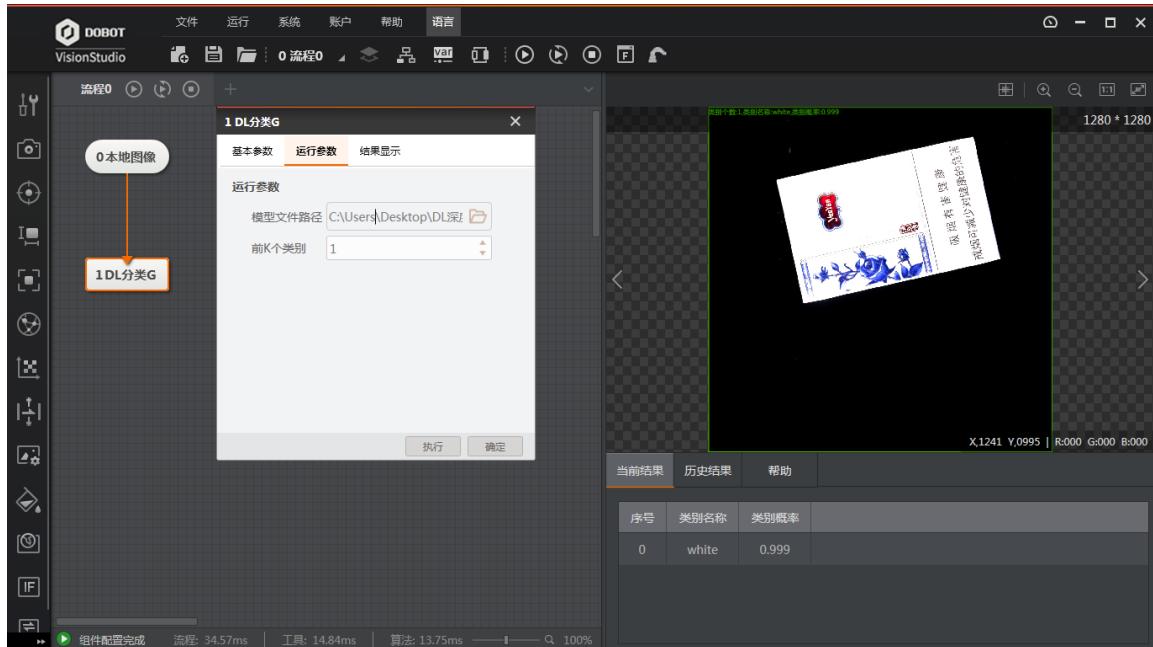


图5-61 深度学习分类

- 模型文件路径：选择之前字符训练生成的模型文件。
- 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。

5.5.7 DL 目标检测

目标检测是一种基于目标几何和统计特征的图像分割，它将目标的分割和识别合二为一，其准确性和实时性是整个系统的一项重要能力，有 DL 目标检测 G 和 DL 目标检测 C 两种方式，GPU 版本的模块名称后缀为“G”，CPU 版本的模块名称后缀为“C”，CPU 版本不依赖于显卡。尤其是在复杂场景中，需要对多个目标进行实时处理时，目标自动提取和识别就显得特别重要。如图 5-62 所示。

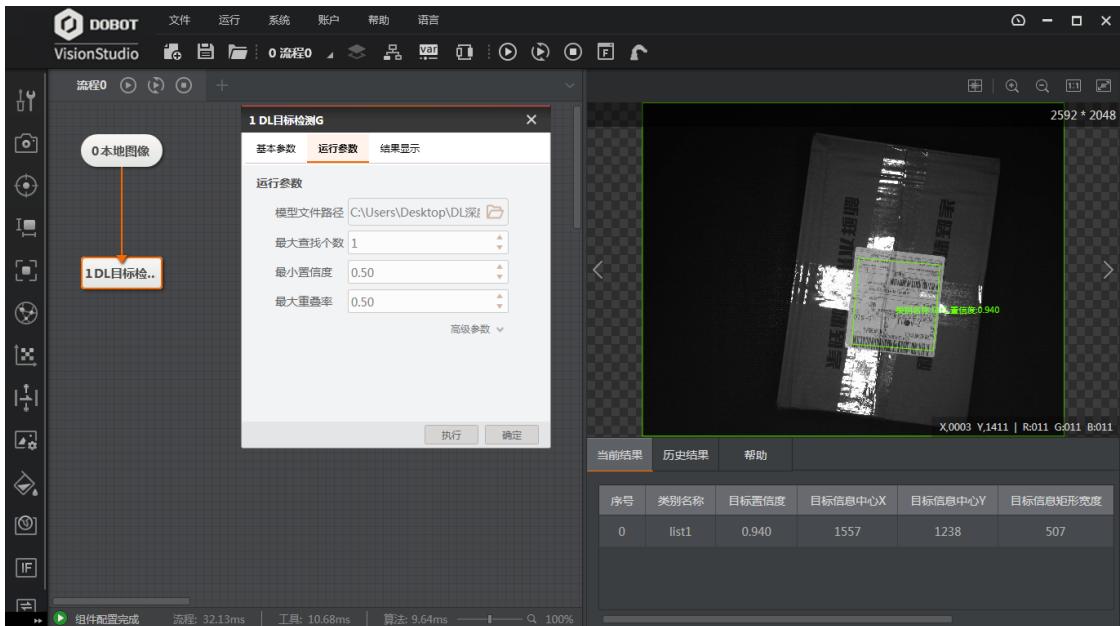


图5-62 面单检测

- 模型文件路径：选择之前字符训练生成的模型文件。
- 最大查找个数：目标检测的最大查找目标个数。
- 最小置信度：定位框的最小得分。
- 最大重叠率：目标图像允许被遮挡的最大比例。
- 角度使能：设置目标的相对角度范围忍值，若要搜索有旋转变化的目标则需要对应设置，默认范围-180°~180°。
- 宽度/高度使能：宽度/高度在该范围内的目标才可能被检测到。

5.6 N 点标定

标定主要用于确定相机坐标系和机械臂世界坐标系之间的转换关系。N 点标定是通过 N 点像素坐标和物理坐标，实现相机坐标系和执行机构物理坐标系之间的转换，并生成标定文件，N 需要大于等于 4。

在实际的使用过程中，主要有上相机抓取和下相机对位两种标定方式，如图 5-63 所示：

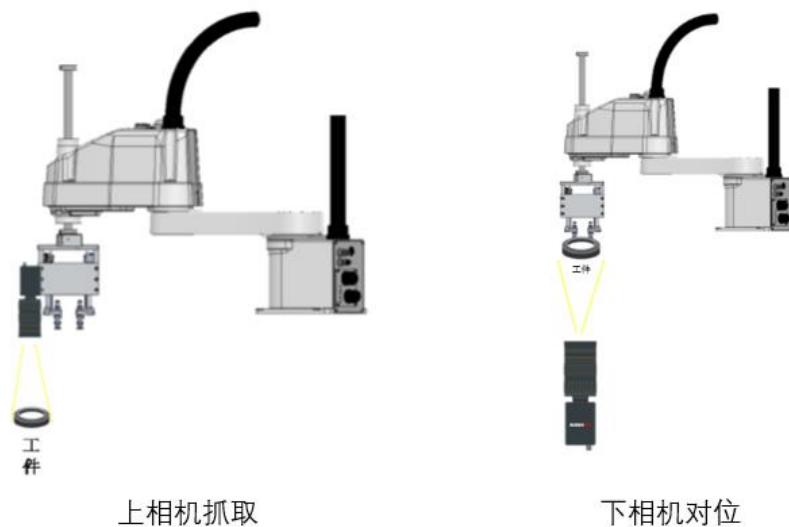


图5-63 标定方式

建议将方案建成如图 5-64 所示格式。其中“分支模块”的作用主要是判断特征匹配是否匹配成功，匹配成功后进入“N 点标定”，否则格式化一个特定字符，最终将字符发出去反馈该次匹配结果。

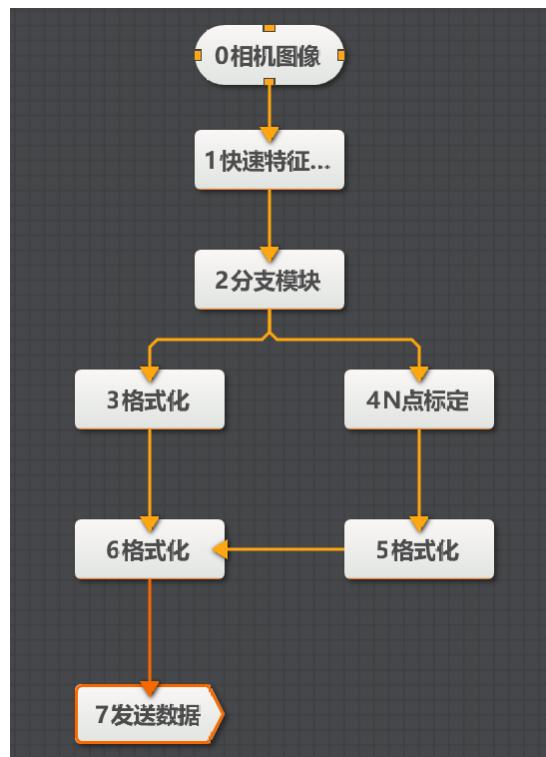


图5-64 标定方案

以“下相机对位”为例，N 点标定是通过机械臂带动衔接的相机按照参数设定的方向移动，每次移动都会触发相机进行取图，此时方案中的标定模块同步进行标定，最终生成标定文件，具体的参数设置如图 5-65 所示。



图5-65 N 点标定基本参数

- 标定点获取：选择触发获取或手动输入，通常选择触发获取。当选择手动输入时支持“N 点标定”模块单独运行。
- 标定点输入：选择按点或按坐标输入。
- 图像点：N 点标定的标定点，通常直接链接特征匹配里面的特征点。
- 平移次数：平移获取标定点的次数，只针对 x/y 方向的平移，一般设置成 9 点。
- 旋转次数：旋转轴与图像中心不共轴时需设置旋转次数，一般设置成 3 次；且旋转是在第 5 个点的位置进行。
- 标定原点：一般设置成 4，因为是从 0 计数，所以也就是最中间那个点。
- 基准点 X、基准点 Y：标定原点的物理坐标，通常设置成 (0, 0) 即可。
- 偏移 X、偏移 Y：机械臂每次运动向 x 或 y 方向的物理偏移量，可正可负。
- 移动优先：设置机械臂每次运行优先偏移的方向。
- 换向移动次数：机械臂移动多少次转换一次方向。
- 基准角度/角度偏移：旋转的初始角度和每次旋转的角度，如果旋转 3 次，旋转角度为从-10 度到 0 度，再到+10 度，则基准角度为-10，角度偏移为 10。

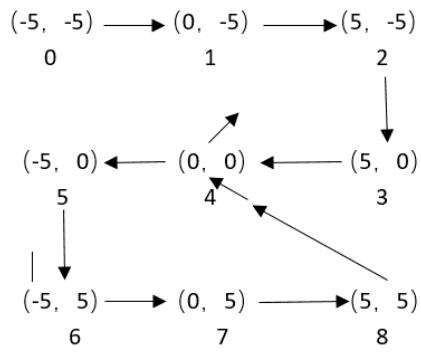


图5-66 标定移动

图示中 x 或 y 方向平移九次，其它方向旋转三次，偏移量为 5，x 轴优先，换向移动次数为 3。



图5-67 N 点标定运行参数

- 相机模式：相机静止上相机位、相机静止下相机位、相机运动三种标定方式。
 - 相机静止上相机位：相机固定不动，且在拍摄工件上方。
 - 相机静止下相机位：相机固定不动，且在拍摄工件下方。
 - 相机运动：相机随机械臂运动。
- 自由度：可根据具体需求选择，有缩放、旋转、纵横比、倾斜、平移及透射，缩放、旋转、纵横比、倾斜和平移，缩放、旋转及平移这 3 种，三个参数分别对应“透视变换”、“仿射变换”和“相似性变换”。
- 权重函数：可选最小二乘法、Huber、Tukey 和 Ransac 算法函数。建议使用默认参数设置。
- 权重系数：选择 Tukey 或 Huber 权重函数时的参数设置项，权重系数为对应方法的削波因子，建议使用默认值。
- 距离阈值：选择 Ransac 权重函数时的参数设置项，表示剔除错误点的距离阈值，值越小，点集选取越严格。当点集精度不高时，可适当增加此阈值。建议使用默认值。

采样率：选择 Ransac 权重函数时的参数设置项，当点集精度不高时可适当降低采样率。建议使用默认值。

5.6.2 标定板标定

标定板标定分为棋盘格和圆两种标定板。

我们以棋盘格标定为例讲解：输入棋盘格灰度图及棋盘格的规格尺寸参数，软件将计算出图像坐标系与棋盘格物理坐标系之间的映射矩阵、标定误差、标定状态，单击生成标定文件即可完成标定。此工具会生成一个标定文件，以供标定转换使用。生成标定文件按钮可以选择生成的标定文件保存路径，如图 5-68 所示。

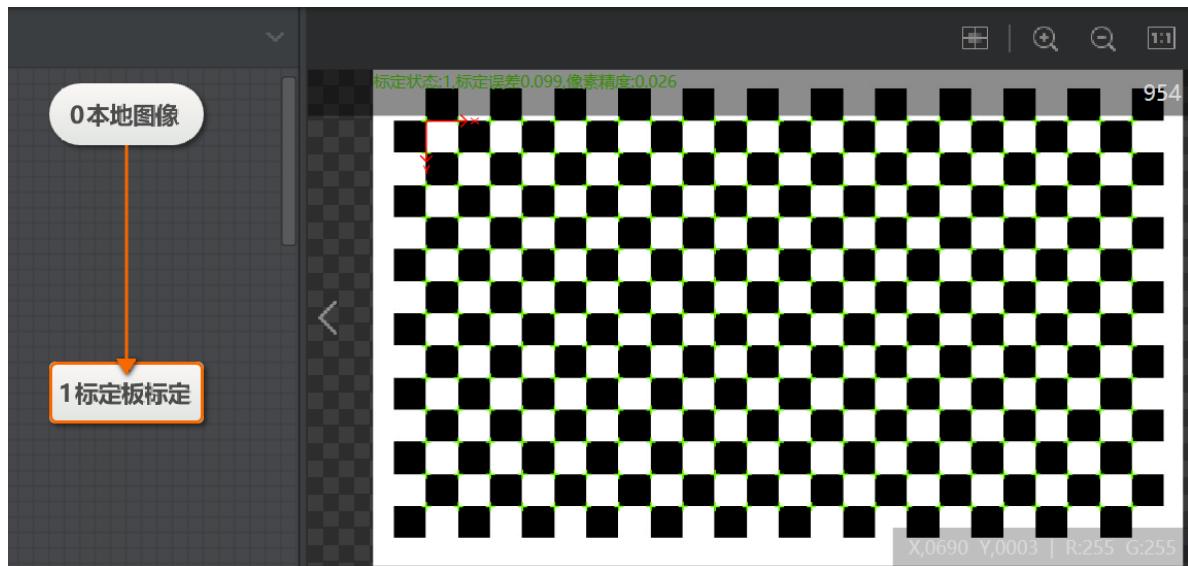


图5-68 棋盘格标定

- 生成标定文件：选择生成的标定文件存放路径。
- 原点（x）、原点（y）：该原点为物理坐标的原点，可以设置原点的坐标，即图中 X 轴和 Y 轴的原点的位置。
- 旋转角度：标定板的旋转角度。
- 坐标系模式：选择左手坐标系或右手坐标系。
- 物理尺寸：棋盘格每个黑白格的边长或圆板两个相邻圆心的圆心距，单位是 mm。
- 标定板类型：分为棋盘格标定板和圆标定板。
- 自由度：分为缩放、旋转、纵横比、倾斜、平移及透射，缩放、旋转、纵横比、倾斜和平移，缩放、旋转及平移 3 种，3 种参数设置分别对应“透视变换”、“仿射变换”和“相似性变换”。
- 灰度对比度：棋盘格图像相邻黑白格子之间的对比度最小值，建议使用默认值。
- 中值滤波状态：提取角点之前是否执行中值滤波，有“执行滤波”与“无滤波”两种模式，建议使用默认值。

- 亚像素窗口：该参数表示是否自适应计算角点亚像素精度的窗口尺寸，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。
权重函数：可选最小二乘法、Huber、Tukey 算法函数。建议使用默认参数设置。
- 权重系数：选择 Tukey 或 Huber 权重函数时的参数设置项，权重系数为对应方法的削波因子，建议使用默认值。

5.6.3 标定转换

在完成标定后，可通过标定转换模块，实现相机坐标系和机械臂世界坐标系之间的转换，具体是在标定转换中单击加载标定文件，选择标定时保存的标定文件路径加载。流程如图 5-69 所示。

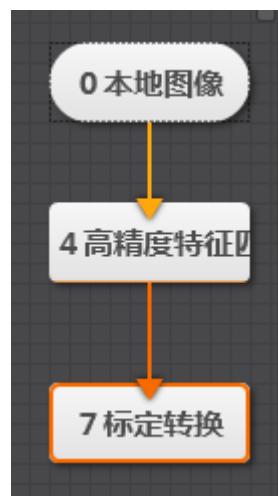


图 5-69 标定转换流程

通过特征匹配模板查找工件在相机坐标系中的位置，加载已保存的标定文件，单击运行即可完成操作，输出标定转换后工件在机械臂世界坐标系的位置，如图 5-70 所示。



图5-70 标定转换结果

通过外部通信，控制相机抓取图片，并利用特征模板等功能来实现被测工件图像像素坐标定位的功能。在标定转换模块中加载已生成的标定文件，把像素坐标装换为机械臂坐标输出，将机械臂坐标值通过格式化，外部通信告诉机械臂单元，完成控制机械臂的功能。

- 图像坐标点输入：选择按点或者按坐标的输入方式以及图像点的来源。
- 标定文件：加载标定文件。

通常视觉方案中使用标定文件完成机械臂操作的基本流程图 5-71 如所示。

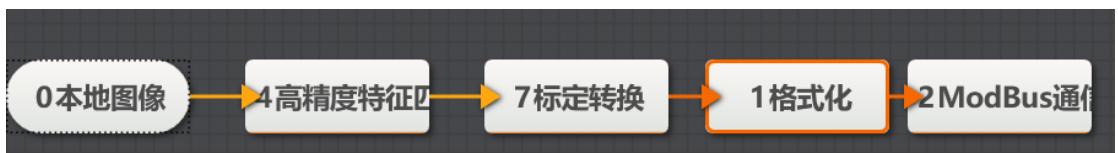


图5-71 标定转换实例

5.6.4 单位转换

单位转换工具可转换距离、宽度等像素单位到物理单位，具体使用只需要加载标定文件、设置需要转换的距离即可，如图 5-72 和图 5-73 所示。



图5-72 加载标定文件

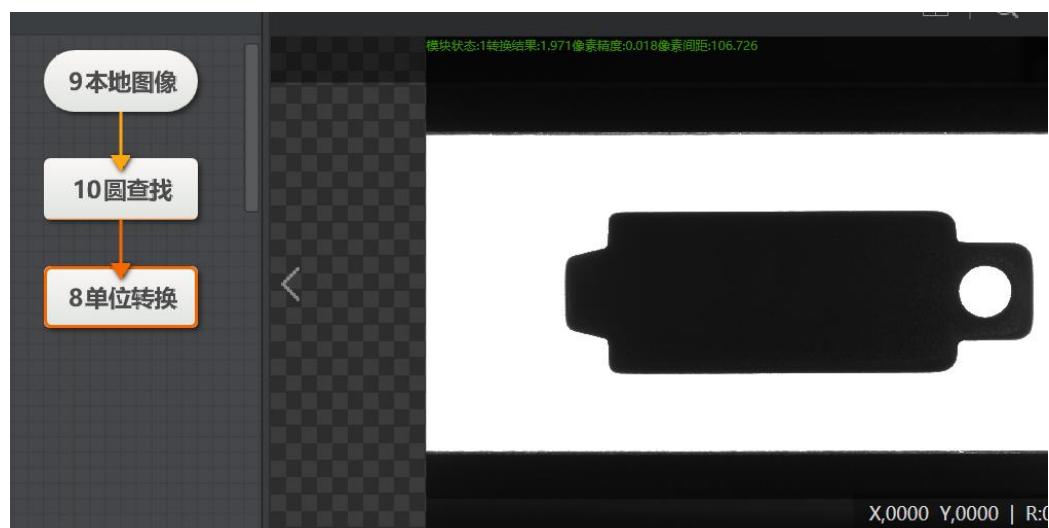


图5-73 单位转换

5.6.5 畸变标定

输入灰度标定模板图像，可以对存在畸变的标定板图像进行标定，生成标定文件，输出标定误差、标定状态，如图 5-74 所示。

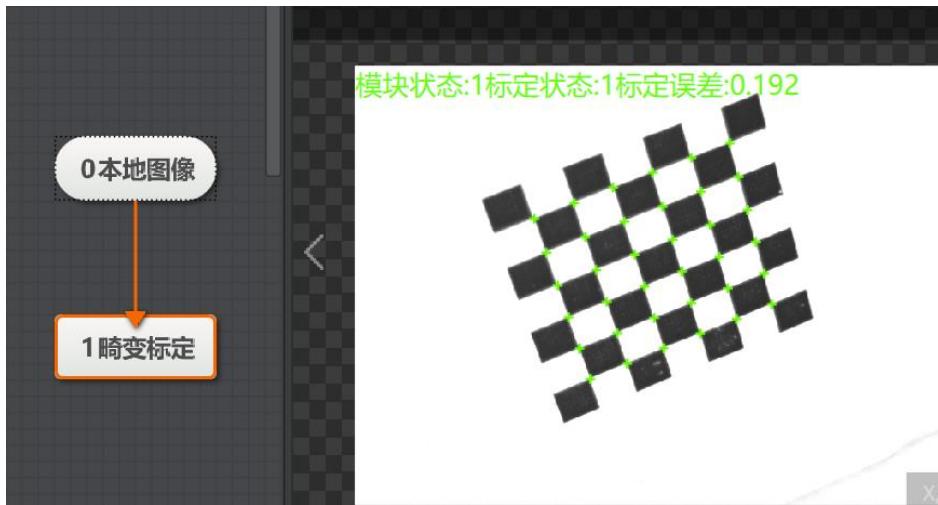


图5-74 畸变标定

- 校正中心点：透视畸变矫正的中心点坐标。
- 畸变类型：选择透视畸变、径向畸变和径向透视畸变。
- 标定板类型：选择棋盘格标定板或圆标定板。
- 点圆度：圆检测阈值，值越大，要求圆越圆才能被检测出。
- 边缘低阈值：用于提取边缘的低阈值。
- 边缘高阈值：用于提取边缘的高阈值。只有边缘梯度阈值在边缘低阈值和边缘高阈值之间的边缘点才被检测到。
- 权重函数：可选最小二乘法、Huber 和 Tukey 算法函数。建议使用默认参数设置。
- 权重系数：选择 Tukey 或 Huber 权重函数时的参数设置项，权重系数为对应方法的削波因子，建议使用默认值。

5.6.6 畸变校正

此工具通过加载畸变标定文件对图像进行校正，输出校正过的图像。通过输入相机拍摄的标定板图像可能存在畸变，加载畸变标定文件、设置标定板固定参数后运行。畸变校正前和畸变校正后的图像对比，如图 5-75 所示。



图5-75 畸变校正

- 校正模式：有透视畸变校正、径向畸变校正、径向透视畸变校正三种模式。

- 透视畸变校正：仅求解图像的透视变换矩阵，用于如果标定板平面存在倾斜时（与相机光轴不垂直），且镜头畸变比较小、希望能够得到不存在透视畸变的图像的时候。
- 径向畸变校正：仅求解图像的径向畸变参数，估计镜头的径向畸变系数，用于去除图像的径向畸变，如果用户不需要去除图像的透视畸变，只需要去除径向畸变，那么可以选择该模式。
- 径向透视畸变校正：适用一般场景，同时对两种畸变进行求解。

5.7 对位

5.7.1 相机映射

相机映射模块通过两个相机的对应像素点对，标定出两个相机坐标系的转换关系，输出标定文件、标定状态和标定误差，如图 5-76 所示。



图5-76 相机映射

- 输入方式：选择按点或者按坐标输入。
- 目标点-对象点：选择目标点和对象点，需要至少大于 1 对。
- 生成标定文件：输出标定文件。

5.7.2 单点对位

单点对位的作用是根据输入目标点位置 (X_0, Y_0) 和方向以及对象点位置 (X_1, Y_1) 和方向，计算出由对象点对位至目标点需要的移动量，包括位置移动量和角度移动量。对位模块输入的是物理坐标，因此需要配合标定转换使用，如图 5-77 所示。



图5-77 单点对位

- 输入方式：选择单点是由按点或按坐标输入。

- 目标点-对象点：选择目标点和对象点。

5.7.3 点集对位

点集对位的作用是根据输入目标点集的 x 数组和 y 数组，以及对象点集的 x 数组和 y 数组，计算出由点对位至目标点需要的移动量，包括位置移动量和角度移动量。对位模块输入的是物理坐标，因此需要配合标定转换使用，如图 5-78 所示。

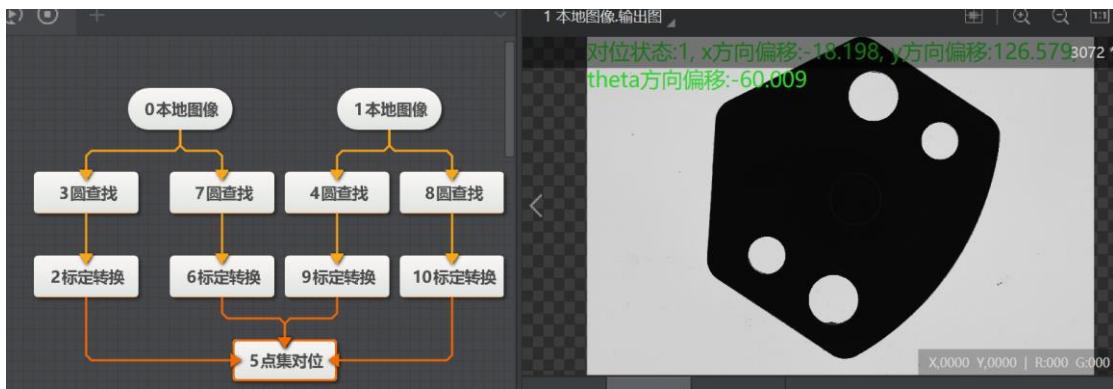


图5-78 点集对位

- 输入方式：选择点集是由按点或按坐标输入。
- 目标点-对象点：选择目标点和对象点，输入目标点集和对象点集数目需大于等于 2。

5.7.4 线对位

线对位的作用是由输入目标线集以及对象线集，目标线集合对象线集均为直线数组，计算出由对象点对位至目标点需要的移动量，包括位置移动量和角度移动量，如图 5-79 所示。

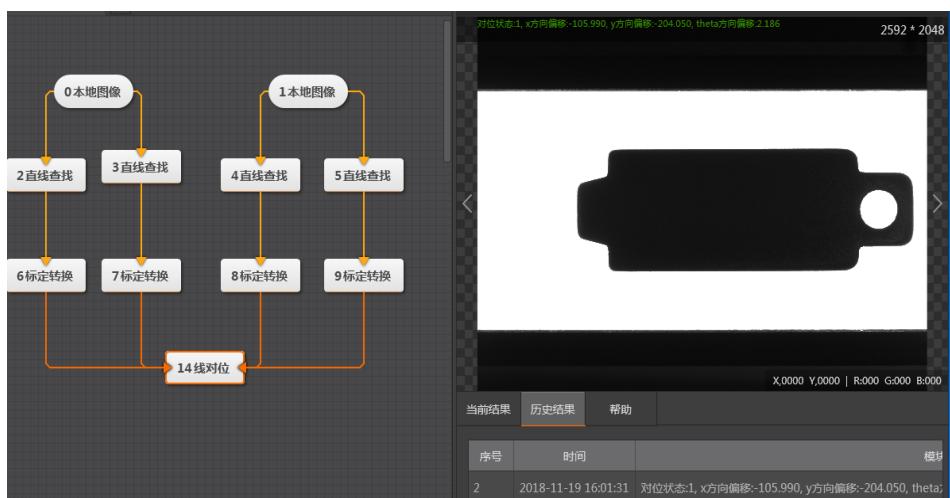


图5-79 线对位

- 输入方式：选择线对位是由按线、按点或按坐标输入。

- 目标线-对象线：选择目标线集和对象线集，输入目标线集和对象线集数目大于等于 2。
 - 对位形状：选择开口或闭口。根据线对位的形状选择，若多次线对位的形状为闭口，则选择闭口。

5.8 图像处理

图像处理是目标图像进行图像预处理的过程。图像处理子菜单包括图像组合、形态学处理、图像二值化、图像滤波、图像增强、图像运算、清晰度评估、图像修正、阴影校正、仿射变换、圆环展开、拷贝填充、帧平均和图像归一化工具功能模块，如图 5-80 所示。



图5-80 图像处理

5.8.1 图像组合

图像组合是将形态学处理、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，对图像进行预处理后输出。操作过程如图 5-81 所示，在处理列表中添加不同图像处理模块，勾选启用则启用对应模块功能，单击 可对相应模块进行运行参数设置，单击 / 可调整相应模块运行的先后顺序。



图5-81 图像组合

5.8.2 形态学处理

形态学处理主要用来从图像中提取出对表达和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。形态学处理是针对图片中的白色像素点进行处理的。形态学处理效果如图 5-82 所示，从左至右依次是原图、膨胀之后的效果、腐蚀的效果、开操作的效果以及闭操作的效果。



图5-82 形态学处理

- 形态学类型：膨胀、腐蚀、开操作、闭操作。

- 膨胀是分割独立的图像元素，连接相邻的元素；
- 腐蚀是膨胀的对偶操作；
- 开操作是先腐蚀后膨胀；
- 闭操作是先膨胀后腐蚀。

- 形态学形状：支持矩形、椭圆和十字形状的结构元素。

- 迭代次数：形态学操作操作次数，仅在膨胀和腐蚀操作下有效。
- 核宽度：结构元素宽度。
- 核高度：结构元素高度。

5.8.3 图像二值化

对输入图像进行阈值化处理，图像二值化效果如图 5-83 所示。



图5-83 图像二值化

二值化类型：硬阈值二值化、均值二值化、高斯二值化和自动。

- 硬阈值二值化：

- 低\高阈值：低阈值小于高阈值时，灰度值在高低阈值大小范围内的像素置为非零值；低阈值大于高阈值时，灰度值在高低阈值大小范围外的像素置为非零值。

- 均值二值化：

- 滤波核宽度：均值滤波核宽度。
- 滤波核高度：均值滤波核高度。
- 比较类型：包括大于等于、“小于等于”、“等于”以及“不等于”四种比较类型
- 阈值偏移量：均值二值化/高斯二值化时，在滤波结果图像基础上再进行阈值偏移大小补偿，生成阈值图像。

- 高斯二值化：

- 高斯滤波核：滤波核的大小，增大滤波核大小使得高斯滤波后的画面更加平滑。
- 高斯标准差：表示高斯滤波的程度。

5.8.4 图像滤波

对输入图像进行滤波预处理，图像滤波效果如图 5-84 所示。

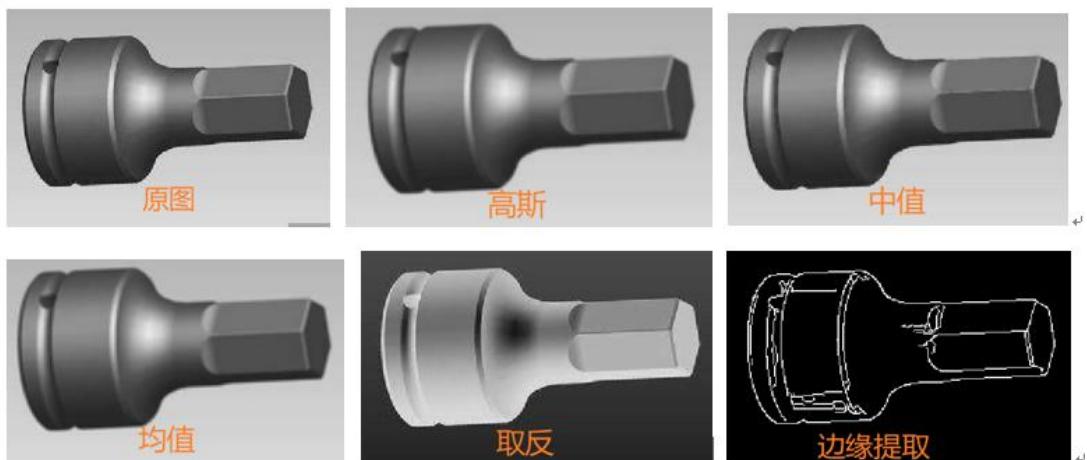


图5-84 图像滤波

- 图像滤波类型：高斯滤波、中值滤波、均值滤波、取反、边缘提取。
- 高斯滤波核：高斯滤波核大小。
- 滤波核宽度：中值/均值滤波核的宽度。
- 滤波核高度：中值/均值滤波核的高度。
- 边缘阈值范围：对梯度幅值在边缘阈值范围内的边缘图像进行二值化。

5.8.5 图像增强

图像增强包括锐化、对比度调节、Gamma 调节和亮度校正。增强图像中的有用信息，改善图像的视觉效果。图像增强效果如图 5-85 所示，从左往右依次以为原图、锐化之后的效果、对比度调节之后的效果、Gamma 调节之后的效果以及亮度校正之后的效果。



图5-85 图像增强

- 图像增强类型：包括锐化、对比度调节、gamma 和亮度校正。
- 锐化强度：常用参数，锐化系数，1000 表示系数为 1；0 表示不进行锐化处理；该值越大，锐化越多。
- 锐化核大小：锐化核的大小，范围 1~51，决定锐化局部区域的大小。
- 对比度系数：常用参数，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：常用参数，1 表示不进行调节。伽玛校正是一种对图像的伽玛曲线进行编辑以达到对图像进行非线性色调编辑的方法，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 设置过大会使图片画面过暗。
- 亮度校正增益：调节该系数使得图像画面整体像素亮度提高，默认值为 0，调节范围 0~100。
- 亮度校正补偿：调节该系数使得画面的像素整体加或减该数值，默认值为 0，调节范围-255~255。

5.8.6 图像运算

图像运算可以对两张图像进行加、减、图像绝对差、两者最大值、两者最小值、两者均值、图像与、图像或和图像异或运算操作，需要配置两张大小一样的图像，且仅支持全图运算。图像运算的原理是对两张图像相同坐标像素的灰度值进行运算然后得到新的图像，如图 5-86 所示。



图5-86 图像加运算

- 图像输入：选择输入源图像可以选择输入源 1 和输入源 2，对这 2 张图片进行图像运算。
- 图像运算：可选择图像加、图像减、图像绝对差、两者最大值、两者最小值、两者均值、图像与、图像或和图像异或运算。

5.8.7 清晰度评估

清晰度评估只需要输入一张图像，评估图像清晰度，输出图像清晰度评分，用于评判相机是否聚焦清晰，如图 5-87 所示。

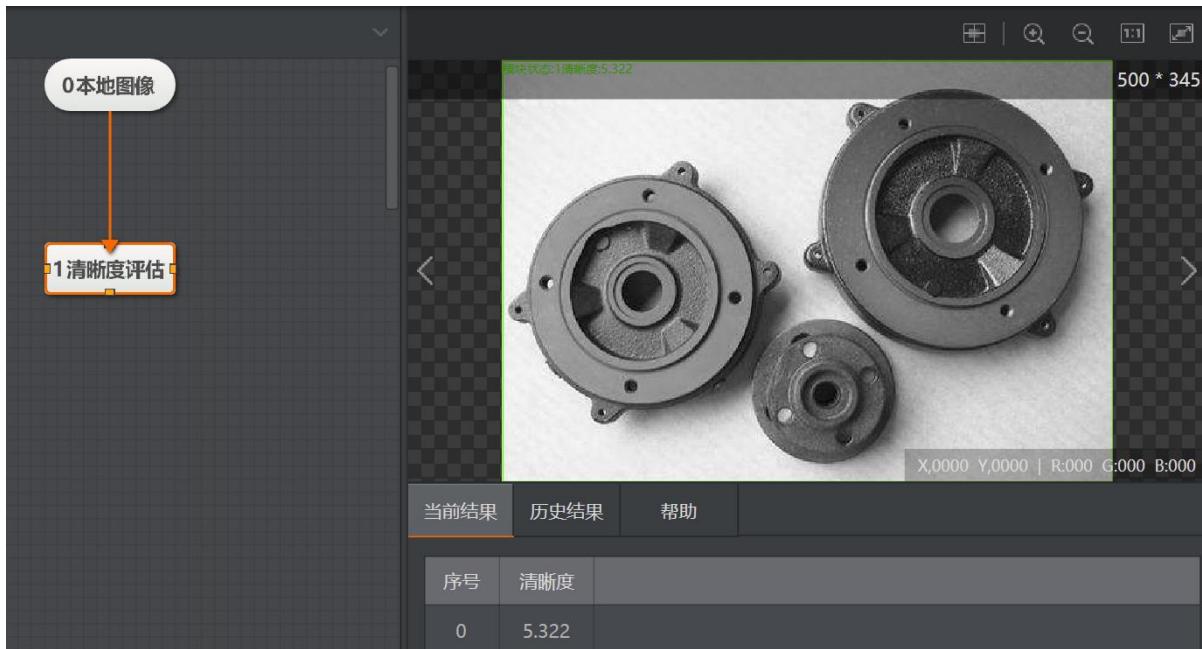


图5-87 清晰度评估

- 评价模式：可选择自相关或梯度平方。自相关单峰性好，用于相机自动对焦的场合；梯度平方用于图像边缘信息丰富的场合。
- 噪声等级：默认为 0，在图像灰度差较大时可适当提高噪声等级。该参数仅在自相关模式下有效。

5.8.8 图像修正

图像修正主要用于修正图像的位置，当被检测目标的位置发生变化的情况下需要对目标进行定位。图像修正是通过预先设置基准点初始信息以及运行时检测到的基准点变动情况（位置和角度），对补正对象进行图像偏移修补，使得修正后的图像和参考图像位姿一样，通常配合位置修正使用，如图 5-88 所示。图像修正不影响图像的分辨率。

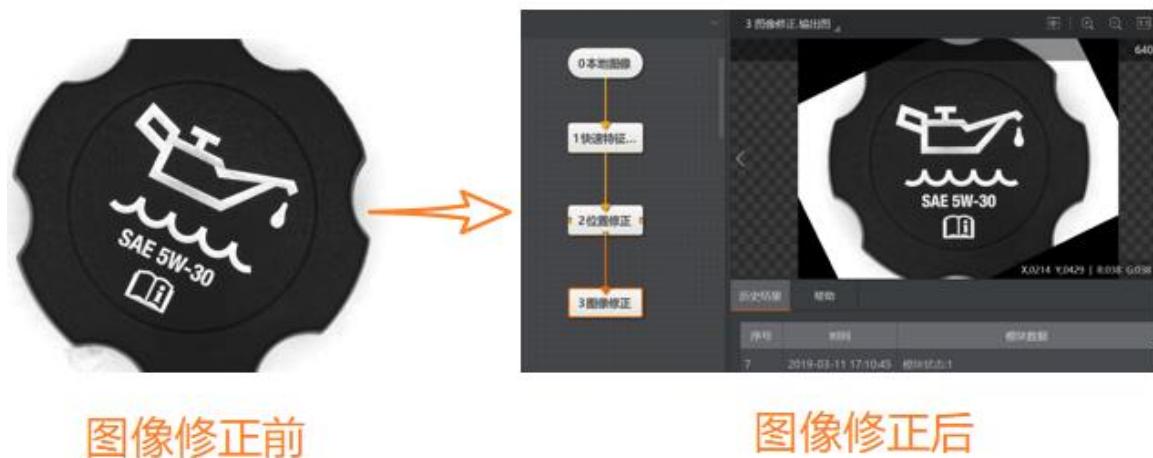


图5-88 图像修正

- 位置修正信息：可以选择按点或按坐标进行位置修正，基准点可以通过定位工具获得，基准点信息包括基准点位置、基准点角度。

5.8.9 阴影校正

阴影校正是对输入的光照不均匀图像进行光照校正，如图 5-89 所示。

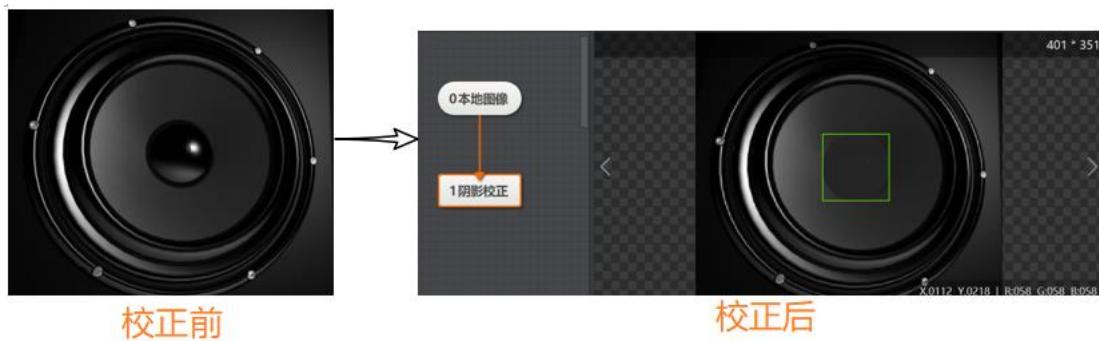


图5-89 阴影矫正

- 滤波核大小：滤波核的大小，可设置范围[1, 50]。
- 增益：用于前景目标增强，可设置范围[0, 100]。
- 补偿：用于对图像灰度水平进行调整，可设置范围[0, 255]。
- 噪声：设置干扰像素灰度阈值，低于该值的像素灰度将被置为 0，可设置范围[0, 255]。
- 方向：包括“X”、“Y”以及“XY”3 种方向，均表示滤波核的方向。

5.8.10 仿射变换

仿射变换可以通过定位和位置偏移纠偏图像，使图像旋转平移、缩放到模板状态，如图 5-90 和图 5-91 所示。



图5-90 仿射变换



图5-91 仿射变换结果

- 尺度：图像缩放系数。
- 宽高比：图像宽度和高度的比值。
- 插值方式：包括“最近邻”和“双线性”两种插值方式。
- 填充方式：包括“常数”和“临近复制”两种方式。
- 填充值：可设置范围为 0~255。

5.8.11 圆环展开

在图像输入源中选择本地图像，否则无法框选 ROI，然后在指定的矩形区域内，进行圆弧展开操作。具体使用方法如图 5-92 所示，框选 ROI 区域方法如图 5-93 所示。

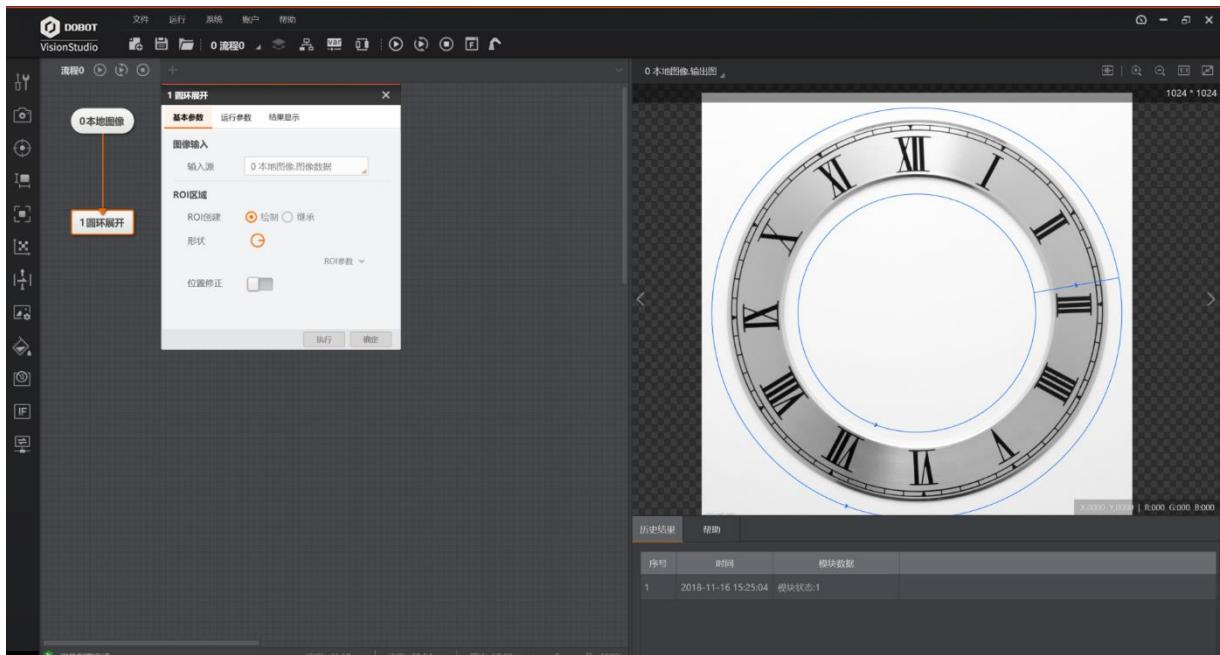


图5-92 圆环展开

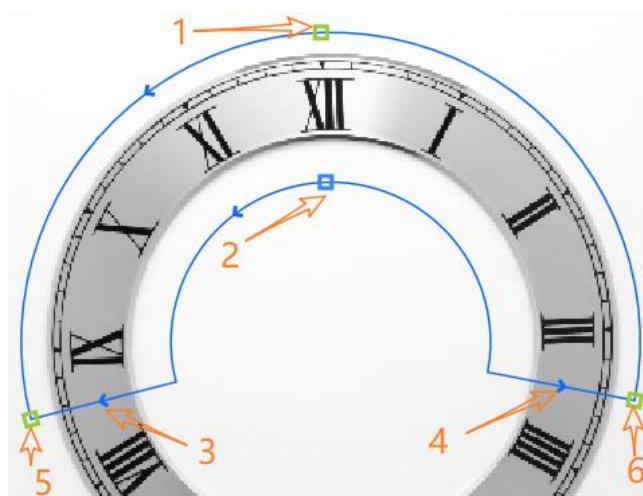


图5-93 圆环展开 ROI

- 箭头 1：调整外圆半径的大小，内环不会发生变化。
- 箭头 2：同步调整内外圆环的弧度。
- 箭头 3/4：同步调整内外圆环的弧长。
- 箭头 5/6：选中后以另一个作为基点，可进行旋转和缩放。
- 圆环方向：分为逆时针与顺时针，与内外圆环上的箭头方向一致，图 5-93 中所示是逆时针，可以通过箭头 3 或 4 所指处调整圆环方向。
- 半径方向：分为由内向外和由外向内，如图 5-93 中半径上的箭头方向，可通过箭头 1 或箭头 2 所指处改变半径方向。



图5-94 圆环展开结果

5.8.12 拷贝填充

拷贝和填充是对 ROI 以及 ROI 最小外接矩形进行处理，拷贝是把 ROI 内的图像复制下来对 ROI 外部在最小外接矩形内的区域进行填充，填充是只对 ROI 内以及 ROI 外且在最下外接矩形内进行填充。当矩形有一定角度时也能看出效果的，拷贝填充效果如图 5-95 所示。



图5-95 拷贝填充

- 处理类型：可选择拷贝或填充。拷贝是将图像的 ROI 裁剪下来并对 ROI 外部进行填充，填充是对图像的 ROI 区域内外进行填充。
- 区域外填充值：在 ROI 区域外部进行填充，填充值的范围为 [0, 255]，仅当 ROI 不为矩形和整幅图像时结果显示中可以看到区域外填充效果。

- 区域内填充值：在 ROI 区域内部进行填充，填充值的范围为[0, 255]，该参数仅在处理类型为填充时有效。

5.8.13 帧平均

帧平均是对多帧图像设置的相同大小 ROI 区域的像素进行均值计算处理，并输出该区域的均值图像，具体步骤是：

步骤1 选择 ROI，对 ROI 进行帧平均操作或对全图进行帧平均操作；

步骤2 单击统计当前模块，统计当前图像；单击不统计当前图像，可跳过当前图像的帧平均操作，如图 5-96 所示。

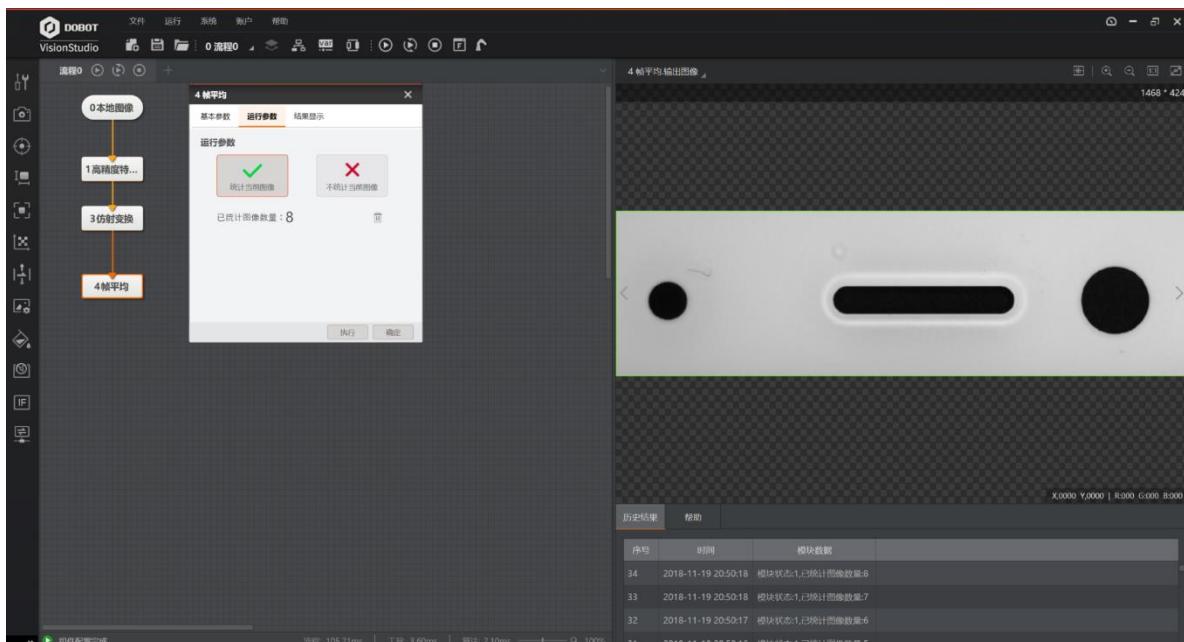


图5-96 帧平均

- 统计当前图像：对当前最多 100 张输入图像进行累加平均统计，输出均值图像。
- 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，当对修改大小的 ROI 区域执行统计操作前需执行此操作进行清空。

5.8.14 图像归一化

对输入图像进行灰度变换处理，使输入图像达到设定的灰度水平。图像归一化的效果如图 5-97 所示为，从左至右依次为原图、直方图均衡化的效果、直方图归一化的效果以及均值标准差归一化的效果。

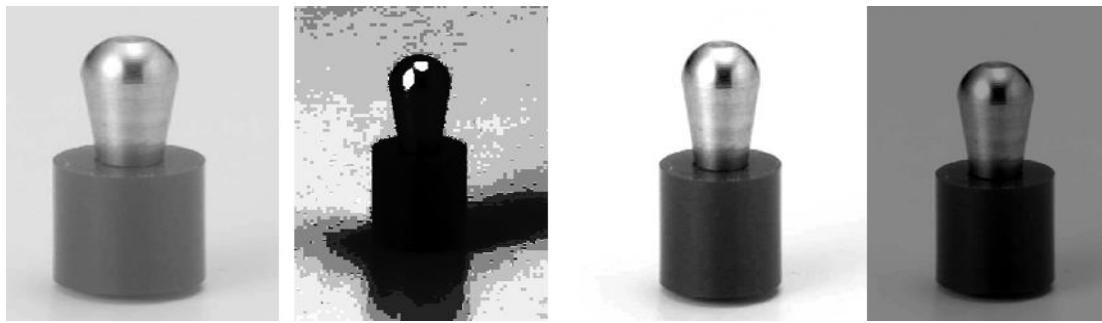


图5-97 图像归一化

归一化类型：直方图均衡化、直方图归一化、均值标准差归一化。

- 直方图均衡化：使图像灰度分布均匀化。
- 直方图归一化：将输入图像除去左右端比例的直方图分布，变换为指定的直方图分布。
 - 左端比例：直方图左端尾部百分比，范围为[0.0, 1.0]。0.0 对应直方图灰度最小值处,1.0 对应直方图灰度最大值处。
 - 右端比例：直方图右端尾部百分比，范围为[0.0, 1.0]。0.0 对应直方图灰度最大值处,1.0 对应直方图灰度最小值处，左右端比例之和不能超过 1.0。
 - 灰度值范围：对应除去左右端比例的直方图灰度范围,最小值为直方图左端比例位置灰度，最大值为直方图右端比例位置。
- 均值标准差归一化：变换输入图像灰度均值标准差至设定的均值标准差灰度水平。
 - 目标均值：目标均值。
 - 目标标准差：目标标准差。

5.9 颜色处理

5.9.1 颜色抽取

颜色抽取工具的颜色空间可以是 RGB、HSV 或 HSI，根据需要抽取的各通道亮度设置各通道范围参数，从彩色图像中抽取指定颜色范围的像素部分并输出 8 位二值图像，抽取实际就是一个二值化的过程。颜色抽取效果如图 5-98 所示，输入一幅 RGB 格式图像，选择在 RGB 空间下三个通道抽取范围，对处理区域内图像进行处理，返回颜色抽取后的图像。三通道的参数代表着彩色图像三通道的灰度值，范围是 0~255。



图5-98 颜色抽取

- 颜色空间：可设置 RGB、HSV 或 HSI。
- 通道上限和通道下限：可设置 3 个通道颜色抽取的范围。

5.9.2 颜色测量

颜色测量功能是测量彩色图像指定区域的颜色信息，包括每个通道的最大值、最小值、均值和方差，如图 5-99 所示。

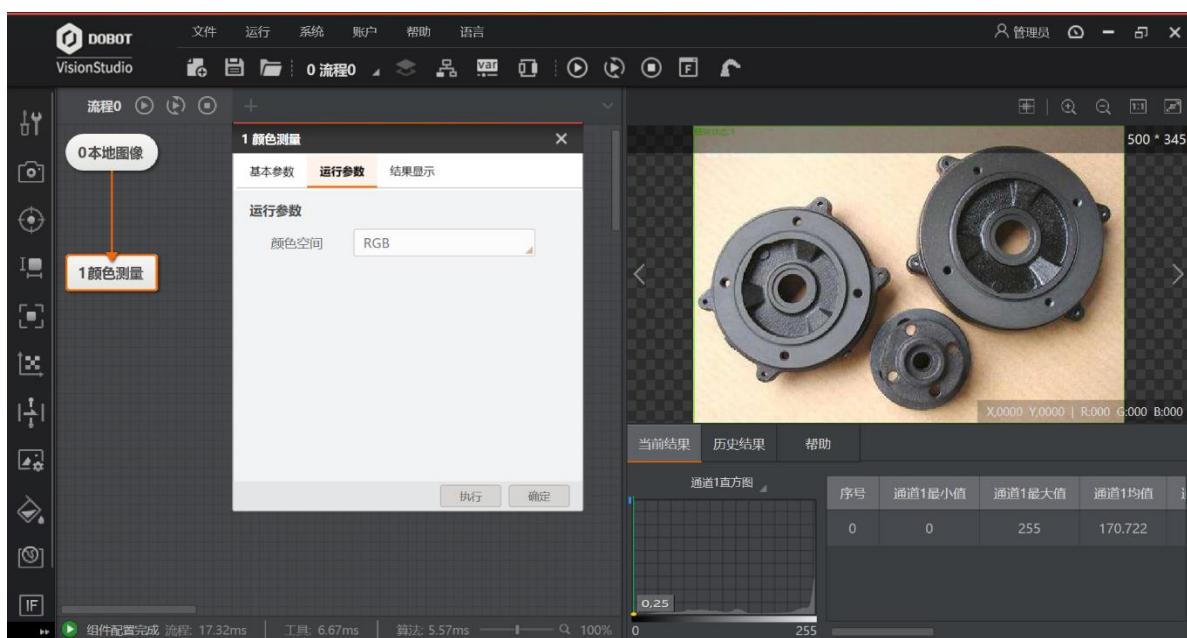


图5-99 颜色测量

- 颜色空间：可设置 RGB、HSV 或 HSI。

5.9.3 颜色空间转换

输入一幅彩色图像，用户选择可选择转灰度、HSV、HSI、YUV 空间，对彩色图像指定区域进行颜色空间转换，并输出该区域转换后图像的指定颜色通道灰度图像，如图 5-100 所示。



图5-100 颜色空间转换

- 空间转换：设置转换类型，选择 RGB 转灰度、HSV、HSI、YUV 空间。
- 转换比例：包括通用转换比例，平均转换比例，通道最小值，通道最大值、自设转换比例、R 通道、G 通道和 B 通道。
 - 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。
 - 平均转换比例： $(r + g + b) / 3$ 。
 - 自设转换比例： $i*r + j*g + k*b$ ，其中 r,j,k 为归一化自设系数。
 - 通道最大值： $\max(r, g, b)$ 。
 - 通道最小值： $\min(r, g, b)$ 。
 - R 通道： $r + 0*g + 0*b$ 。
 - B 通道： $0*r + 0*g + b$ 。
 - G 通道： $0*r + g + 0*b$ 。
- 显示通道：选择 RGB 转 HSV、HIS 或 YUV 空间时可以选择第一通道、第二通道或第三通道。
 - RGB 转 HSV 时可选择显示 H、S、V 三个通道中任意通道灰度图像；
 - RGB 转 HSI 时可选择显示 H、S、I 三个通道中任意通道灰度图像；
 - RGB 转 YUV 时可选择显示 Y、U、V 三个通道中任意通道灰度图像。

5.10 缺陷检测

5.10.1 字符缺陷检测介绍

字符缺陷检测将目标图像与标准图像进行验证对比，检测印刷字符，图案是否存在缺失、冗余等非一致性外观缺陷。广泛应用于包装、印刷品、半导体等生产制造领域。

5.10.2 字符缺陷检测方法

缺陷检测是一个与标准图像对比的过程，因此在进行缺陷检测前需要对标准图像进行训练，具体的过程如图 5-101 所示。

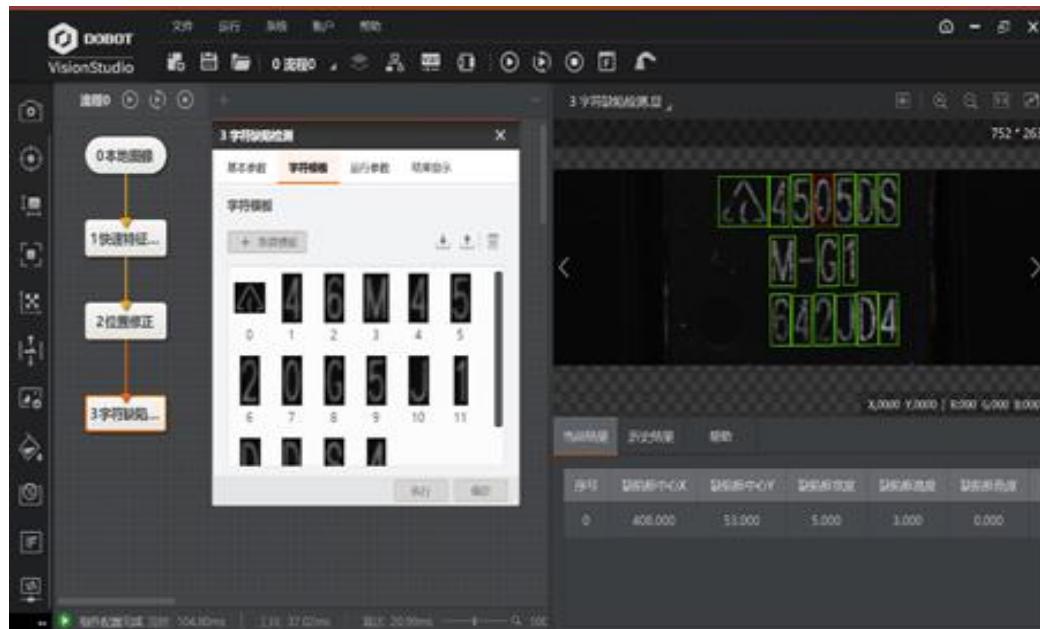


图5-101 字符缺陷检测

字符缺陷检测的步骤是：

步骤1 在本地图像里加载标准图像文件并且打开自动切换，图像文件至少包含 10-20 张标准图像，参考上述过程建立方案。

步骤2 在基本参数里框选 ROI 区域，里面要包含需检测的目标字符。

步骤3 在字符模板里新建模板，提取训练字符，如图 5-102 所示。



图5-102 字符训练模板

- 字符分割阈值：字符分割的临界值，太小了容易提取到多余的特征图形，太大了容易丢失目标图形，建议一般设置成 128 左右。
- 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：有黑底白字，白底黑字两种。
- 字符高度/宽度范围：可以设置目标字符的高度和宽度值范围。
- 高度/宽度增加值：目标字符区域高度和宽度的单次增加值。

区域 1 中从左到右依次是移动图像、自定义字符提取框、设置屏蔽区、删除屏蔽区、撤销、返回。当目标字符被遗漏时需要自定义矩形字符提取框，当某个特征多余时可设置屏蔽区。

步骤4 进行统计训练，生成字符模板：在“字符训练模块”里需要甄选自己满意的特征图像即该图正好红点标识了用户认可的缺陷，选择合适的训练方法进行训练，单击“统计当前图像”进行图像切换，当某张图无需进行统计训练时单击“不统计当前图像”。训练图像至少为 10-20 张，且训练的图形越多结果越准确，如图 5-103 所示。

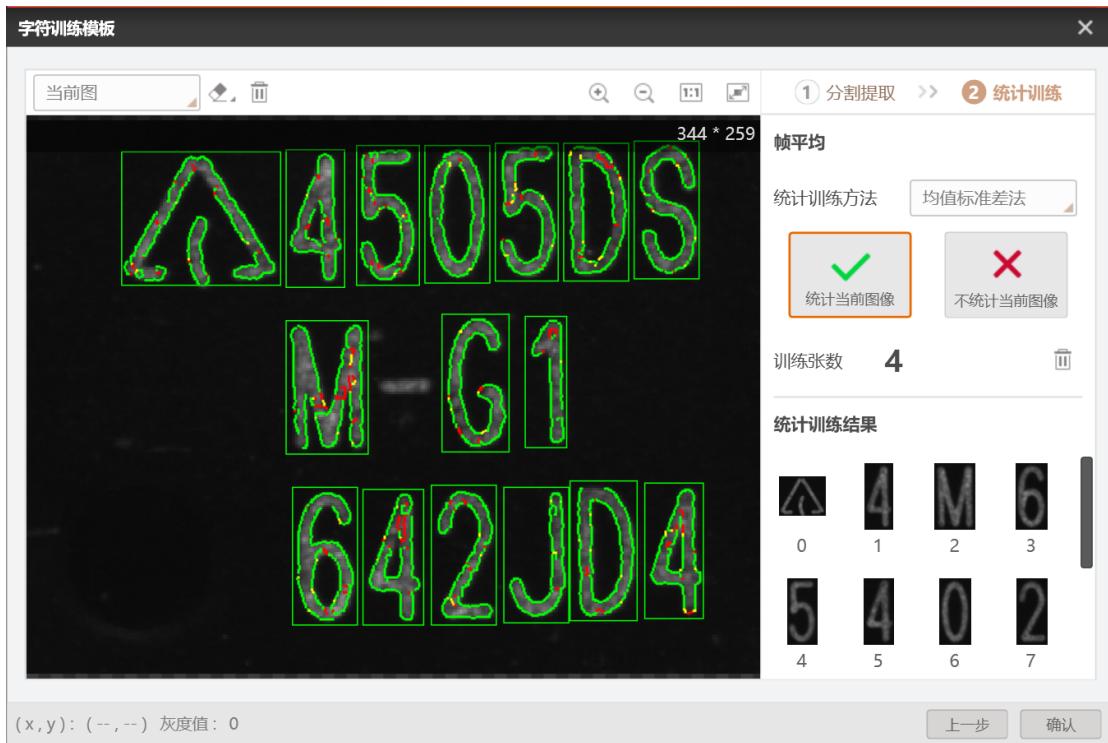


图5-103 统计训练

- 当前图：显示当前的图片。
- 均值图：选中“统计训练结果”中的某个字符，选择均值图查看训练效果，图像比较均匀时效果最佳，如图 5-105 所示。

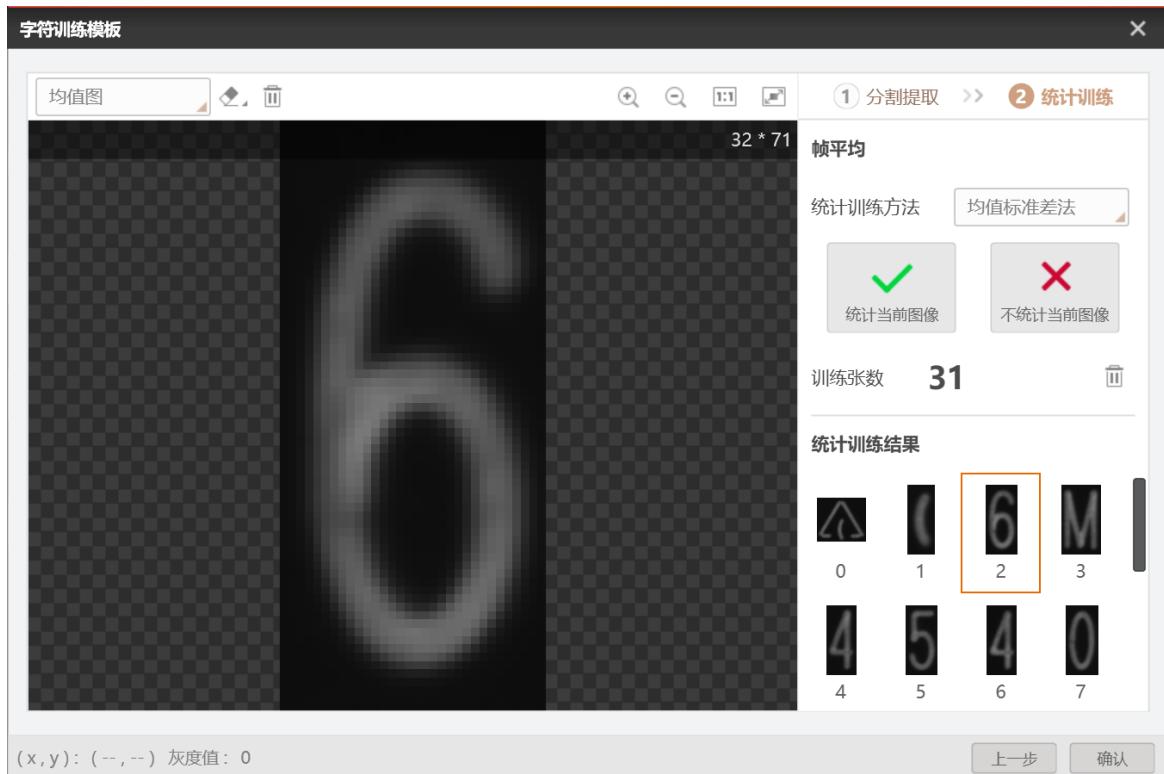


图5-104 训练效果

- 均值标准差法：通过多张图片得到均值图像与标准差图像，再与高低比例偏移系数计算得到正常高低阈值图像，检测输入图像通过与高低阈值图像进行像素灰度比对来判断图像中是否存在缺陷。
- 相关法：通过计算均值图像与输入检测图像的灰度相关性来进行缺陷判断。

步骤5 运行参数设置，如图 5-105 所示。



图5-105 缺陷检测运行参数

- 归一化类型：有不处理、直方图均衡化、直方图归一化、均值标准差归一化 4 种归一化模式。
- 相关分数阈值：低于评分阈值的目标认定为含缺陷。
- 宽度/高度方向分块：对字符进行分块相关评分，都设为 1 为不分块。
- 高阈值比例/容忍参数：比例参数用于增加高阈值图像的前景灰度值，容忍参数用于增加高阈值图像整体灰度值，这两个参数对应“亮缺陷”检测，当目标图像前景出现亮缺陷误检时，可将高阈值比例系数调高，当目标图像背景出现亮缺陷误检时，可将高阈值容忍系数调高；当目标图像前景出现亮缺陷漏检时，可将高阈值比例系数调低，当目标图像背景出现亮缺陷漏检时，可将高阈值容忍系数调低。
- 低阈值比例/容忍参数：比例参数用于降低低阈值图像的前景灰度值，容忍参数用于降低低阈值图像整体灰度值，这两个参数对应“暗缺陷”检测，当目标图像前景出现暗缺陷误检时，可将低阈值比例系数调高，当目标图像背景出现暗缺陷误检时，可将低阈值容

忍系数调高；当目标图像前景出现暗缺陷漏检时，可将低阈值比例系数调低，当目标图像背景出现暗缺陷漏检时，可将低阈值容忍系数调低。

- 缺陷类型：共有三种类型，分别是亮缺陷、暗缺陷、亮暗缺陷。
- 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。
- 宽度/高度方向容忍：用于扩大初始字符区域，获取字符精定位的区间范围。

步骤6 单击运行方案，就可以检测出有缺陷的图形，如图 5-106 所示，红色框内是缺陷区域。

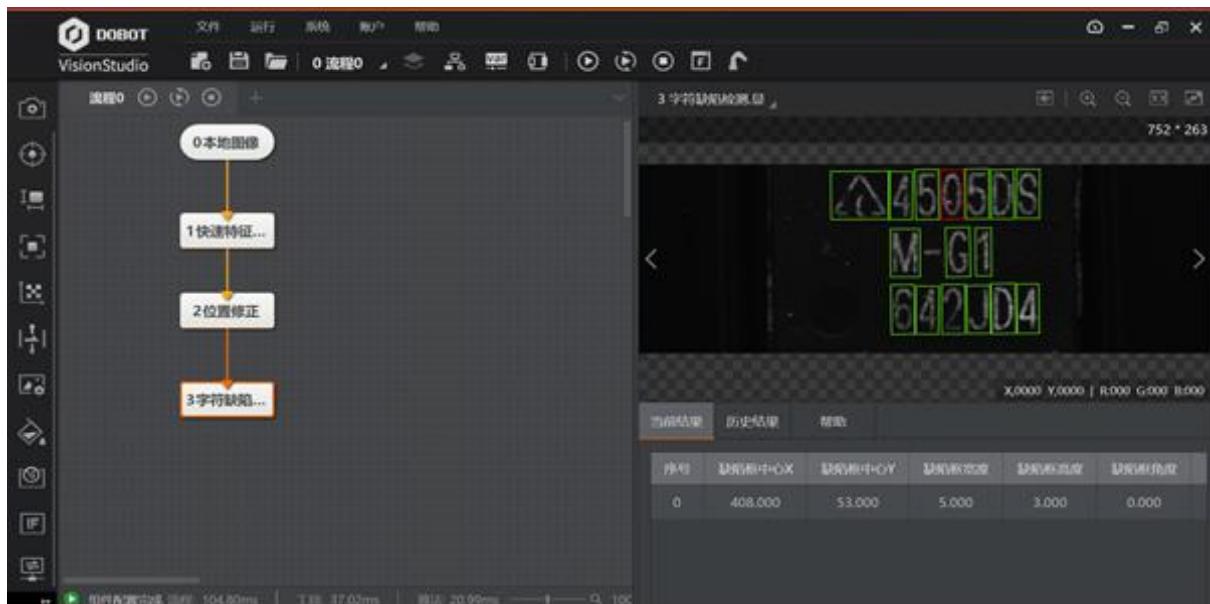


图5-106 缺陷检测结果

说明

所谓的前景指的是明显的目标缺陷，而缺陷附近包围缺陷的即是背景。

5.11 逻辑工具

5.11.1 条件检测

条件检测模块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，如图 5-107 所示。



图5-107 条件检测结果

- 判断方式：选择符合全部条件或任意条件，判断结果为 OK。
- 条件：选择添加一条 int 型或 float 型的判断数据，并设置有效值范围，若选择结果符合在最小值至最大值范围内的判定为 OK，否则判定为 NG。

5.11.2 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，即会执行该分支模块。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，或者用字符识别和分支模块。当需要根据模板匹配状态来决定后续分支工作时，可以将输入条件配置为模板匹配状态，并配置分支模块的条件值。如图 5-108 所示。

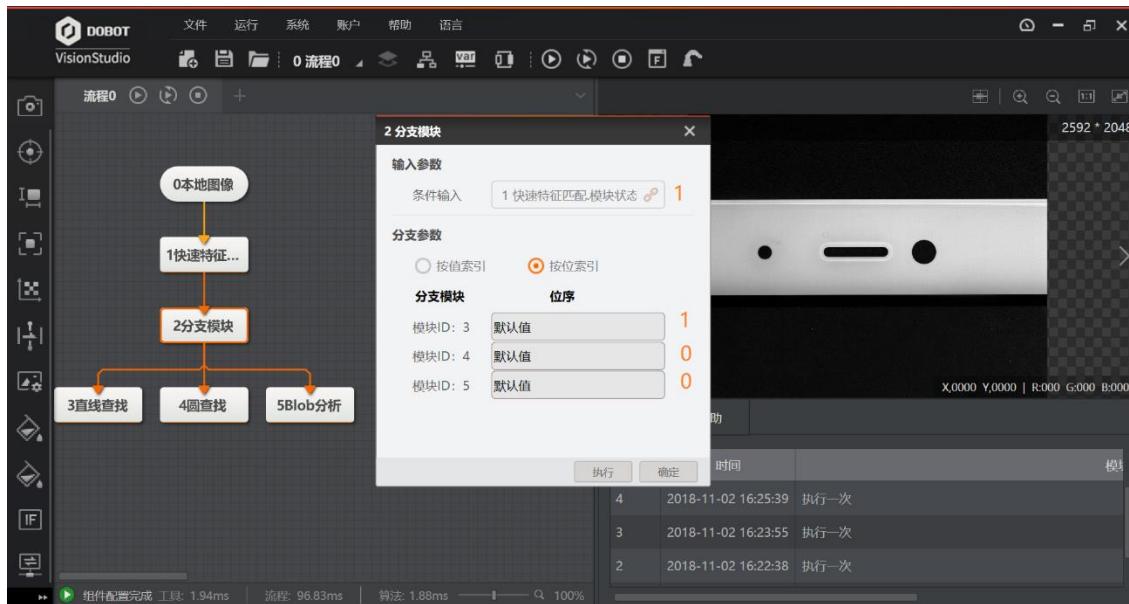


图5-108 分支模块应用

- 条件输入：选择输入的参数。
- 分支参数：可设置按值索引或按位索引。
 - 按值索引是将配置界面的“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；
 - 按位索引是将“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。

5.11.3 分支字符比较

分支字符比较模块对输入字符进行检测，若检测通过，则进行数据传输，如图 5-109 所示。



图5-109 分支字符比较

- 输入文本：选择输入的文本。
- 分支参数：设置条件输入值，根据输入文本和条件输入值比较选择分支模块。

5.11.4 文本保存

文件保存模块根据用户编辑的文本格式组成字符串并保存至本地文件，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，才生产 txt 文本，如图 5-110 所示。



图5-110 文本保存

- 文本输入：选择输入的文本。
- 触发保存：在保存时增加限制条件，在触发变量达到保存条件时进行文件保存。
- 保存路径：自定义文本保存的位置。
- 文件保存数量：最大储存文件的数量。
- 文件容量：每个文件的大小。
- 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文本处理的方式，可选择覆盖之前文本或停止存储文本 2 种方式。
- 时间戳设置：每次保存时在文本前追加的字符串。
- 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。

5.11.5 逻辑

逻辑包含运算类型和运算数据，如图 5-111 和图 5-112 所示。



图 5-111 逻辑应用



图 5-112 逻辑参数设置

- 运算类型：选择与、或、非、与非、或非。
- 运算数据：选择数据来源进行逻辑运算。

5.11.6 格式化

通过格式化工具可以把数据整合并格式化成字符串输出，格式最大长度 256 字节。在右侧  处单击选择需要格式化的数据，可以选择多个需要的数据，在数据框中不同数据间设置合适的间隔符即可，在下方可以按照需要选择合适的输出结束符号。配置完成后可以使用格式校验按钮校验格式是否符合要求，参数设置如图 5-113 所示。



图5-113 格式化

- 输入结束符：\r 回车，\n 换行，\r\n 回车换行。单击对应的输入结束符，然后在对应的位置单击鼠标，选择要输入的数据。
- 格式化合并：在分支结构中，对分支结果进行格式化输出。如果有一个及以上的分支不运行时，开启格式化合并能够输出正常分支的值。
- 格式校验：校验配置的格式，确保数据能够被正确的格式化。
- 保存：保存格式化配置。

格式化工具补充说明：

- 格式 1：<filter(%s)>
表示将输入变量不做格式化处理输出为字符串，其中(%s)可缺省。
- 格式 2：<filter(%0d)>
表示将输入变量按格式取整输出，其中 0 除数字可以替换其他正整数，意为输出格式的长度。当实际输入数值整数位长度小于给定长度时，不足位将补 0。实际输入数字整数位长度大于给定长度时则按实际整数长度输出。
- 格式 3：<filter (%0.0f)>
表示将输入变量按格式输出为浮点格式。其中 0.0 表示为需要保留整数位及小数位，按需替换为其他正整数。其中整数位与前节相同，小数则实际长度不足补 0，超过给定小数长度则四舍五入取至给定长度位。
- 格式 4：<filter >[*{,}]

*表示将输入数组按格式全部输出。{}为分隔符表示各格式化数值间以“,”分隔，花括号间的字符为实际分隔符，用户可按需修改为其他字符串。分隔符可缺省，缺省情况下将默认按“,”分隔，下同。

● 格式 5: <filter>[a,b,c{},]

a,b,c 表示取数组中 a,b,c 下标的数值进行格式化输出，a,b,c 需替换为实际下标值。如用户输入下标超过数组范围，则格式化将自动忽略该错误下标。

● 格式 6: <filter>[s~e{},]

s~e 表示取值下标的起止范围。s 或 e 可缺省，即[~e{},]或[s~{}，]，分别表示取数组下标 0 至下标 e 的和取下标 s 至数组末的数值进行格式化输出。当设定的起始下标超过实际输入的数组范围时，将输出空字符。而设定的终止下标超过数组范围则按实际数组终止下标取值输出。

5.11.7 变量计算

变量计算工具，支持多个输入混合运算，可以自定义参数也可以选择模块数据进行计算，如图 5-114 所示。

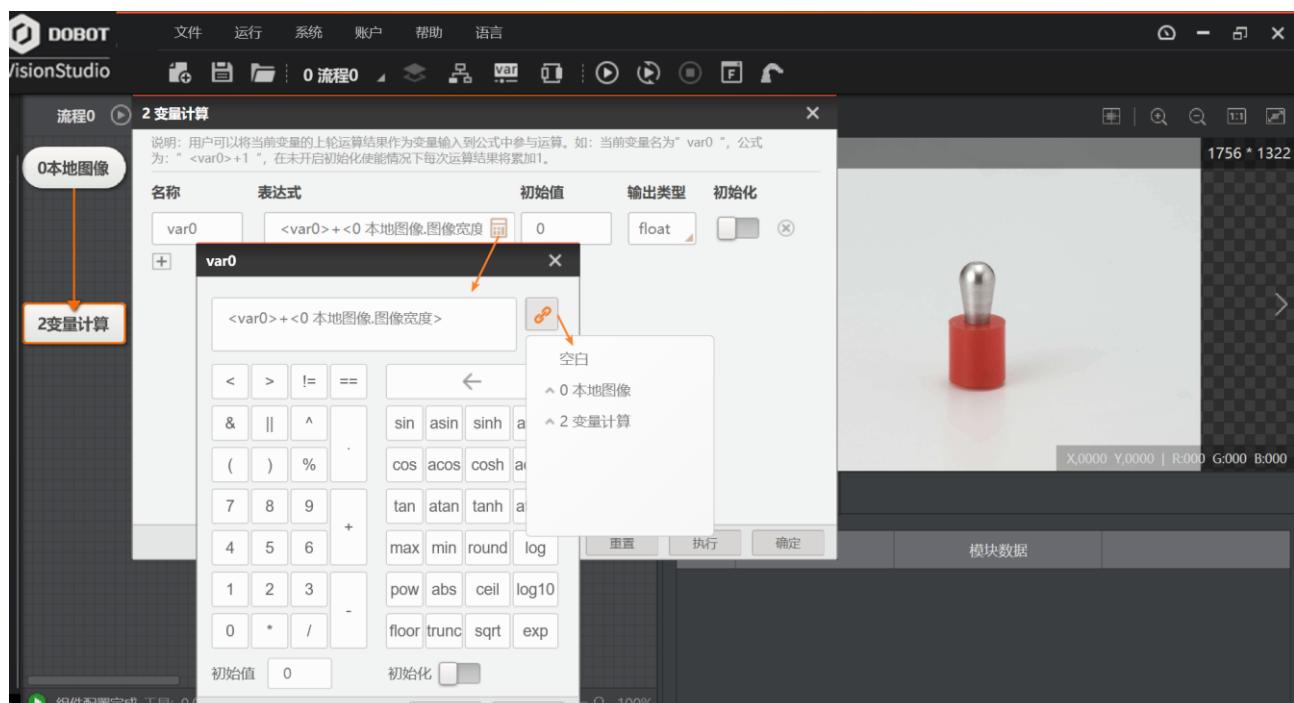


图5-114 变量计算

参数设置：

- 重置：将变量计算恢复初始状态，单击单次生效。
- 执行：执行一次变量计算。
- 确定：保存配置并退出变量计算配置。

- 初始值/初始化使能：变量计算默认变量的初始值，开启使能时，每次流程执行均会重置变量至设置的初始值。
- 校验公式：校验配置的公式是否正确。
- 保存：保存变量计算公式。
- 名称：设置变量的名称。
- 表达式：编辑变量运算的表达式。
- 输出类型：可设置 int 和 float。
- 变量间计算：将需要计算的变量添加并按照需要配置公式即可
- 数组计算：计算器模块支持获取数组变量中单个值参与运算，格式为<filter>[index]，其中 index 需要替换为具体数组下标，该下标支持变量订阅，若下标超出数组实际范围将导致计算失败。
- 累积计算：计算器模块公式中 var0 代表当前系统的计算值，初次运行为用户设定的初始值。在初始化使能开启时，每次流程执行开始将会将 var0 值重置为设定初始值，否则 var0 值为上次运算结果。用户可以通过该使能对 var0 值进行累加，累乘等累积运算。

5.11.8 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，如果一样则输出对应的索引值，不一样则不输出，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。索引值可以手动修改，范围为 0-2147483647(long int)，索引数量最多为 32 个。通常情况下该模块配合分支模块使用，如图 5-115 所示。



图5-115 字符比较

5.11.9 脚本

使用脚本工具可以进行相关复杂的数据处理。脚本模块可保存和加载已编写的脚本内容，脚本文件格式为后缀为 cs。脚本代码长度无限制，支持导入导出。导入完成后模

块将执行一次编译，编译失败后将执行异常，编译成功后将按照新代码运行。参数配置如图 5-116 所示。



图5-116 脚本工具

函数接口分为数据获取接口、数据输出接口、调试相关的接口。

● 数据获取接口：

- GetIntValue

功能说明	获取 INT 型变量值		
函数方法	int GetIntValue(string paramName, ref int paramValue)		
	参数名称	数据类型	参数说明
输入	paramName	string	变量名称
输出	paramValue	int	变量值
返回值	成功：0 异常：非零错误码		

- GetFloatValue

功能说明	获取 Float 型变量值		
函数方法	int GetFloatValue (string paramName, ref float paramValue)		
	参数名称	数据类型	参数说明
输入	paramName	string	变量名称
输出	paramValue	Float	变量值
返回值	成功：0 异常：非零错误码		

- GetStringValue

功能说明	获取 String 型变量值		
函数方法	int GetStringValue (string paramName, ref string paramValue)		
	参数名称	数据类型	参数说明
输入	paramName	string	变量名称
输出	paramValue	string	变量值
返回值	成功：0 异常：非零错误码		

- GetIntArrayValue

功能说明	获取 INT 型数组变量		
函数方法	int GetIntArrayValue(string paramName, ref int[] paramValue, out int arrayCount)		
	参数名称	数据类型	参数说明
输入	paramName	string	变量名称
输出	paramValue	int []	变量值
	arrayCount	int	数组个数
返回值	成功：0 异常：非零错误码		

- GetFloatArrayValue

功能说明	获取 float 型数组变量		
函数方法	int GetFloatArrayValue(string paramName, ref float[] paramValue, out int arrayCount)		
	参数名称	数据类型	参数说明
输入	paramName	string	变量名称
输出	paramValue	float[]	变量值
	arrayCount	int	数组个数
返回值	成功：0 异常：非零错误码		

- GetStringArrayValue

功能说明	获取 string 型数组变量		
函数方法	int GetStringArrayValue(string paramName, ref string[] paramValue, out int arrayCount)		
	参数名称	数据类型	参数说明
输入	paramName	string	变量名称
输出	paramValue	string[]	变量值
	arrayCount	int	数组个数
返回值	成功：0 异常：非零错误码		

● 数据输出接口：

- SetIntValue

功能说明	设置 INT 型变量值		
函数方法	int SetIntValue(string key, int value)		
	参数名称	数据类型	参数说明
输入	paramName	string	变量名称

	paramValue	int	变量值
输出			
返回值	成功：0 异常：非零错误码		

– SetFloatValue

功能说明	设置 float 型变量值		
函数方法	int SetFloatValue (string key, int value)		
	参数名称	数据类型	参数说明
输入	paramName	string	变量名称
	paramValue	float	变量值
输出			
返回值	成功：0 异常：非零错误码		

– SetStringValue

功能说明	设置字符串型变量值		
函数方法	int SetStringValue (string key, string value)		
	参数名称	数据类型	参数说明
输入	paramName	string	变量名称
	paramValue	string	变量值
输出			
返回值	成功：0 异常：非零错误码		

– SetStringValueByIndex

功能说明	设置字符串型变量值		
函数方法	int SetStringValueByIndex(string key, string value, int index, int		

	total)		
	参数名称	数据类型	参数说明
输入	paramName	string	变量名称
	value	string	变量值
	index	int	数组索引
	total	int	数组元素个数
输出			
返回值	成功: 0 异常: 非零错误码		

– SetIntValueByIndex

功能说明	设置字符串型变量值		
函数方法	int SetIntValueByIndex(string key, int value, int index, int total)		
	参数名称	数据类型	参数说明
输入	paramName	string	变量名称
	value	int	变量值
	index	int	数组索引
	total	int	数组元素个数
输出			
返回值	成功: 0 异常: 非零错误码		

– SetFloatValueByIndex

功能说明	设置字符串型变量值		
函数方法	int SetFloatValueByIndex (string key, int value, int index, int total)		
	参数名称	数据类型	参数说明
输入	paramName	string	变量名称
	value	float	变量值
	index	int	数组索引
	total	int	数组元素个数
输出			
返回值	成功：0 异常：非零错误码		

● 调试相关：

– ConsoleWrite

功能说明	将信息打印至 DebugView 中		
函数方法	void ConsoleWrite(string content)		
	参数名称	数据类型	参数说明
输入	Content	string	打印内容
输出			
返回值	无		

Init()函数为初始化函数，Porcess()为处理函数。只有第一次运行才会运行初始化函数，如图 5-117 所示。

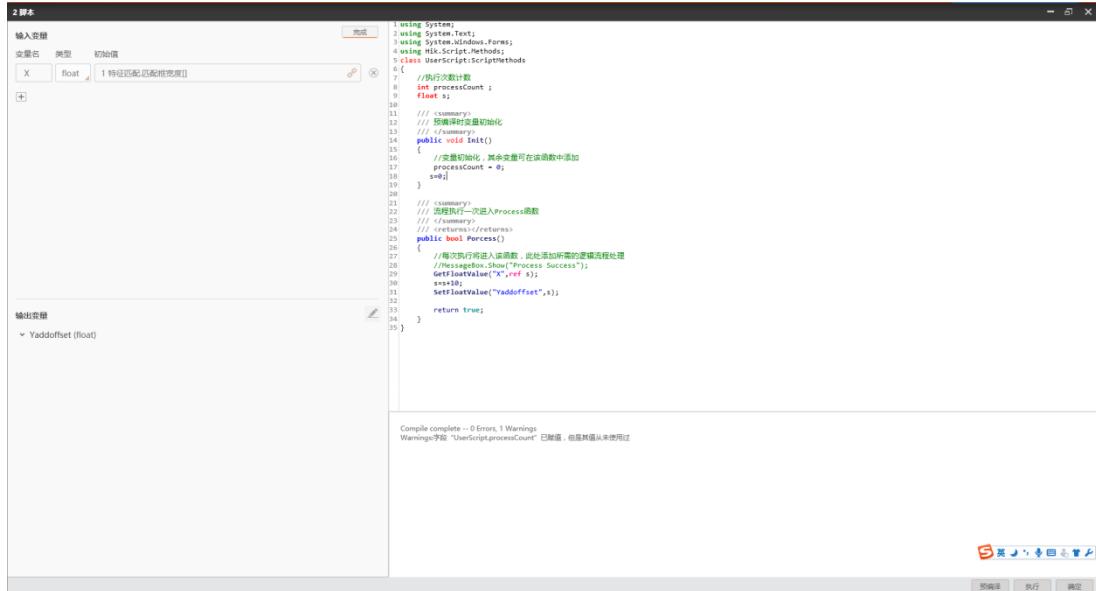


图5-117 格式化参数设置

5.11.10 循环

循环工具是将用户所需的模块循环运行，需要先把循环框拉入编辑区，然后把需要循环的工具拉入循环框中，并要设置循环的起始值和结束值以及循环间隔，如图 5-118 所示。



图5-118 循环参数设置

使用循环模块时需要在循环工具的模块配置循环变量，如图 5-119 所示。



图5-119 配置循环变量

5.11.11 点集

点集工具可以将其他模块的相关数据组合为点的集合，最多 16 个点集，便于后续方案操作。支持点或者坐标输入，可开启循环使能放入循环模块使用，将每次循环的点汇集。

- 点输入：选择按点或者按坐标输入其他模块的数据。
- 循环使能：点集处在循环之中，将每次循环得到的点集添加到输出点集之中。

点集效果如图 5-120 示，点集模块显示 1 圆查找模块的圆心点以及 2 圆查找模块的轮廓点。



图5-120 点集

5.11.12 耗时统计

耗时统计模块统计流程中从进入开始模块到离开结束模块之间所需的时间,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,参数配置及运行结果如图 5-121 所示。

- 输入配置: 选择开始计算耗时的模块和结束计算耗时的模块。



图5-121 耗时统计

5.11.13 延时等待

延时等待模块用来控制程序等待。可设置等待时间（毫秒），当程序运行到该模块时，将根据设置的时间程序将进行等待操作。

- 输入配置：从点 1 运动到点 2 时，设置等待时间为 2000 毫秒，此时机械臂会在点 1 等待 2000 毫秒后再运动到点 2。



图5-122 延时等待

第6章 通信

6.1 通信概述

将常用通信协议进行模块封装，供算法结果输出，目前支持接收数据、发送数据、PLC 通信、IO 通信和 ModBus 通信。

6.2 接收数据

接收数据模块借助不同媒介进行数据传输，主要用于不同流程之间数据传输。

- 输入配置：选择输入数据来源。
- 数据源：可选择从数据队列、通信设备或全局变量接收数据。

- 接收数据源为数据队列或全局变量时，最多可配置 16 个输入，需要提前在数据队列和全局变量里配置，如图 6-1 和图 6-2 所示。

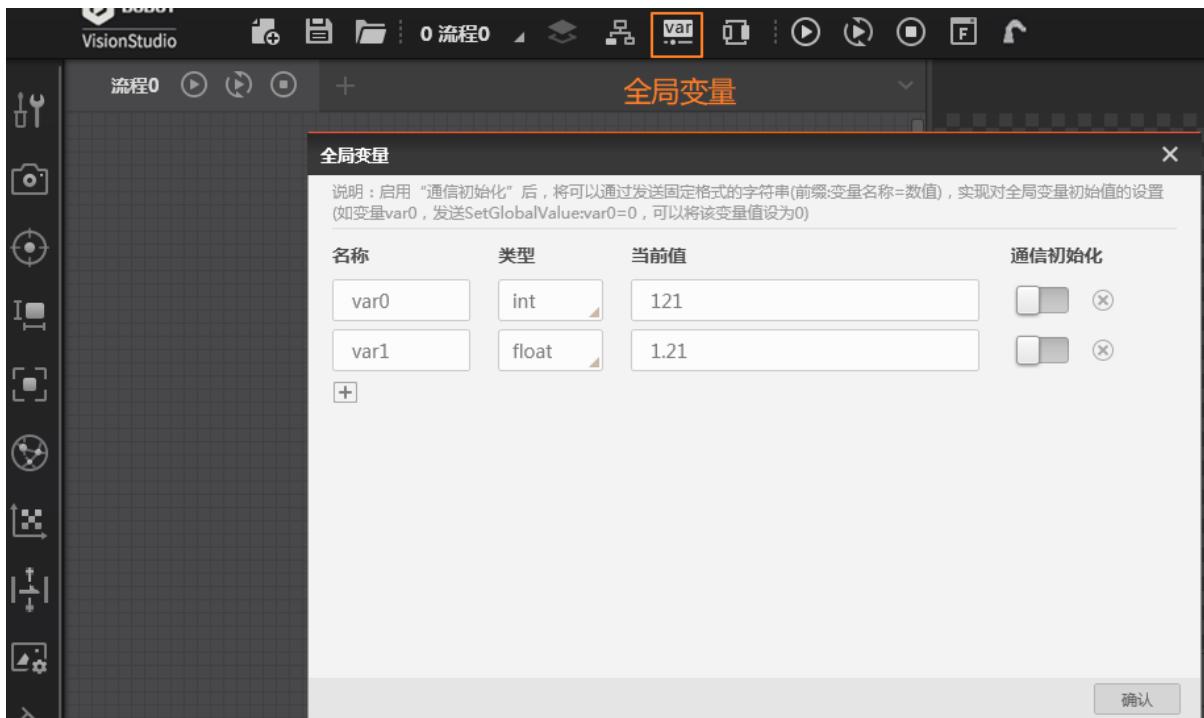


图6-1 全局变量配置



图6-2 数据队列配置

- 通信管理中可配置 TCP 客户端、TCP 服务端、UDP 和串口。当接收数据为通信设备时，仅可配置为 1 个输入，配置通信设备如图 6-3 所示。



图6-3 通信管理配置

- 获取行数：每个队列最多可以有 256 行，选择接收数据的行数。
- 输入数据：设置变量名称用来存储接收的数据，如图 6-4 所示，变量 var0 接收的数据来源是 0 数据队列的 queue0。



图6-4 数据队列接收数据设置

如图 6-5 所示，示例方案为从全局变量中接收数据并格式化显示。



图6-5 接收数据方案

6.3 发送数据

可将流程中的数据发送到数据队列、通信设备或全局变量中，如图 6-6 所示。当配置输出至数据队列或全局变量时，最多可配置 16 个输出。当配置输出至通信设备时，仅能配置 1 个输出。



图6-6 发送数据参数

- 输出配置：选择输出至数据队列、通信设备或全局变量。
- 发送数据：选择需要发送的数据。

示例中将圆查找得到的半径通过发送数据模块发送至全局变量中，参数配置如图 6-7 所示，运行结果如图 6-8 所示。



图6-7 发送数据

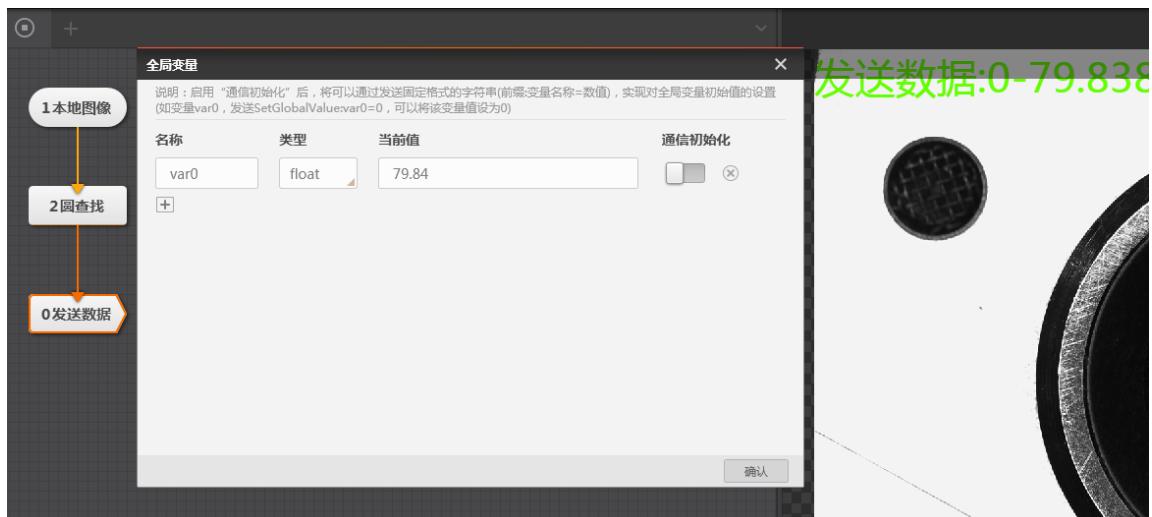


图6-8 发送数据运行结果

6.4 TCP 通信

TCP 通信是一种面向连接的、可靠的、基于字节流的传输层通信，当在发送数据或接收数据中选择通信设备时，可以配置 TCP 通信，以发送数据为例，具体的步骤是：

步骤1 在通信管理中加载 TCP 服务端或者客户端，设置目标端口和目标 IP 如图 6-9 通信协议所示，同时在对应的 TCP 通信另一端设置相应的 IP 和端口。

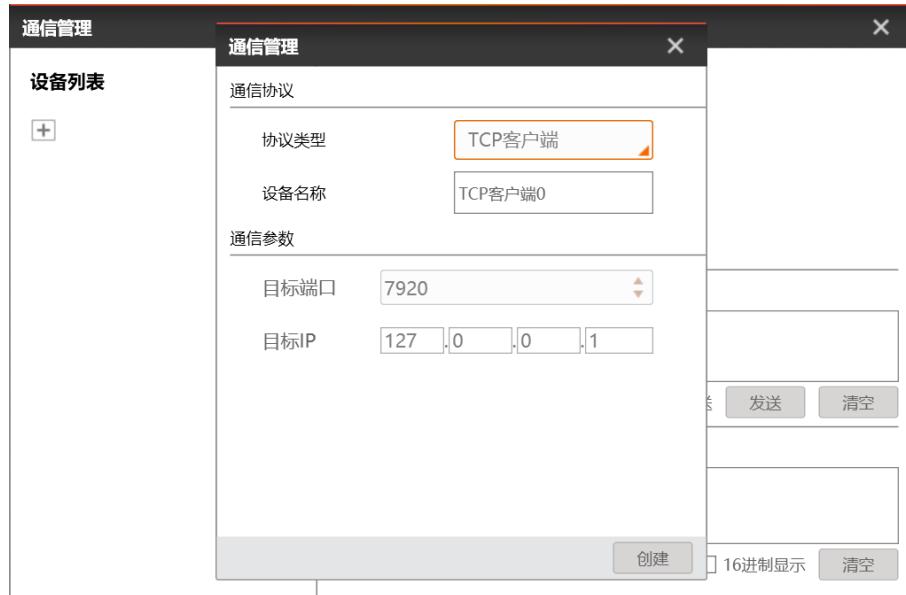


图6-9 通信协议

步骤2 在想要输出信息的模块后面连接“发送数据”模块，同时在发送数据里面的输出配置中选择“通信设备”，并且绑定相应的通信设备，再选择想要发送的数据，如图 6-10 发送选定所示。



图6-10 发送选定

6.5 IO 通信

目前 IO 通信仅支持我司视觉控制器，当未连接视觉控制器时，该工具模块无法使用。内部采用串口 COM2 进行通信，若计算机没有 COM2 口或 COM2 口被占用，则模块无法输出。使用该模块前，请按照视觉控制器用户手册对相应的 IO 接口进行正确的接线；使用该模块时，需要设置输出的 IO 接口条件，并配置输出电平和输出类型。视觉控制器可以自由配置电平持续时间，如图 6-11 所示。



图6-11 IO 通信

- 输入配置：配置 IO1、2、3、4 的输出条件，满足条件时才会有 IO 信号输出，可以订阅字符串类型的数据，“OK”或者“NG”有效，一般配置为条件检测的结果或者脚本的输出。
- 运行参数：设置输出类型、有效电平以及持续时间。
- 持续时间：输出有效电平的时间。
- 有效电平：IO 口的输出电平，若设置为低电平有效，则 IO 口默认电平为高电平。
- 输出类型：设置 OK 时输出或 NG 时输出。若设置持续时间 500、低电平有效、NG 时输出，IO1 输出条件订阅的模块为 NG 时则 IO1 口输出持续时间为 500ms 的低电平，若为 OK 时保持默认电平状态。

6.6 ModBus 通信

标准 ModBus 协议通讯，请根据需要自行配置，如图 6-12 所示。



图6-12 ModBus 通信

- 设备地址：范围为[0, 247]，从站地址，默认为0时为广播功能。
- 功能码：0x03 读保持寄存器、0x04 读写入寄存器、0x06 写单个寄存器和 0x10 写多个寄存器。
- 寄存器地址：需要访问的寄存器地址，范围为[0, 65535]。
- 寄存器个数：[1, 125]。
- 主从模式：仅支持主机模式，Modbus 通信模块作为客户端。
- 通信设备：可选择串口或 TCP 客户端，串口和 TCP 客户端需要在通信管理内新建。
- 协议选择：可选择协议 RTU 或 ASCII。
- 超时时间：[1, 10000]，发出数据直到收到返回的确认信号的时间，单位为 ms。

6.7 PLC 通信

- 命令类型：选择读数据或写数据。
- PLC 类型：选择 PLC 的类型，默认三菱。
- 通信协议：选择 3E 帧、3C 帧格式 3 或 4C 帧格式 5。
- 报文类型：选择 ASCII 或二进制。
- 软元件类型：选择 X、Y、M 或 D。
- 软元件地址：设置范围[0, 2047]。
- 软元件点数：设置范围[0, 64]。

- 通信方式：选择串口、TCPClient 或 TCPServer，选择串口可设置串口号、波特率、数据位、检验位、停止位，选择 TCPClient 可设置目标 IP 和目标端口，选择 TCPServer 可设置本机 IP 和本地端口。
- 通信参数：设置读超时时间和写超时时间。

第7章 Dobot 工具

7.1 概述

将常用的 Dobot API 进行模块封装，供算法结果输出，方便用户使用。Dobot 工具包含了 Dobot Magician 工具组和 Dobot M1 工具组。

7.2 Dobot Magician 工具组

7.2.1 传送带

将传送带电机连接至 Dobot Magician 的扩展电机接口，以便 Dobot Magician 控制电机的速度。用户可根据实际连接的电机接口进行配置，如图 7-1 所示。



图 7-1 传送带电机参数

- 电机编号：连接 Dobot Magician 的扩展电机接口。取值范围：电机一或电机二。电机一表示连接 Stepper1 接口；电机二表示连接 Stepper2 接口。
- 是否使能：使能电机接口。
- 电机控制速度：设置电机控制速度，即传送带运行速度。取值范围：-20000~20000 pulse/s。

7.2.2 滑轨

将滑轨连接 Dobot Magician 后，可使 Dobot Magician 随滑轨一起运行，能最大限度地扩大 Dobot Magician 的工作空间。滑轨工具如图 7-2 所示。



图 7-2 滑轨参数

- 运动模式：机械臂运动至目标位置时的运动模式，取值范围：MOVJ, MOVL, JUMP。

- MOVJ：关节运动，由 A 点运动到 B 点，各个关节从 A 点对应的关节角运行至 B 点对应的关节角。关节运动过程中，各个关节轴的运行时间需一致，且同时到达终点，如图 7-3 所示。

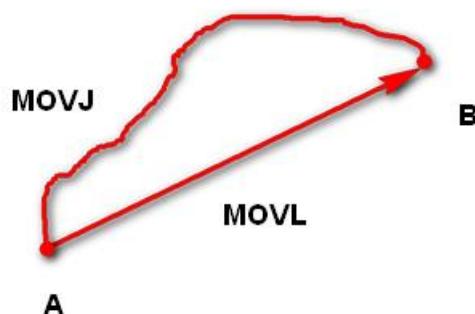


图 7-3 MOVJ 和 MOVL 运动模式

- MOVL：直线运动，A 点到 B 点的路径。
- JUMP：门型轨迹，A 点到 B 点以 MOVJ 运动模式移动，如图 7-4 所示。

1. 以MOVJ运动模式上升到一定高度 (Height)。
2. 以MOVJ运动模式过渡到最大抬升高度 (Limit)。
3. 以MOVJ运动模式平移到B点上方的高度处。
4. 以MOVJ运动模式过渡到B点高度加上Height后的高度处。
5. 以MOVJ运动模式下降到B点所在位置。

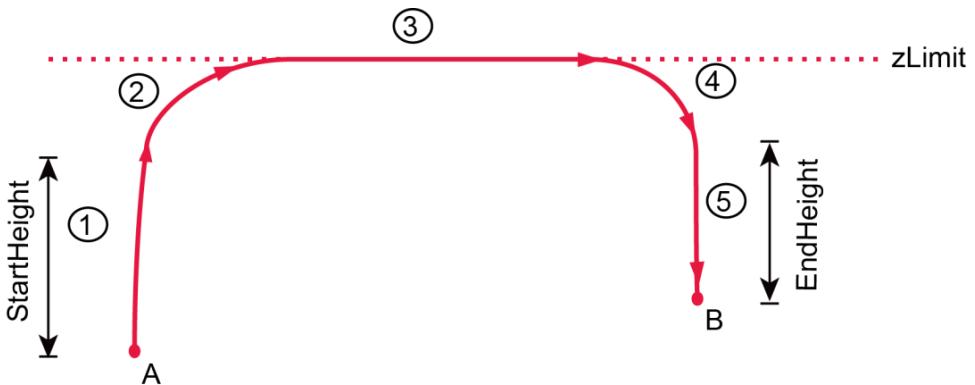


图 7-4 JUMP 运动模式

- X: 目标位置 X 轴坐标值。
- Y: 目标位置 Y 轴坐标值。
- Z: 目标位置 Z 轴坐标值。
- R: 目标位置 R 轴坐标值。
- L: 滑轨运行距离。

7.2.3 运动到点

运动到点即机械臂按照设置的运动模式到达指定的位置。用户可根据实际情况选择运动模式，如图 7-5 所示。



图 7-5 运动到点参数

- 运动模式：机械臂运动至目标位置时的运动模式，取值范围：MOVJ, MOVL, JUMP。
 - MOVJ：关节运动，由 A 点运动到 B 点，各个关节从 A 点对应的关节角运行至 B 点对应的关节角。关节运动过程中，各个关节轴的运行时间需一致，且同时到达终点，如图 7-6 所示。

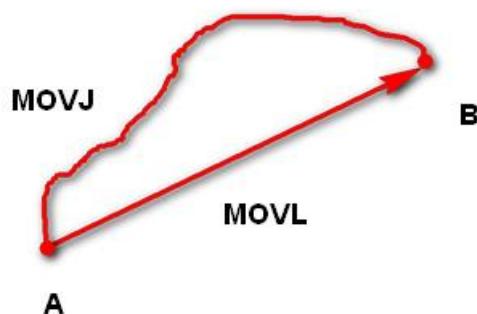


图 7-6 MOVJ 和 MOVL 运动模式

- MOVL：直线运动，A 点到 B 点的路径 s。
- JUMP：门型轨迹，A 点到 B 点以 MOVJ 运动模式移动，如图 7-7 所示。
 1. 以MOVJ运动模式上升到一定高度（Height）。

2. 以MOVJ运动模式过渡到最大抬升高度 (Limit)。
3. 以MOVJ运动模式平移到B点上方的高度处。
4. 以MOVJ运动模式过渡到B点高度加上Height后的高度处。
5. 以MOVJ运动模式下降到B点所在位置。

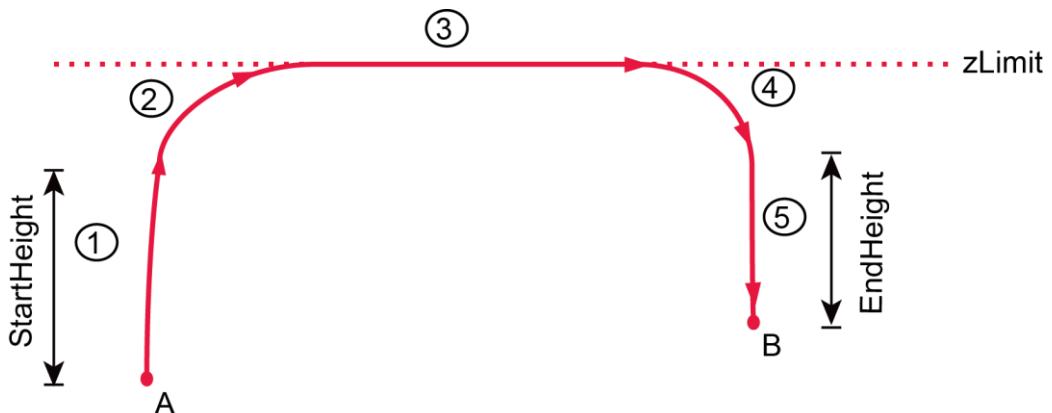


图 7-7 JUMP 运动模式

- X: 目标位置 X 轴坐标值。
- Y: 目标位置 Y 轴坐标值。
- Z: 目标位置 Z 轴坐标值。
- R: 目标位置 R 轴坐标值。

7.2.4 吸盘开关

吸盘开关用于控制吸盘吸取和释放，待吸盘套件连接 Dobot Magician 后，可通过孔子吸盘开关工具进行吸取和释放，如图 7-8 所示。

是否开合：控制吸盘吸气和吹气。取值范围：开启，表示吸气；关闭：关闭气泵。



图 7-8 吸盘开关参数

7.2.5 爪子开关

爪子开关用于控制夹爪抓取和释放，待夹爪套件连接 Dobot Magician 后，可通过控制爪子开关工具进行抓取和释放，如图 7-9 所示。

是否开合：控制手爪抓取和释放。取值范围：开启，表示抓取；关闭：表示释放。



图 7-9 爪子开关参数

7.2.6 激光开关

激光开关用于激光雕刻，待激光雕刻套件连接 Dobot Magician 后，可通过设置激光开关工具进行激光雕刻，如图 7-10 所示。

激光开关：开启或关闭激光。取值范围：开启；关闭。



图 7-10 激光开关参数

7.2.7 回零校准

如果机械臂在运行过程中发生碰撞或丢步，导致数据异常，此时需对机械臂进行回零操作，提高定位精度。无需设置参数。回零校准工具如图 7-11 所示。

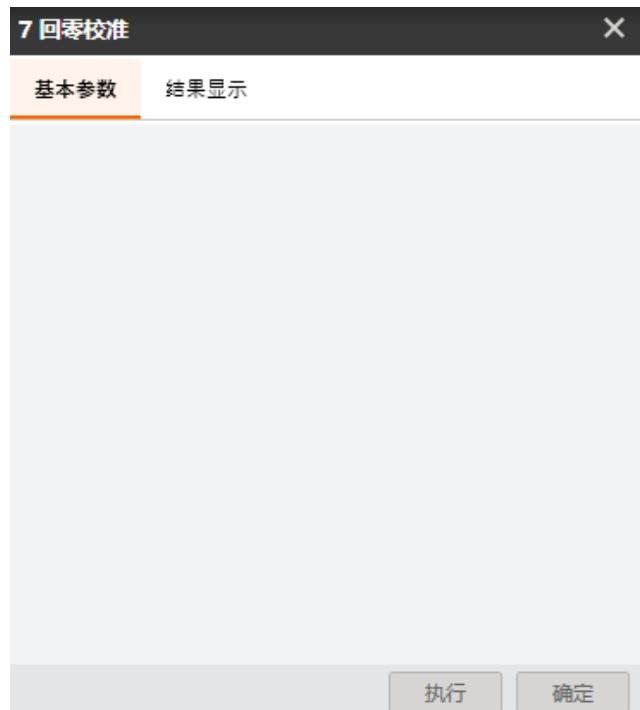


图 7-11 回零校准工具

7.2.8 I/O 输入

Dobot Magician 的 I/O 接口采用统一编址的方式，用户可通过 I/O 输入工具获取指定 I/O 输入接口的状态。I/O 输入工具如图 7-12 所示。



图 7-12 I/O 输入工具

地址：设置输入 I/O 接口的地址。Dobot Magician I/O 接口定义请参见《Dobot Magician 机器人用户手册》。

7.2.9 I/O 输出

Dobot Magician 的 I/O 接口采用统一编址的方式，用户可通过 I/O 输出工具设置指定 I/O 输出接口的状态。I/O 输出工具如图 7-13 所示。



图 7-13 I/O 输出工具

- 地址：设置输出接口的地址。Dobot Magician I/O 接口定义请参见《Dobot Magician 机器人用户手册》。
- 高低电平：设置输出接口的状态。取值范围：高，表示高电平；低，表示低电平。

7.2.10 速度比例

速度比例用于设置机械臂全局速率比例，控制机械臂运动速度。如图 7-14 所示，设置机械臂以 50% 的速度比例运动。



图 7-14 速度比例

7.3 Dobot M1 工具组

7.3.1 I/O 输入

Dobot M1 的 I/O 接口采用统一编址的方式，用户可通过 I/O 输入工具获取指定 I/O 输入接口的状态。I/O 输入工具如图 7-15 所示。



图 7-15 I/O 输入工具

地址：设置输入 I/O 接口的地址。Dobot M1 I/O 接口定义请参见《Dobot M1 机器人用户手册》。

7.3.2 I/O 输出

Dobot M1 的 I/O 接口采用统一编址的方式，用户可通过 I/O 输出工具设置指定 I/O 输出接口的状态。I/O 输出工具如图 7-16 所示。



图 7-16 I/O 输出工具

- 地址：设置输出接口的地址。Dobot M1 I/O 接口定义请参见《Dobot M1 机器人用户手册》。
- 高低电平：设置输出接口的状态。取值范围：高，表示高电平；低，表示低电平。

7.3.3 运动到点

运动到点即机械臂按照设置的运动模式到达指定的位置。用户可根据实际情况选择运动模式，如图 7-5 所示。



图 7-17 运动到点参数

- 运动模式：机械臂运动至目标位置时的运动模式，取值范围：MOVJ, MOVL, JUMP。
 - MOVJ：关节运动，由 A 点运动到 B 点，各个关节从 A 点对应的关节角运行至 B 点对应的关节角。关节运动过程中，各个关节轴的运行时间需一致，且同时到达终点，如图 7-6 所示。

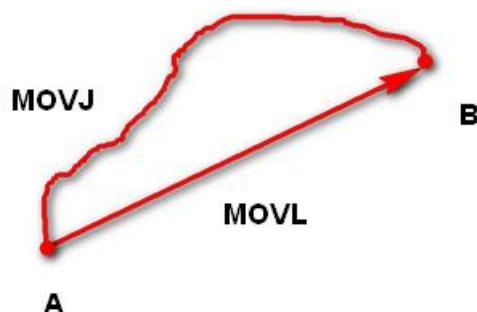


图 7-18 MOVJ 和 MOVL 运动模式

- MOVL：直线运动，A 点到 B 点的路径 s。
- JUMP：门型轨迹，A 点到 B 点以 MOVJ 运动模式移动，如图 7-7 所示。
 6. 以MOVJ运动模式上升到一定高度 (Height)。
 7. 以MOVJ运动模式过渡到最大抬升高度 (Limit)。

8. 以MOVJ运动模式平移到B点上方的高度处。
9. 以MOVJ运动模式过渡到B点高度加上Height后的高度处。
10. 以MOVJ运动模式下降到B点所在位置。

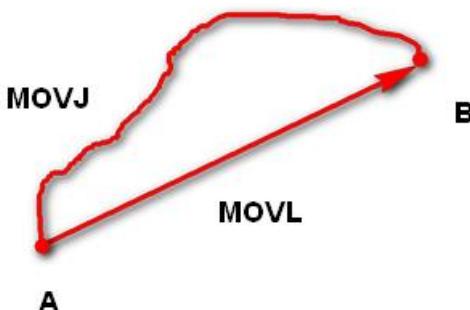


图 7-19 JUMP 运动模式

- X: 目标位置 X 轴坐标值。
- Y: 目标位置 Y 轴坐标值。
- Z: 目标位置 Z 轴坐标值。
- R: 目标位置 R 轴坐标轴。

7.3.4 速度比例

速度比例用于设置机械臂全局速率比例，控制机械臂运动速度。如图 7-14 所示，设置机械臂以 50% 的速度比例运动。



图 7-20 速度比例

7.3.5 机械臂方向

Dobot M1 具备两种臂方向（左手和右手方向），即机械臂运动时小臂可以向左或者向右，使机械臂可以在既定的工作范围内移动到几乎任何位置和方向。机械臂运动时需指定臂方向，如果不指定臂方向，可能会导致机械臂未按既定的路径运动，从而对外围设备造成干扰。

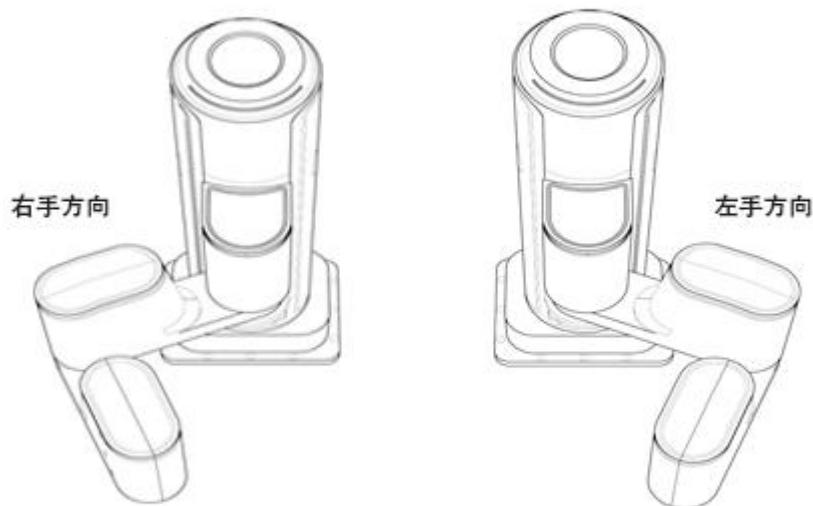


图 7-21 机械臂方向

可使用机械臂方向工具设置机械臂方向，如图 7-22 所示。



图 7-22 设置机械臂方向

第8章 用户显示界面

8.1 界面编辑界面

单击  打开前端运行界面，再单击  即可进入界面编辑界面，界面编辑界面分为控件区、界面编辑区、参数配置区，如图 8-1 所示。

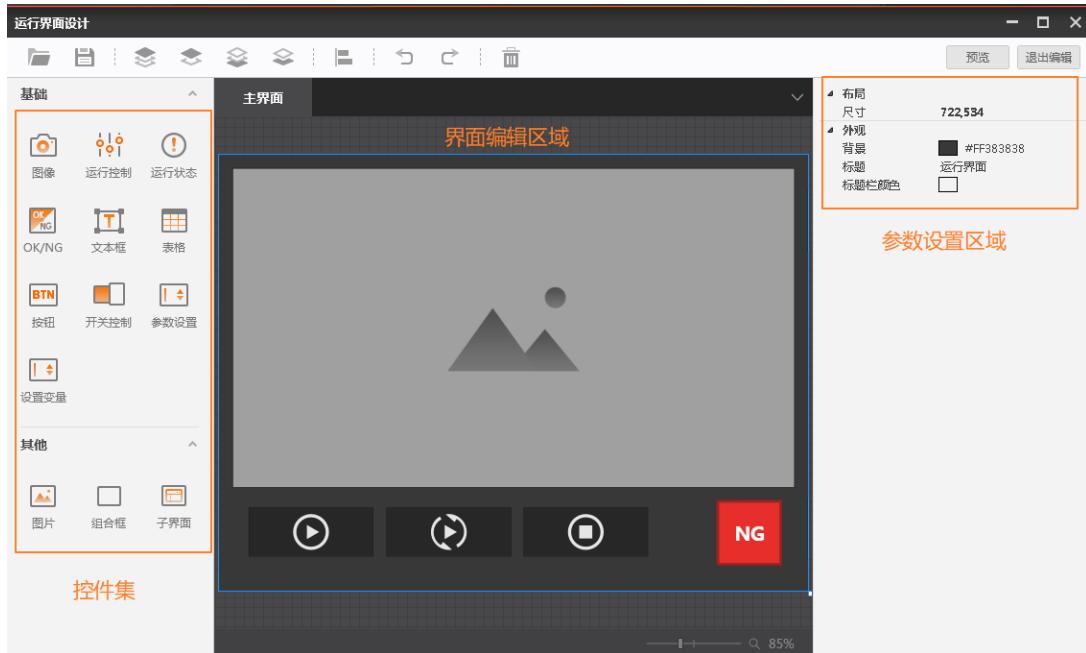


图8-1 运行界面编辑

8.2 控件集

提供了各种控件可供客户自定义编辑界面。控件包括图像、运行控制、运行状态、OK/NG、文本框、表格、按钮、开关控制、参数设置、设置变量、图片、组合框、子界面。单击控件集的控件后，再在界面编辑区域单击一次可实现控件集的添加，右击控件可实现删除、重做、置于顶层等操作。

8.3 界面编辑区域

提供编辑界面的区域。可以在此区域添加各种控件设计想要达到的效果。

8.4 参数设置

选中某个控件可以配置此控件的关联参数。

- 图像：可以关联方案中的运行图片。
- 运行控制：可以控制运行状态，包含单步运行，连续运行，停止等功能。
- 运行状态：可以显示现在的运行状态。
- OK/NG：显示当前运行结果的状态。
- 文本框：可以编辑显示文字。
- 表格：可以把想要显示的数据关联到表格。

- 按钮：可以设置此按钮和某个工具的参数页面关联。可以直接在界面上单击此按钮调出关联的工具参数页面进行调整参数。
- 开关控制：可以设置关联流程中的基本参数、运行参数以及结果显示页面的参数，例如该控件关联本地图像模块中的方案存图时，可实现在运行界面对流程方案的存图功能进行开关。
- 参数设置：添加参数设置框，绑定整型或浮点型数据，可在运次界面的参数设置框内输入数据或调整数据大小。
- 设置变量：数据绑定中只能绑定变量计算模块中的变量，可在运行界面直接修改绑定变量的数值。
- 图片：可以关联本地电脑中的图像并显示在界面上。
- 组合框：是一个组合功能，可以把某些按钮等放在此组合里面。
- 子界面：子界面是对主界面功能的拓展。添加子界面控件后可在参数设置区域对子界面进行参数设置并编辑子界面。进入子界面后可在子界面添加任意控件，界面编辑方式和主界面编辑相同。

运行界面编辑以及运行预览效果如图 8-2 和图 8-3 所示。



图8-2 运行界面编辑



图8-3 界面效果预览

8.5 各角色界面配置

软件控制有管理员控制、技术员控制、操作员控制和无控制四种情况。

- 当软件的实际控制者为管理员时，进入启动引导界面选择任意的方案类型，会跳转至运行界面，可控制运行界面的运行与停止，如图 8-4 所示。

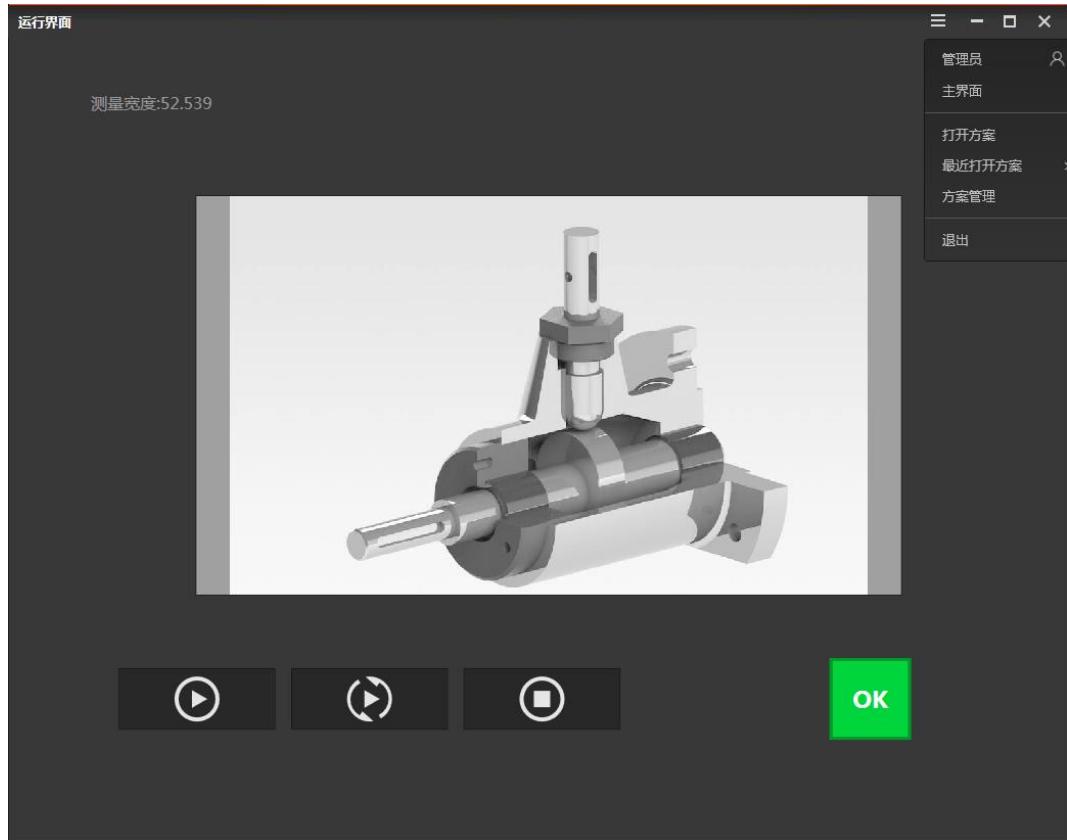


图8-4 管理员界面

此时单击“管理员”可以切换软件控制者的角色、单击“主界面”输入正确密码后可进入主界面、单击“打开方案”可进入相应方案的运行界面、单击“最近打开方案”可进入最近打开方案的运行界面、单击“方案管理”可配置目标方案的路径和触发字符等、单击“退出”可退出软件。

- 当软件的实际控制者为技术员时，进入启动引导界面选择任意的方案类型，会跳转至运行界面，可控制运行界面的运行与停止，如图 8-5 所示。

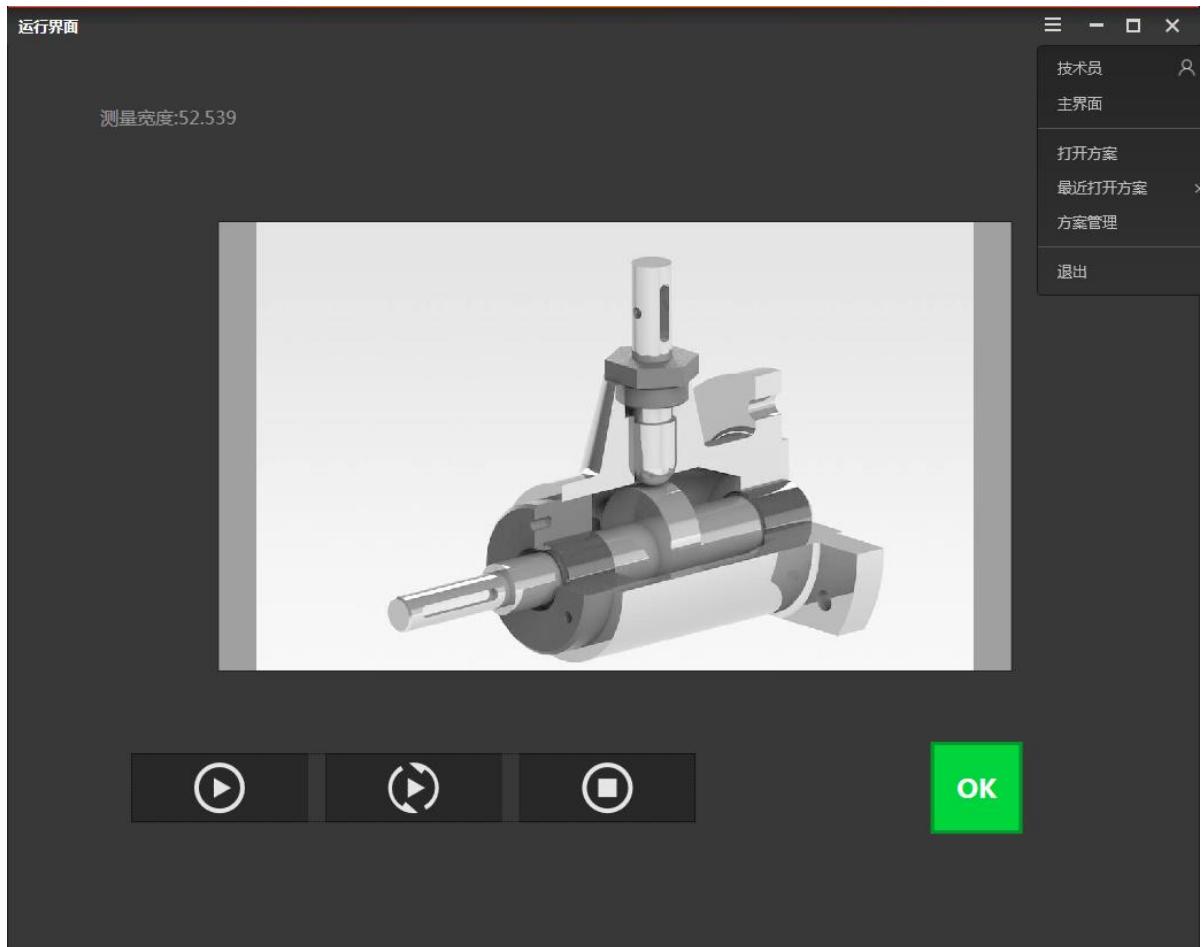


图8-5 技术员界面

相同设置请参照管理员部分，差别在于进入主界面后只能使用管理员配置给它的权限。

- 当软件的实际控制者为操作员时，进入启动引导界面选择任意的方案类型，会跳转至运行界面，此时只能控制运行界面的运行与停止，无权进入主界面，如图 8-6 所示。

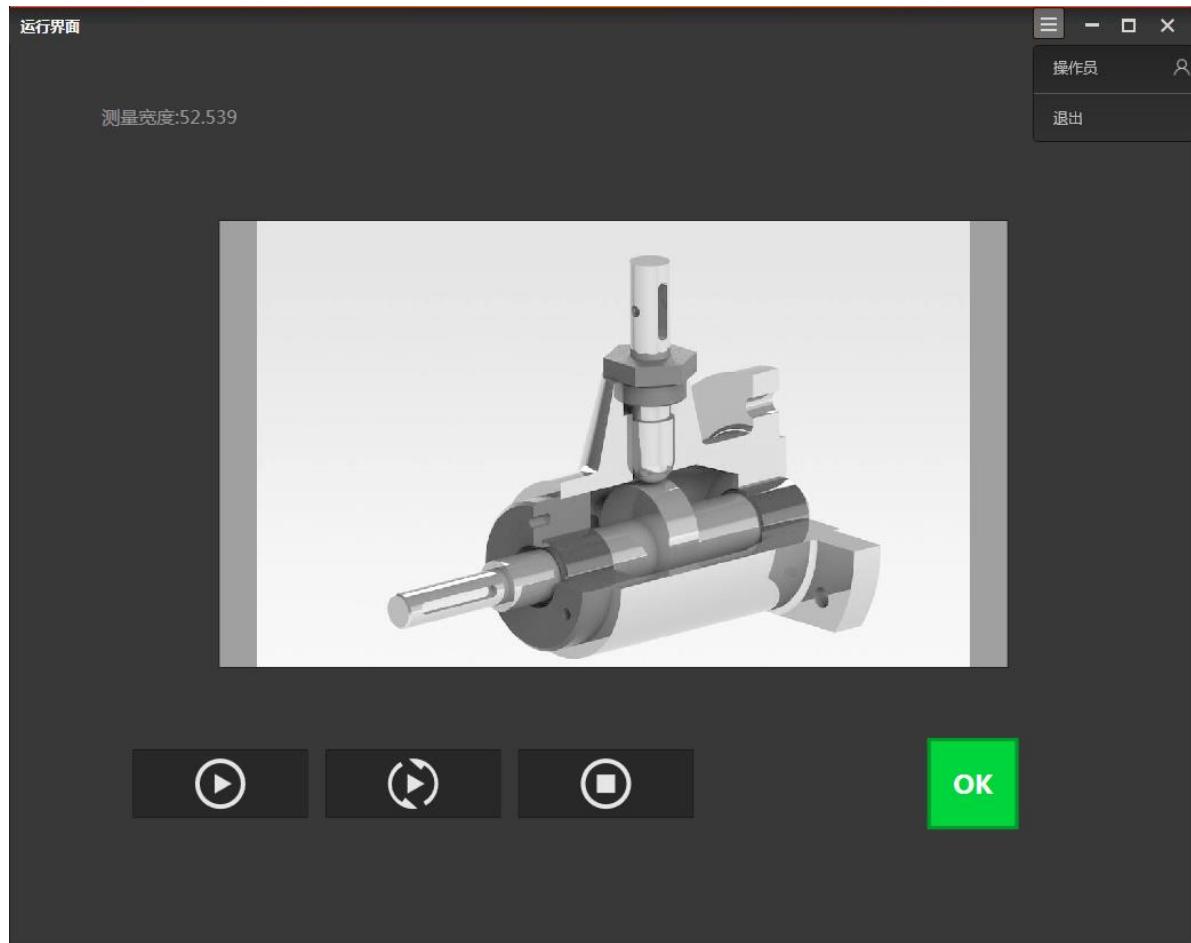


图8-6 操作员界面

- 当未设置软件控制者时，进入启动引导界面选择任意的方案类型，会直接跳转主界面。

第9章 案例展示

9.1 USB 孔定位检测

案例效果：测量 CNC 梯形 USB 孔的位置信息，确定中心点位置，如图 9-1 所示。



图9-1 CNC 梯形 USB 孔

步骤1 方案搭建思路。

- 通过模板匹配查找梯形 USB 孔在图像中的位置。
- 查找梯形孔四条边的直线：上直线，左直线，下直线，右直线。
- 测量出相邻两边的交点：左上直线交点，右上直线交点，左下直线交点，右下直线交点。
- 测量对角两点距离：左上直线交点和右下直线交点距离，右上直线交点和左下直线交点距离。

整体方案流程图，如图 9-2 示。

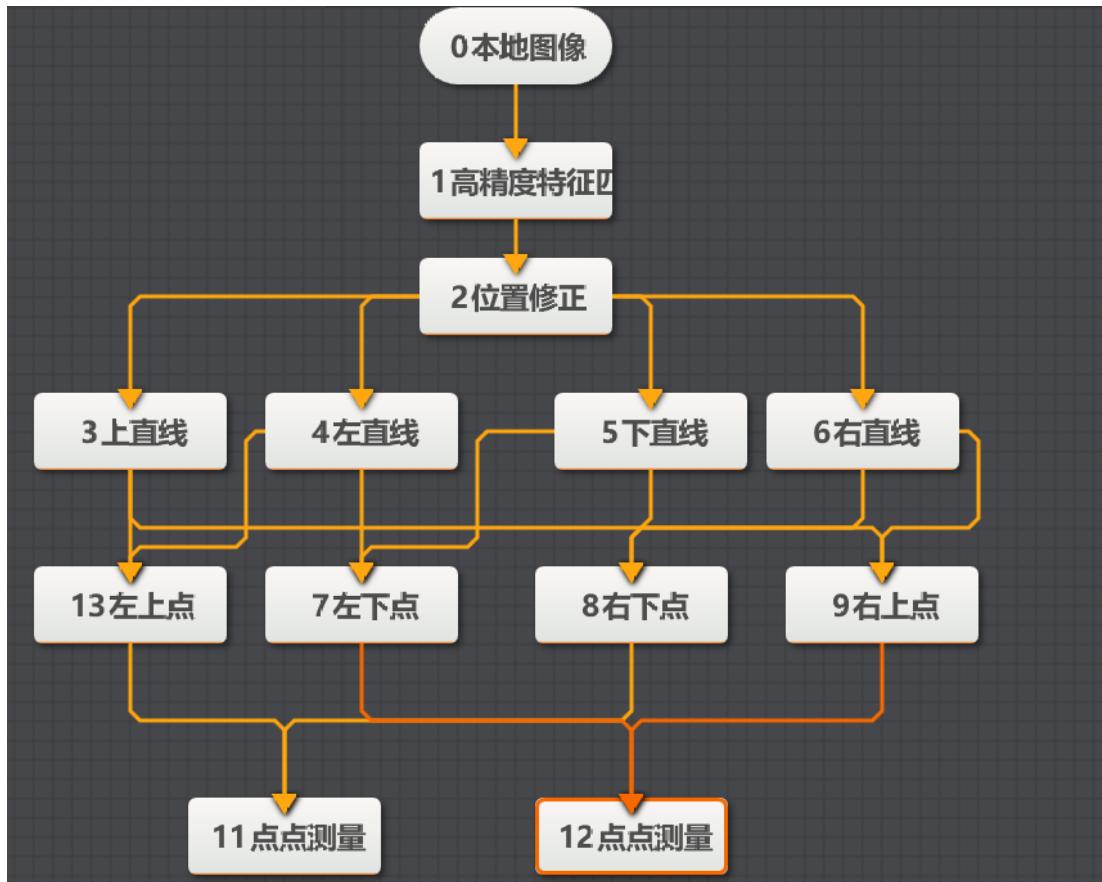


图9-2 方案流程图

步骤2 方案保存，如图 9-3 所示。

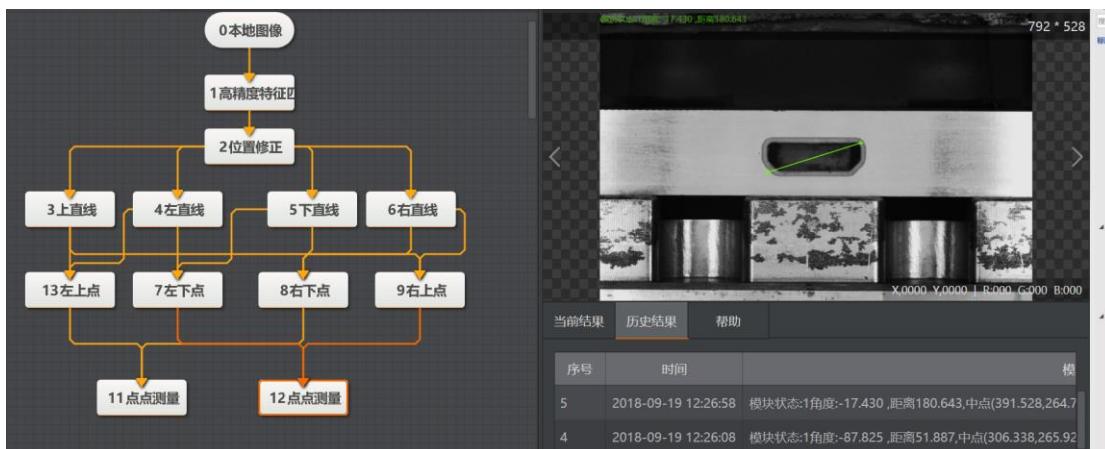


图9-3 方案保存

步骤3 加载预先方案，如图 9-4 所示。

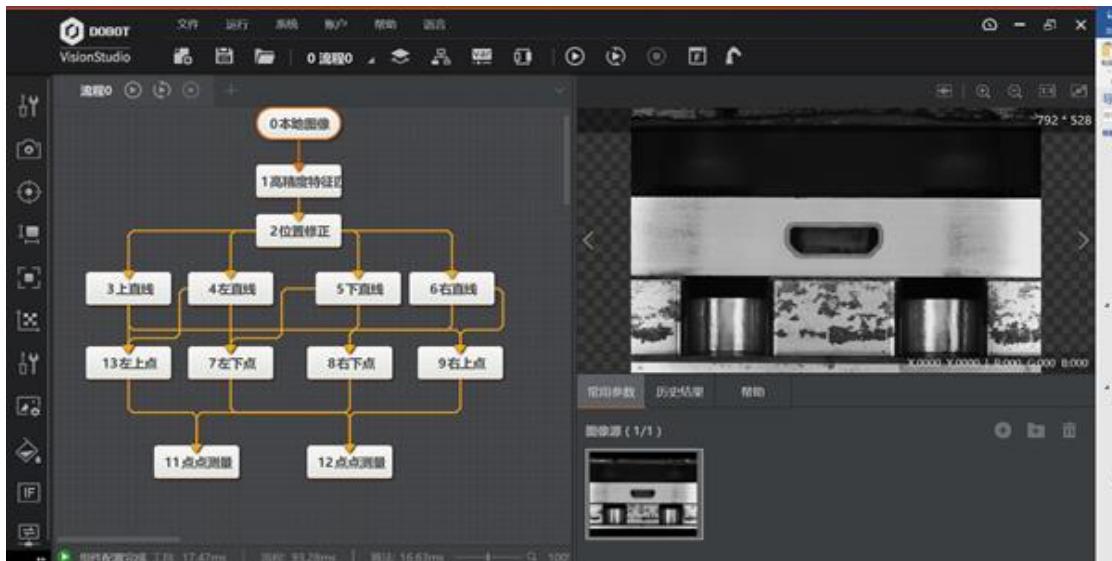


图9-4 方案加载

步骤4 训练模型，如图 9-5 所示。

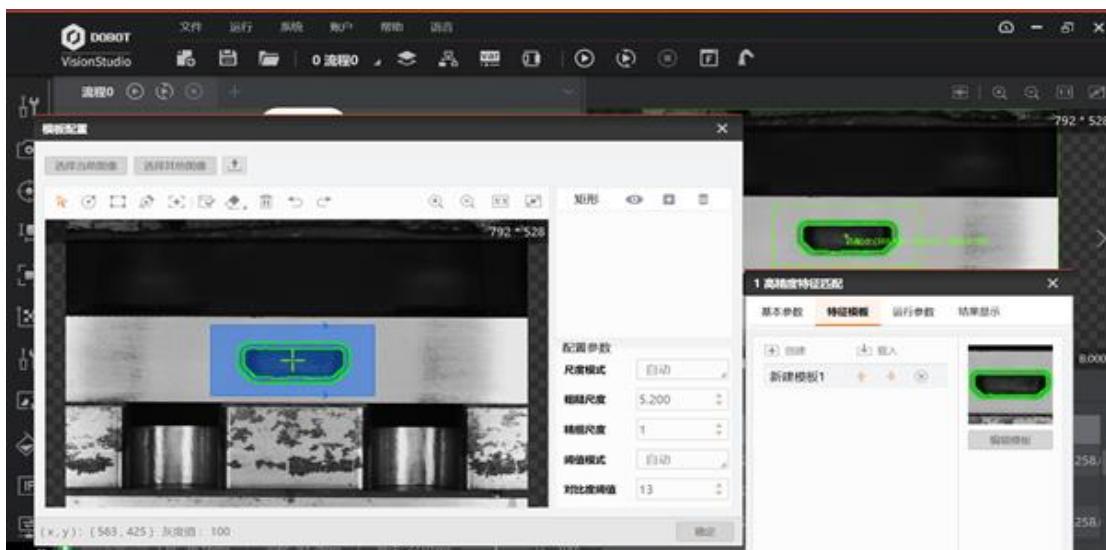


图9-5 训练模型

通过模板匹配定位梯形孔，如图 9-6 所示。

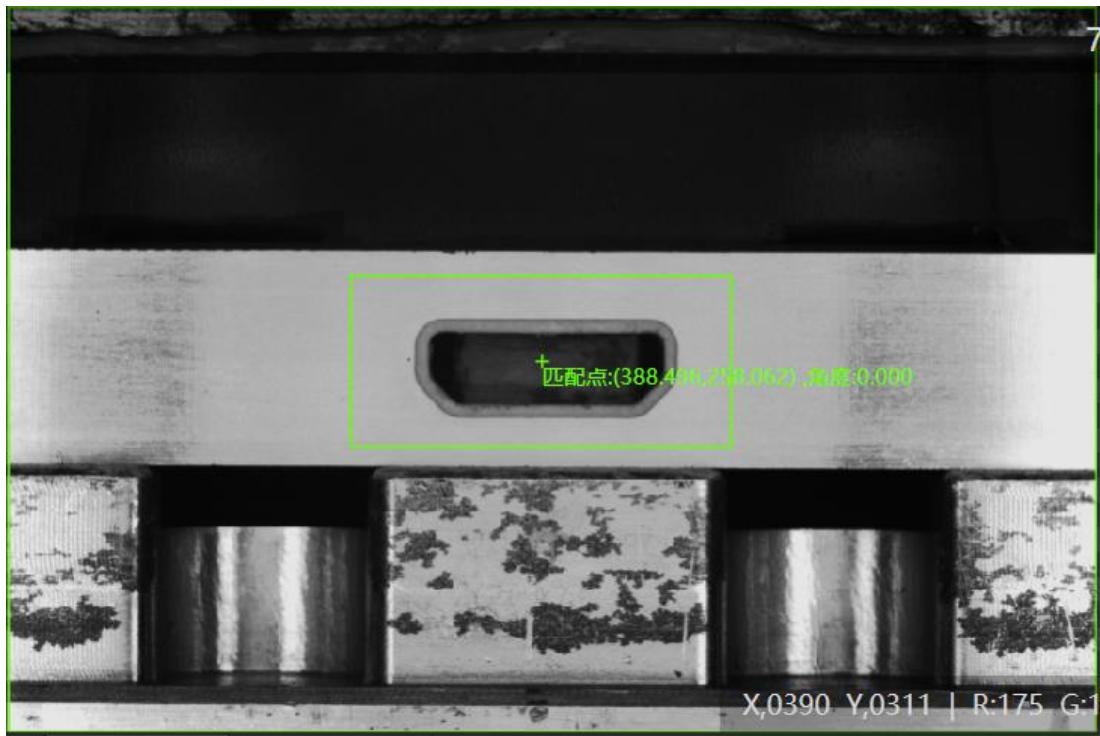


图9-6 匹配结果

步骤5 直线检测，根据实际需要查找的直线在图像中的特征，先选择好 ROI，再进行参数设置。常用参数如下：

- 边缘极性：从白到黑，从黑到白，二者均支持。
- 查找模式：查找最佳直线，查找第一条直线，查找最后一条直线。
- 搜索方向：从上到下搜索，从左到右搜索。

示例说明如下：

- 查找梯形孔上直线，如图 9-7 所示。



图9-7 上直线查找

- 查找梯形孔下直线，如图 9-8 所示。



图9-8 下直线查找

- 查找梯形孔左直线，如图 9-9 所示。



图9-9 左直线查找

- 查找梯形孔右直线，如图 9-10 所示。



图9-10 右直线查找

步骤6 确定左上直线交点，其它四个交点依次类推，如图 9-11 所示。



图9-11 左上直线交点查找

步骤7 中心定位，得到4个角点后，进行点点测量，得到中心点位置结果，如图9-12所示。

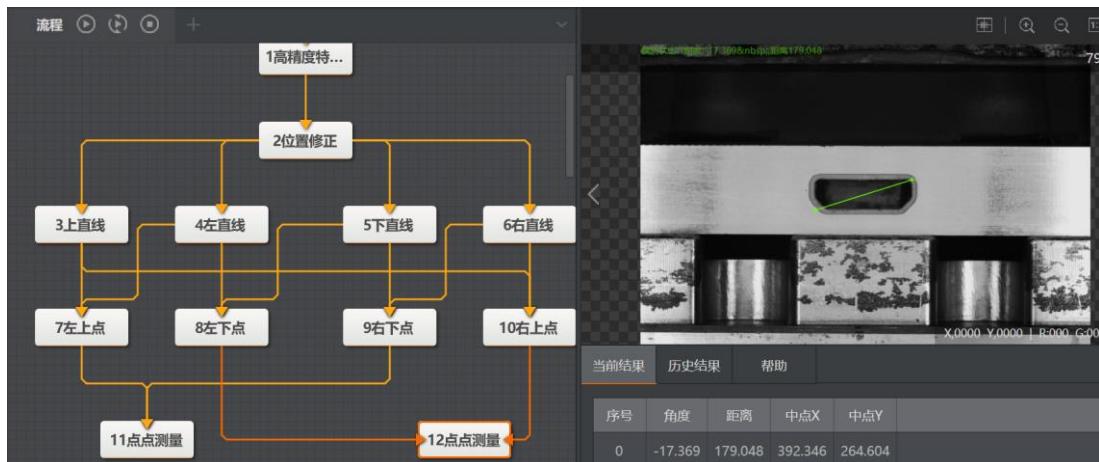


图9-12 对角距离

9.2 金属缺陷检测

方案需求：检测是否存在金属盖，样本图像如图9-13所示。检测金属盖位置是否正确。



图9-13 检测样本

步骤1 方案搭建思路。

- 金属盖表面反光，可以通过亮度分析检测出金属盖有无。
- 底部三角形可以确定金属盖的安装位置，通过特征匹配来定位，通过训练模板设置底座圆心为匹配点。
- 通过圆查找在金属盖上找到安装孔的圆心。
- 通过线线测量找出匹配点与圆心距离。
- 通过圆心距和条件检测判断金属盖安装位置是否正确。

步骤2 方案流程图。

根据搭建思路连接搭建方案如图 9-14 所示。

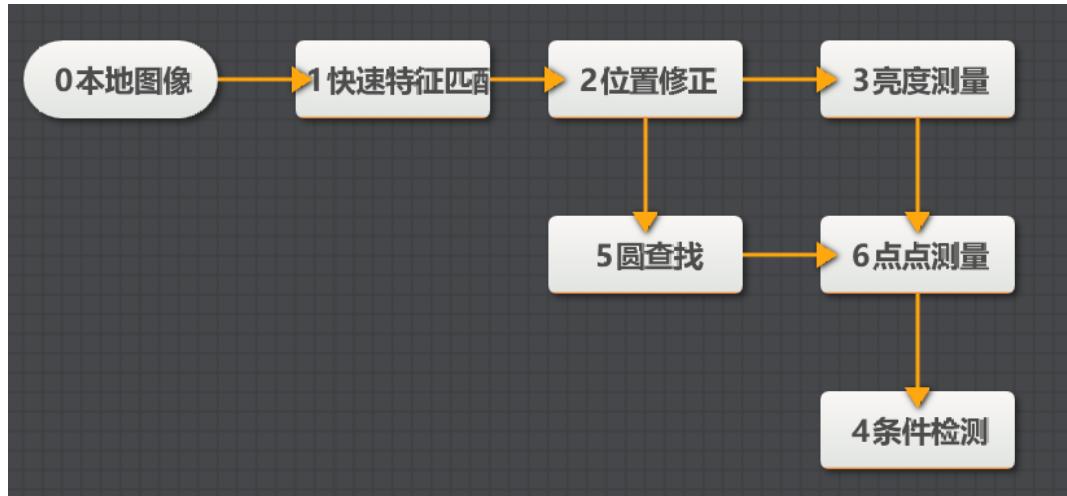


图9-14 方案流程

步骤3 训练模型。

以左下方三角形训练模型，确认安装位置，如图 9-15 所示。

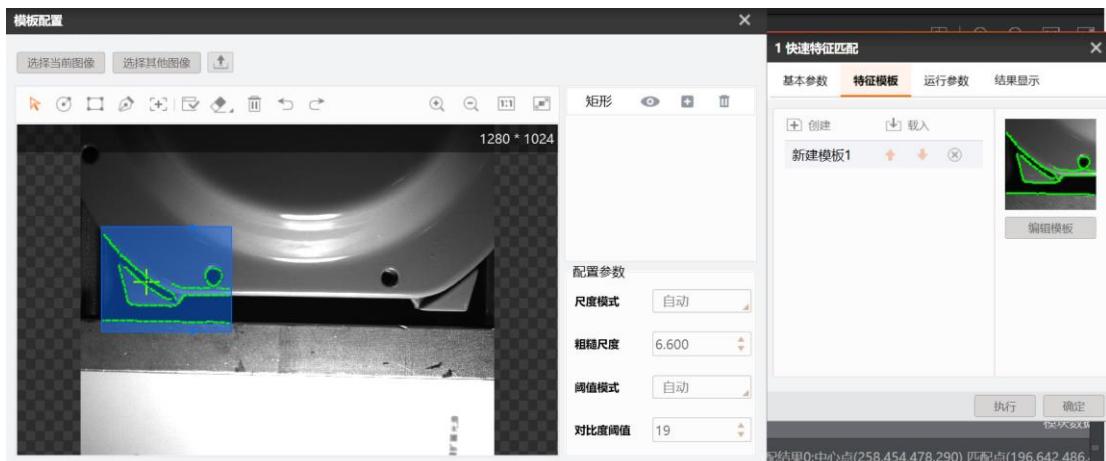


图9-15 训练模型

步骤4 圆查找。

选择好圆孔的查找范围，通过查找圆孔确认金属盖的位置如图 9-16 所示。

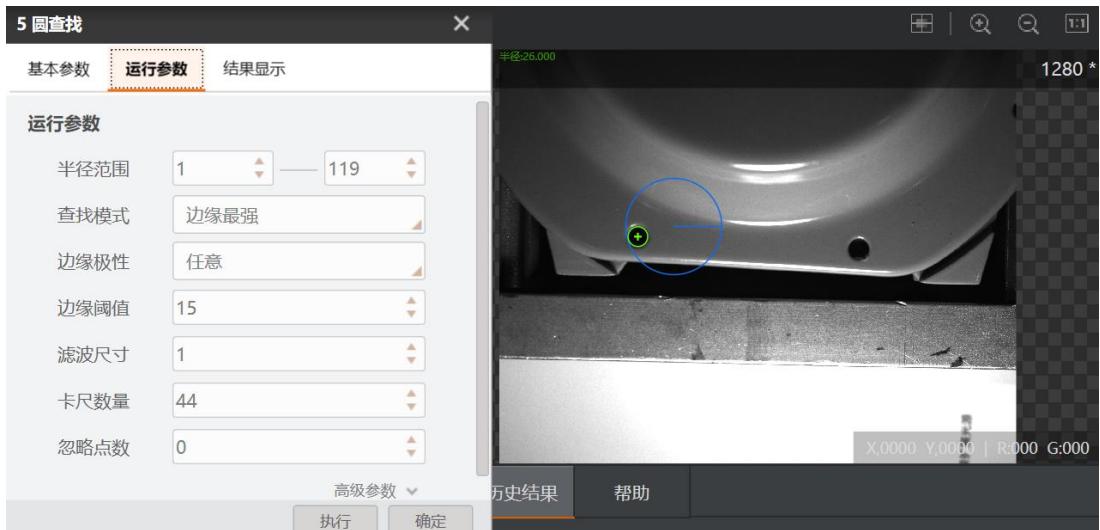


图9-16 圆查找

步骤5 测量。

再用点点测量测量圆孔到匹配点的距离如图 9-17 所示。



图9-17 点点测量

根据条件中距离设置合理范围判断安装位置，如图 9-18 所示。



图9-18 条件检测

步骤6 亮度测量分析。

通过亮度加条件检测分析判断金属盖有无，如图 9-19 所示。

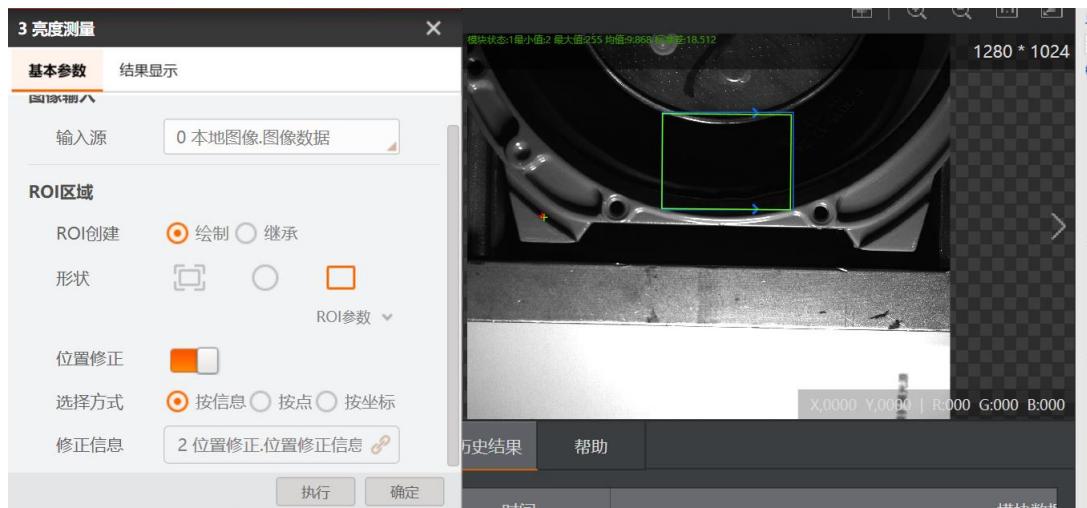


图9-19 亮度测量分析

步骤7 检测结果。



图9-20 OK 结果

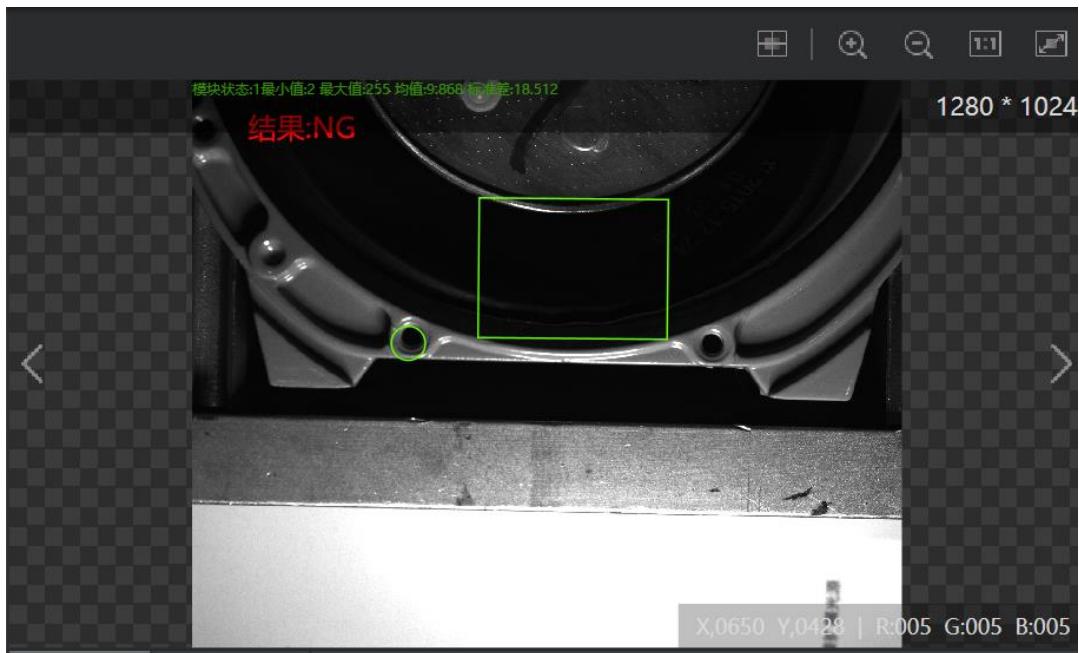


图9-21 NG 结果

9.3 标定检测

方案需求：检测电子器件上面最左和最右边的两个圆孔之间的间距，如图 9-22 所示。

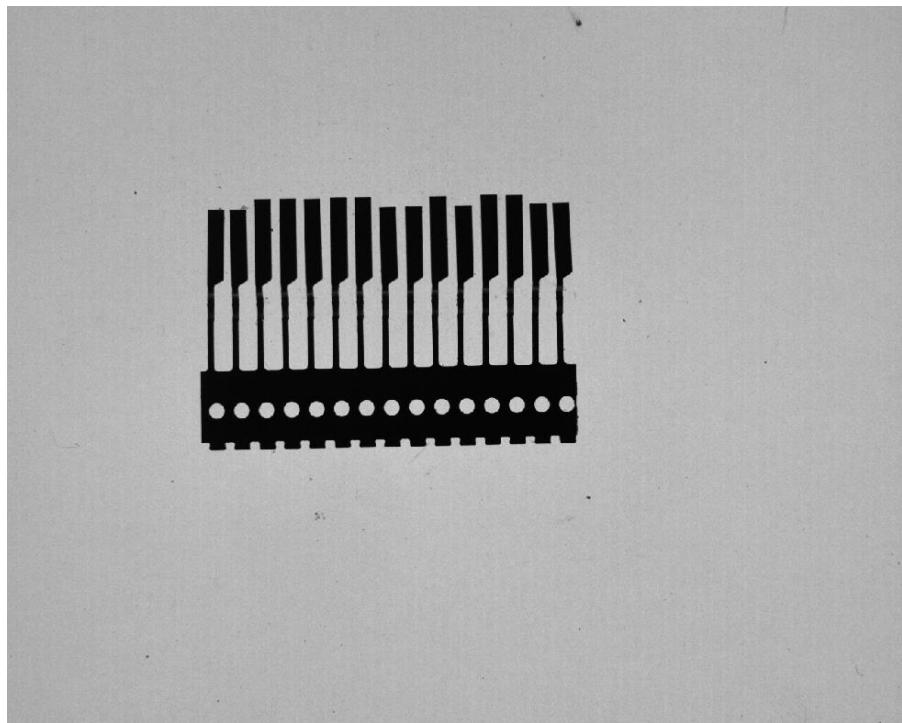


图9-22 检测样本

步骤1 方案搭建思路。

- 标定可以通过棋盘格标定。
- 左圆和右圆附近都有一样的圆，有很大干扰，需要模板匹配定位，精准抓取圆。
- 通过标定转换把两个圆心转换为标定后坐标。
- 利用点点测量测量圆心距。

步骤2 方案流程图。

根据搭建思路连接搭建方案如图 9-22 和图 9-24 所示。



图9-23 标定过程

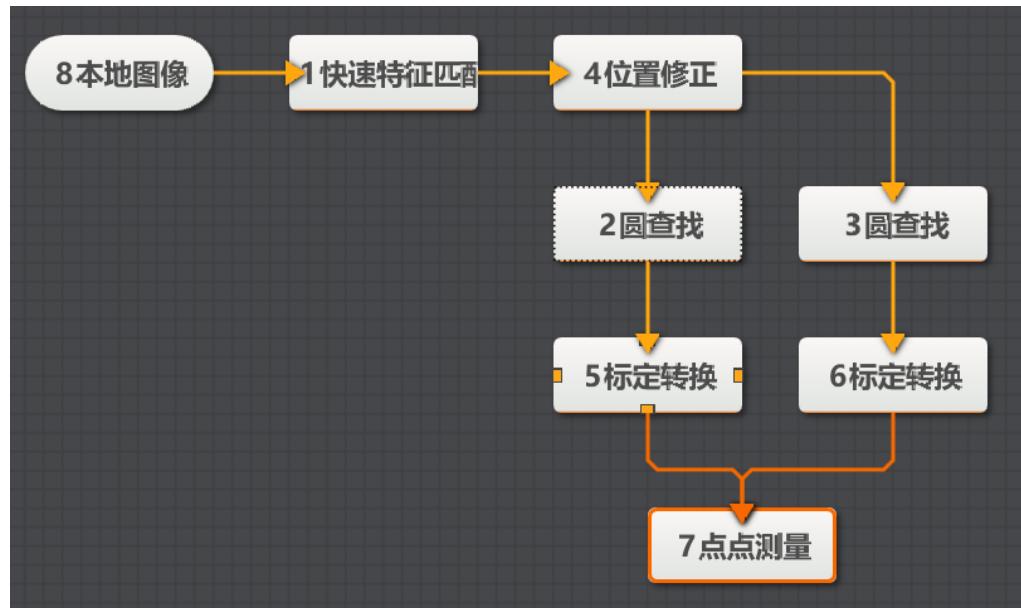


图9-24 标定检测

步骤3 标定。

把标定图片加载进本地图，连接标定板标定工具，进入标定工具设置参数运行，单击生成标定文件选择路径保存。

步骤4 圆查找。

选择好圆孔的搜索区域，通过查找圆孔去得到两个圆的圆心，如图 9-25 所示。

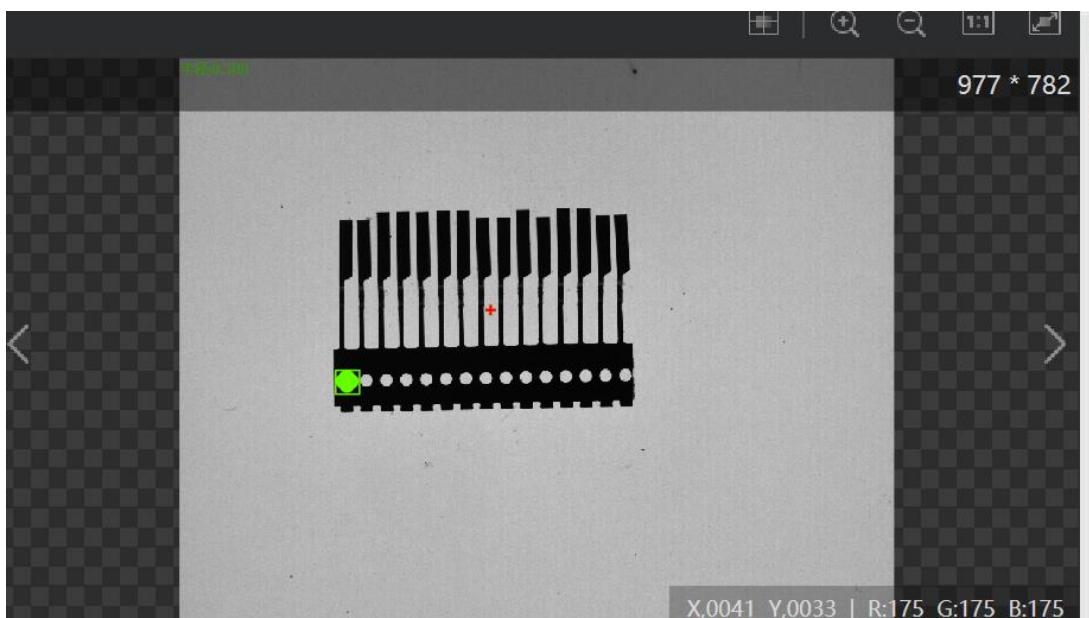


图9-25 圆查找

步骤5 标定转换。

用标定转换工具把两个圆心点转换为物理坐标如图 9-26 和图 9-27 所示。



图9-26 标定转化过程



图9-27 标定转换

步骤6 点点测量。

把两个通过坐标转换的圆心配置给点点测量输入，运行之后如图 9-28 所示。

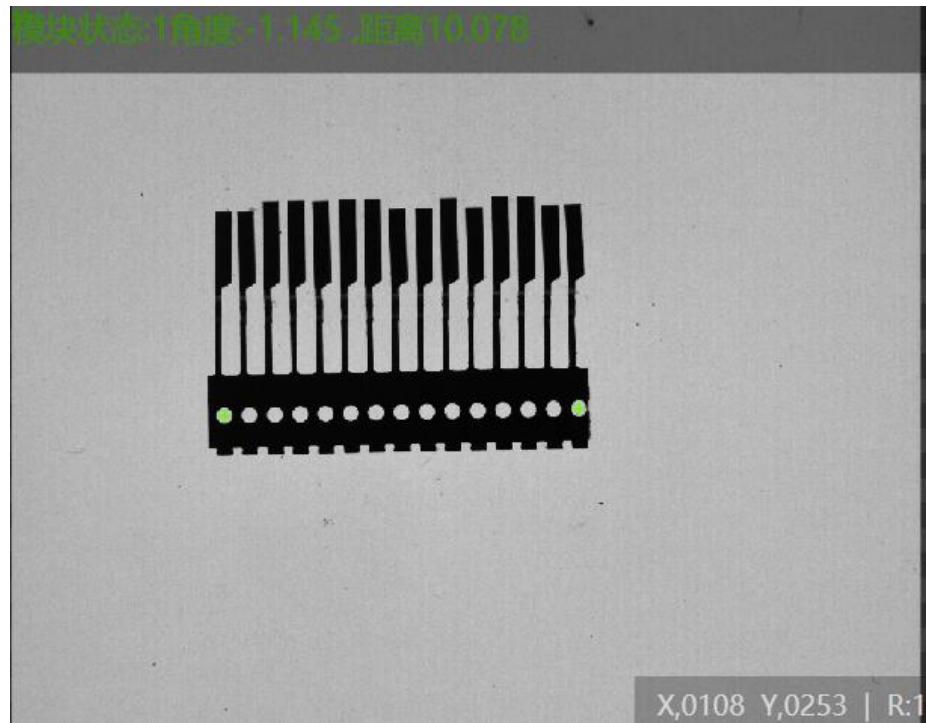


图9-28 点点测量

9.4 循环功能

步骤1 方案流程。

总体方案流程如图 9-29 所示。



图9-29 方案流程

步骤2 设置循环参数。

循环参数必须设置循环其实位置和循环结束位置，如图 9-30 所示。



图9-30 循环参数设置

步骤3 设置顶点参数检测。

顶点检测模块需要根据循环次数建立基准，如图 9-31 所示。



图9-31 位置修正参数

步骤4 显示结果。

循环运行后结果如图 9-32 所示。

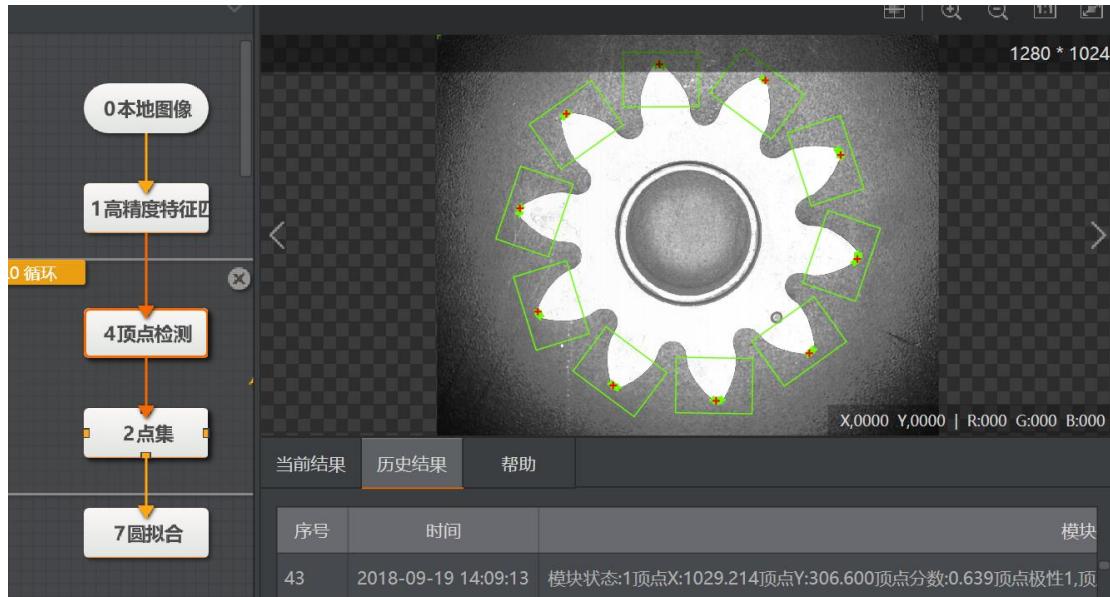


图9-32 结果显示

9.5 脚本功能

脚本功能可以提供输入接口，然后通过 C#简单编程处理输入数据最后传输给输出。

步骤1 方案流程

通过模板匹配找圆输出直径并带计数功能，如图 9-33 所示。



图9-33 方案流程

步骤2 编辑脚本。

双击脚本模块弹出脚本编辑页面，如图 9-34 所示。

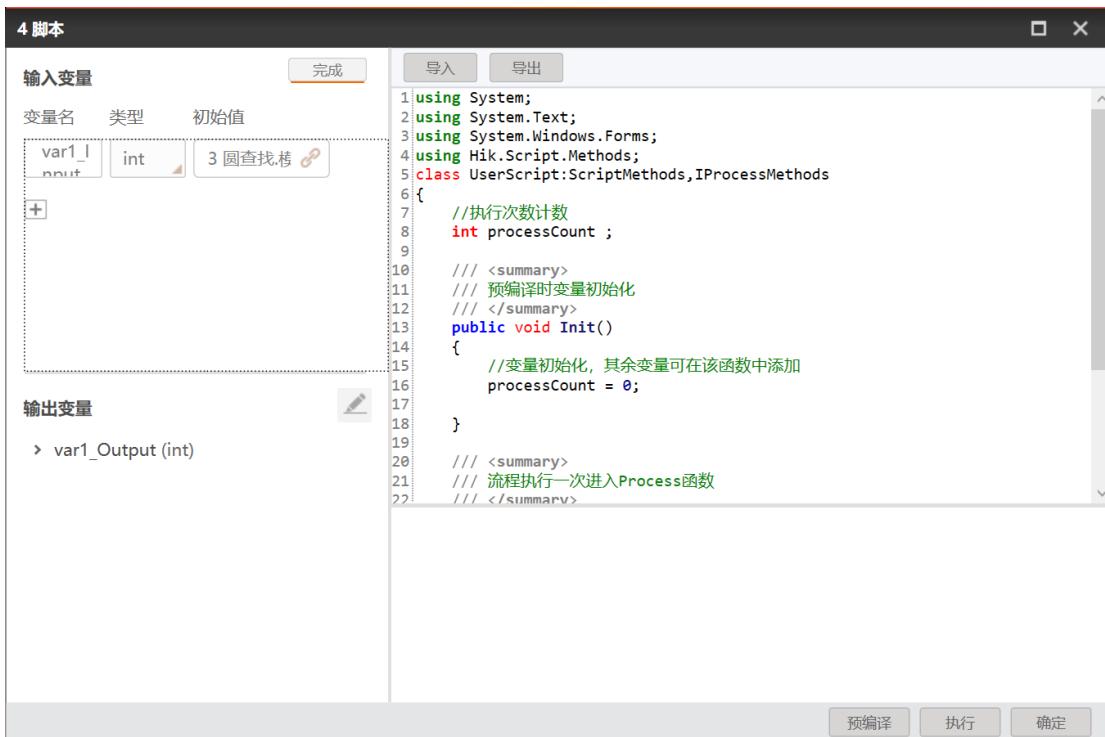


图9-34 脚本编辑界面

在输入变量里面可以添加变量，变量类型为 int 和 float 两种类型，在类型后面可以配置输入变量的赋值。如图 9-35 所示。



图9-35 输入变量配置

脚本正文分三部分：

- 第一部分定义全局变量，只在第一次运行时运行，此方案需定义个整型计数变量和一个直径变量，如图 9-36 所示。

```

//执行次数计数
int processCount ;
float d;

/// <summary>
/// 预编译时变量初始化
/// </summary>
...

```

图9-36 全局变量

- 第二部分是初始化函数，也只运行一次，此方案需要初始化计数整型变量和直径变量，如图 9-37 所示。

```

public void Init()
{
    //变量初始化，其余变量可在该函数中添加
    processCount = 0;
    d=0;
}

```

图9-37 全局变量初始化

- 第三部分是主函数区域，这部分可以根据用户需要自己编辑代码，详细函数接口见脚本介绍（P64）。此方案功能的详细代码如图 9-38 所示。

```

public bool Process()
{
    //每次执行将进入该函数，此处添加所需的逻辑流程处理
    //MessageBox.Show("Process Success");
    processCount++;
    SetIntValue("var1_Output",processCount);
    GetFloatValue("var1_Input",ref d);
    SetFloatValue("var0",d);
    return true;
}

```

图9-38 主代码部分

第10章 Dobot Magician 案例展示

本章节 demo 需配合 Dobot Magician 使用，关于机械臂安装请参考机械臂相关手册。

10.1 机器人标定

方案需求：通过标定工具生成标定文件。

步骤1 方案流程。



图10-1 方案流程

步骤2 选择相机。

若摄像机连接成功，在下方可进行选择。连接失败则不显示。



图10-2 选择相机

步骤3 N 点标定。

本示例使用 9 点标定。标定时机械臂末端工具设置为笔，使笔按绿色箭头指向的顺序分别移动到图上 9 个点。并记录每个点的物理坐标。点击“生成标定文件”，设置保存路径完成标定。

本示例使用 9 点标定。

1. 标定时Magician末端工具设置为笔。并点动X、Y坐标。

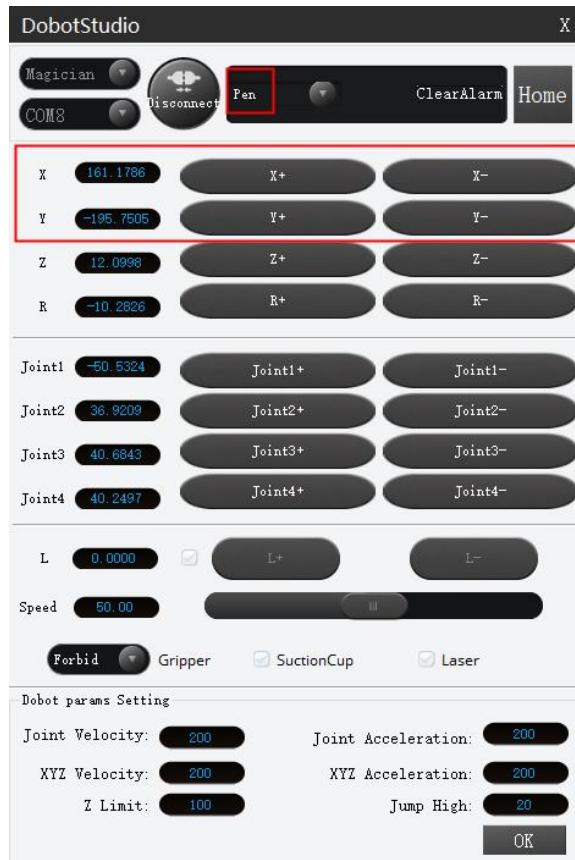


图10-3 机械臂界面

2. 使笔按绿色箭头指向的顺序分别移动到图上 9个点。并填写每个ID对应的物理坐标，单击“确定”。

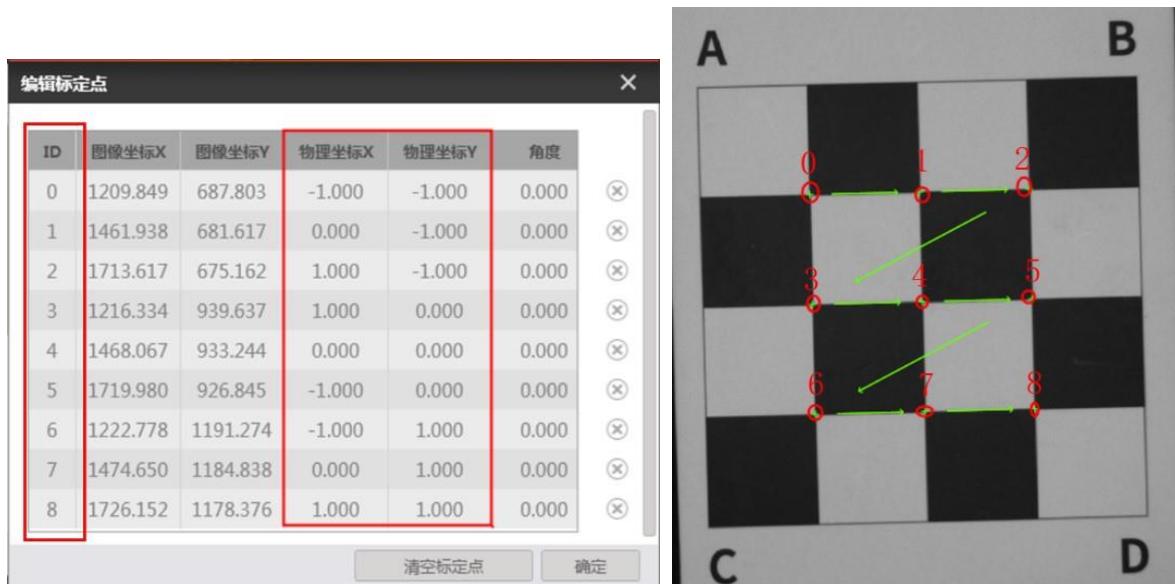


图10-4 填写物理坐标

3. 单击“生成标定文件”设置保存路径完成标定。



图10-5 生成标定文件

10.2 木块分拣

方案需求：检测木块颜色，根据不同的颜色，把木块进行分类。检测样本如图 10-6 所示。

📖说明

本示例需提前生成标定文件。

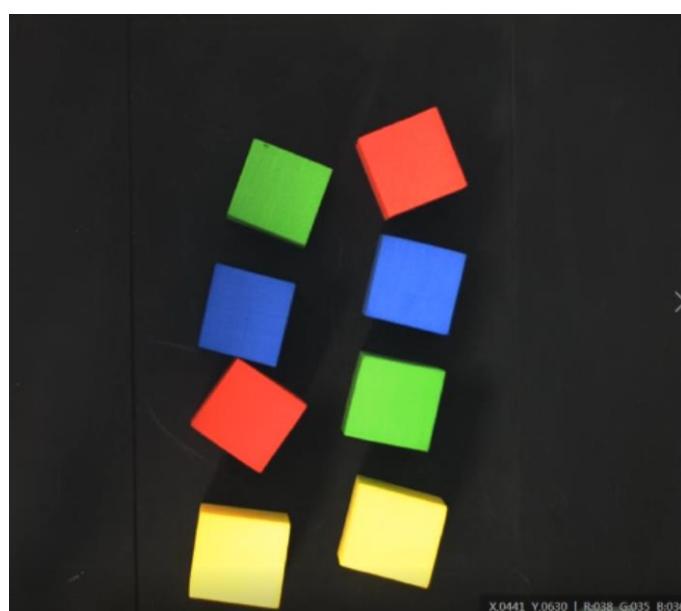


图10-6 检测样本

步骤1 方案搭建思路。

- 在相机图像中获取需要分拣的颜色，通过对颜色的判断来分拣所需颜色的木块。
- 根据标定文件转换其图像坐标为物理坐标。
- 根据获取的颜色，利用机械臂对木块进行分拣操作。

方案流程图如。如图 10-7 所示。



图10-7 方案流程图

步骤2 颜色抽取。

设置颜色空间为 HSV，设置各通道范围参数，从图像中抽取指定颜色范围的像素并输出图像。



图10-8 颜色抽取设置

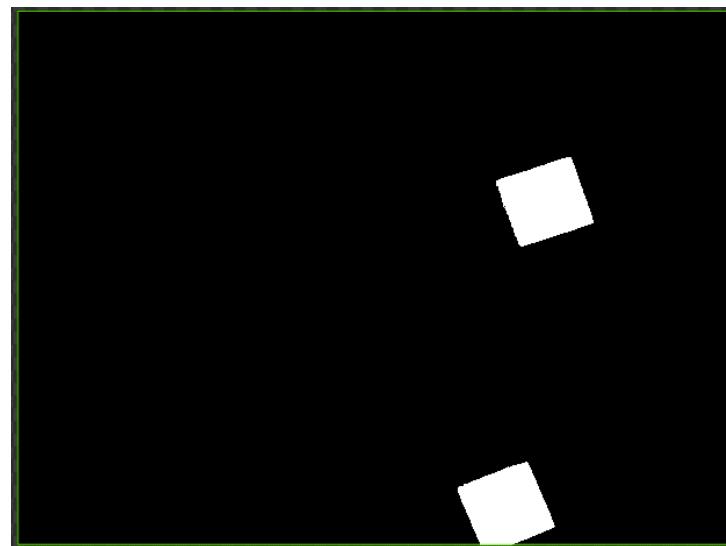


图10-9 输出图

步骤3 标定转换。

利用标定转换工具，将图像坐标转换成物理坐标。加载标定文件单击“确定”。如图10-10所示。



图10-10 标定转换

步骤4 运动到点。

设置运动模式。关于运动模式详细，可参考 7.2.3 运动到点。根据运动到的点的不同选择对应标定后的物理坐标。Z 轴数值请根据实际需要进行手动设置。



图10-11 运动到点

步骤5 吸盘设置。

根据吸取和放置设置吸盘开关位开启或关闭。



图10-12 开启吸盘

步骤6 设置放置位置。

根据木块颜色设置不同的放置位置。



图10-13 设置放置位置

10.3 字符缺陷检测

方案需求：检测字符是否存在差异、缺陷，从而找出有缺陷的字符。

说明书

本示例需提前生成标定文件。



图10-14 检测样品

步骤1 方案搭建思路。

- 对正常的字符进行特征提取后，将需检测的字符与其进行对比分析，从而找出有缺陷的字符。
- 分析检测结果，根据检测结果，利用机械臂对样品进行分类。

方案流程图如图 10-15 所示。

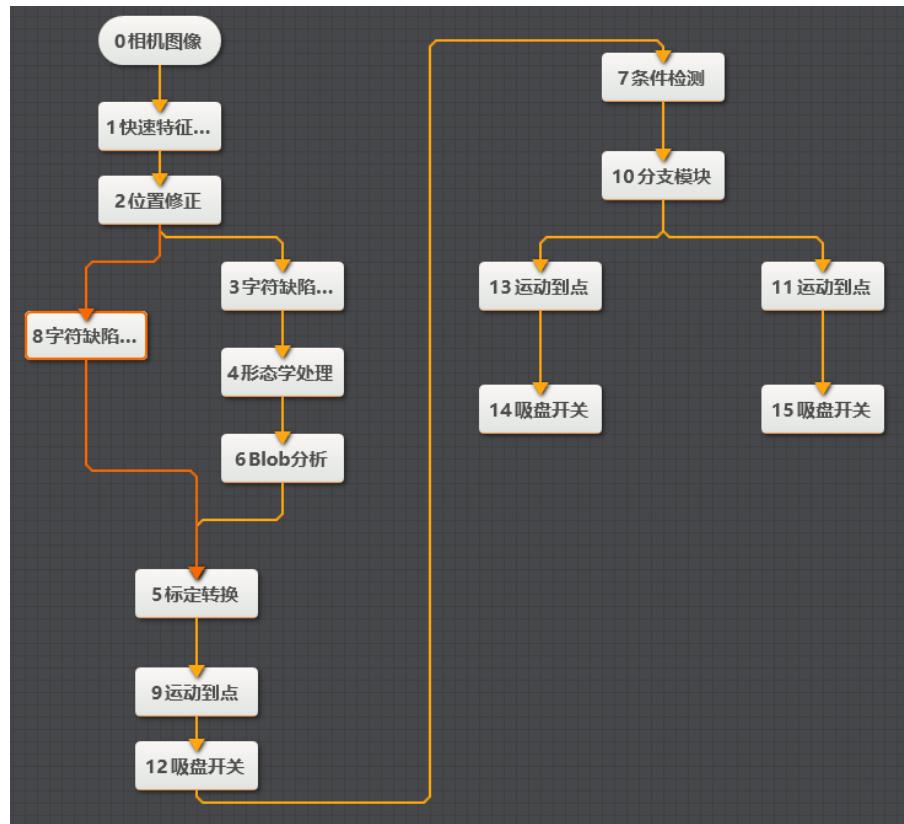


图10-15 方案流程图

步骤2 特征匹配。

创建字符模板。利用特征匹配创建特征字符模板。如图 10-16 所示。需用绿色框完全框住特征字符，若无法框住，可设置“尺度模式”为“手动”模式进行手动框选。根据实际情况调整字符模版粗糙尺度和对比度阈值。

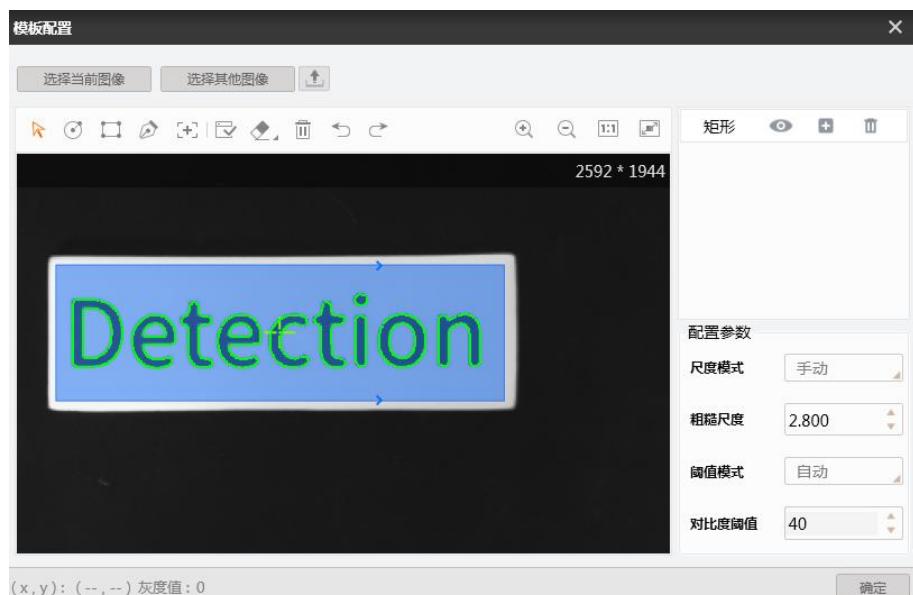


图10-16 特征匹配

步骤3 位置修正。

根据特征匹配点和角度建立位置偏移的基准。如图 10-17 所示，单击“创建基准”。



图10-17 位置修正

步骤4 字符缺陷检测。

单击“新建模版”建立字符模版。单击“字符提取”，若无法自动将字符提取完整，需手动框选字符如图所示。字符提取完成如图 10-19 所示。

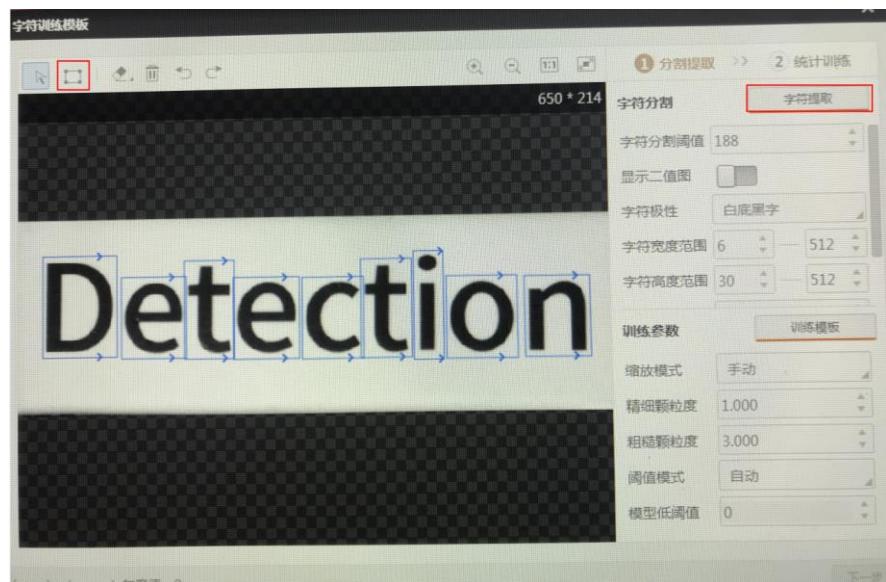


图10-18 训练模版



图10-19 字符缺陷检测

步骤5 标定转换。

加载标定文件，将图像坐标转换成物理坐标。如图 10-20 所示。



图10-20 字符缺陷检测

步骤6 运动到点。

根据选择运动模式，运动模式详情请参考 7.2.3 运动到点。根据运动到的点的不同选择对应的标定后的物理坐标。



图10-21 字符缺陷检测

步骤7 吸盘设置。

根据吸取和放置设置吸盘开关位开启或关闭。



图10-22 开启吸盘

步骤8 条件检测。

通过判断缺陷字符个数返回结果，若返回 1 则说明符合条件。若返回 0 则说明不符合条件。



图10-23 条件检测

步骤9 分支检测。

根据检测结果执行分支模型，若条件结果为 1 则执行分支 13 否则执行条件分支 11。



图10-24 分支检测

步骤10 设置放置位置。

分别设置正常字符放置位置和有缺陷的字符放置的位置。



图10-25 设置放置位置

步骤11 字符检测结果显示。



图10-26 NG 结果



图10-27 OK 结果

10.4 直径测量

方案需求：该示例用于检测物体直径，根据直径判断物体存放位置。

说明书

本示例需提前生成标定文件。



图10-28 样品圆

步骤1 方案示例搭建。

- 利用圆查找，找出被测量物体。
- 利用单位转换将图像像素尺寸转换为实际物理尺寸。
- 利用标定工具将图像坐标转换为物理坐标。
- 利用条件检测物体是否符合条件，从而选出合格的物体。

方案流程图如所示。

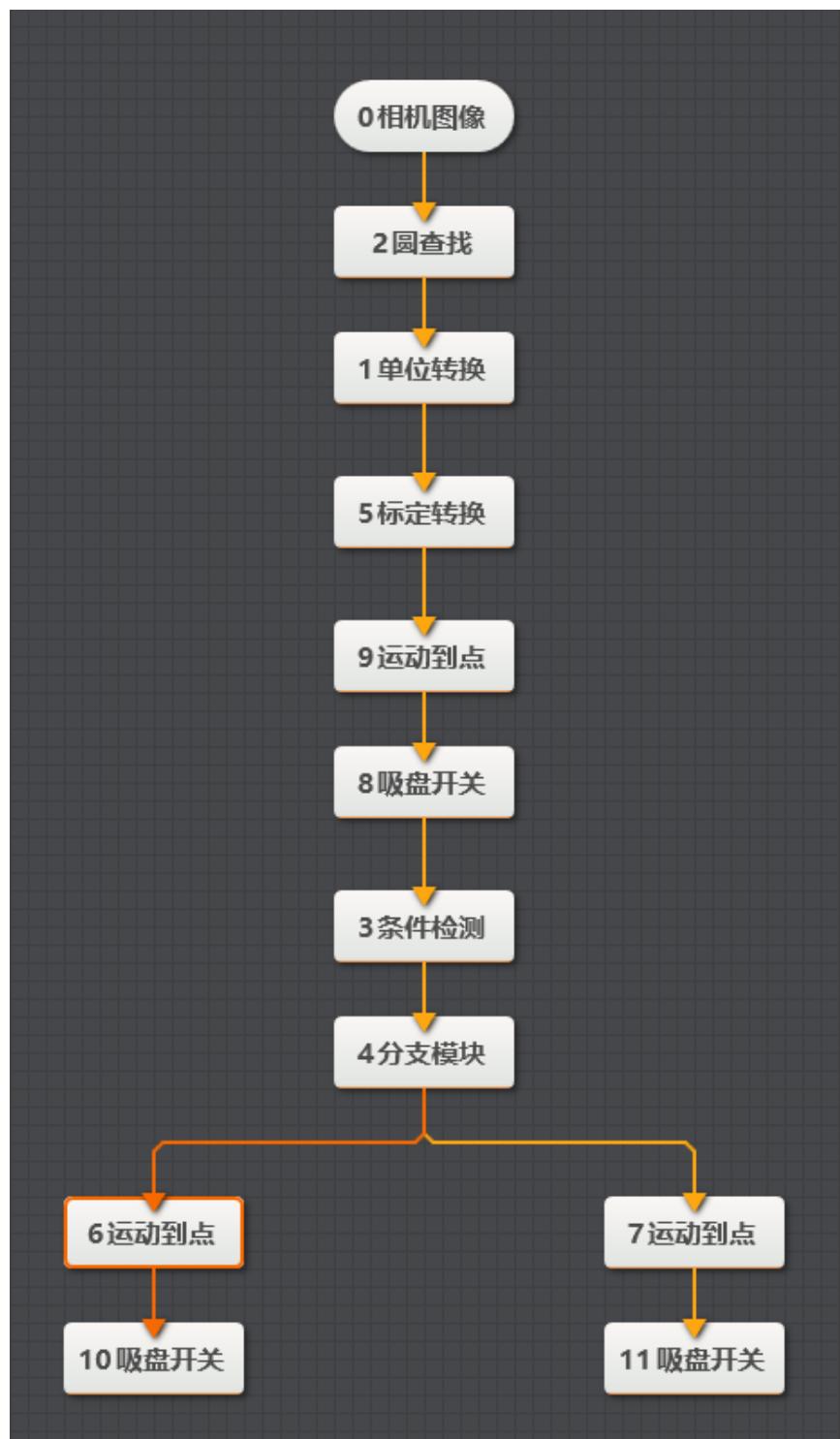


图10-29 方案流程图

步骤2 圆查找。

设置物体半径的查找范围，查找符合条件的圆，从而确定位置。



图10-30 圆查找

步骤3 单位转换。

利用单位转换工具，将圆图像单位转换为实际物理单位。



图10-31 单位转换

步骤4 标定转换。

利用标定转换工具，将图像坐标转换成物理坐标。



图10-32 标定转换

步骤5 检测条件。

设置圆半径有效范围。如图 10-33 所示。



图10-33 半径检测

步骤6 分支检测。

根据检测结果将圆进行分类放置。若返回值 1 则符合条件，执行分支模块 6。否则执行分支模块 7。



图10-34 结果判断

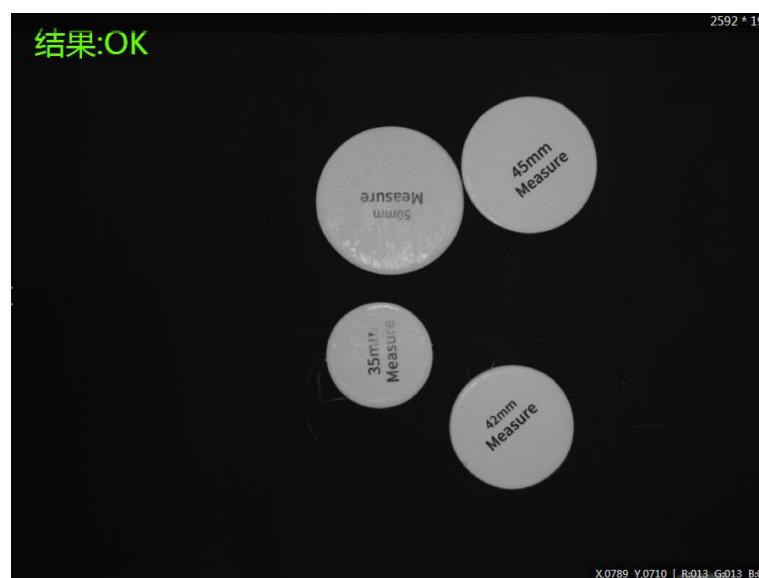


图10-35 OK 结果

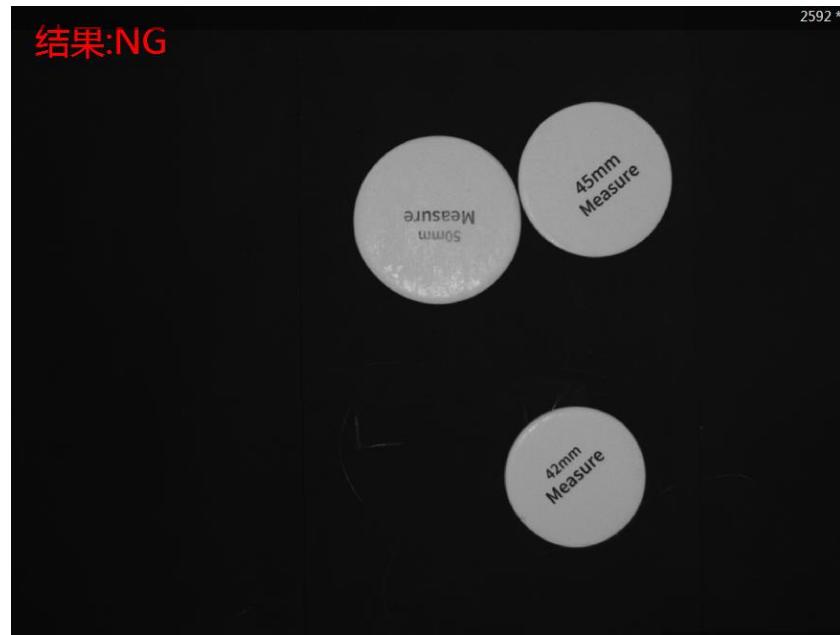


图10-36 NG 结果

步骤7 吸盘设置。

根据吸取和放置设置吸盘开关位开启或关闭。



图10-37 设置吸盘状

步骤8 设置放置位置。

根据检测结果分别设置物体放置的位置。



图10-38 设置放置位置

10.5 矩形模板匹配

方案需求：通过角度计算、模型匹配，将矩形放入矩形模形中。如图 10-39 所示。

说明书

本示例需提前生成标定文件。

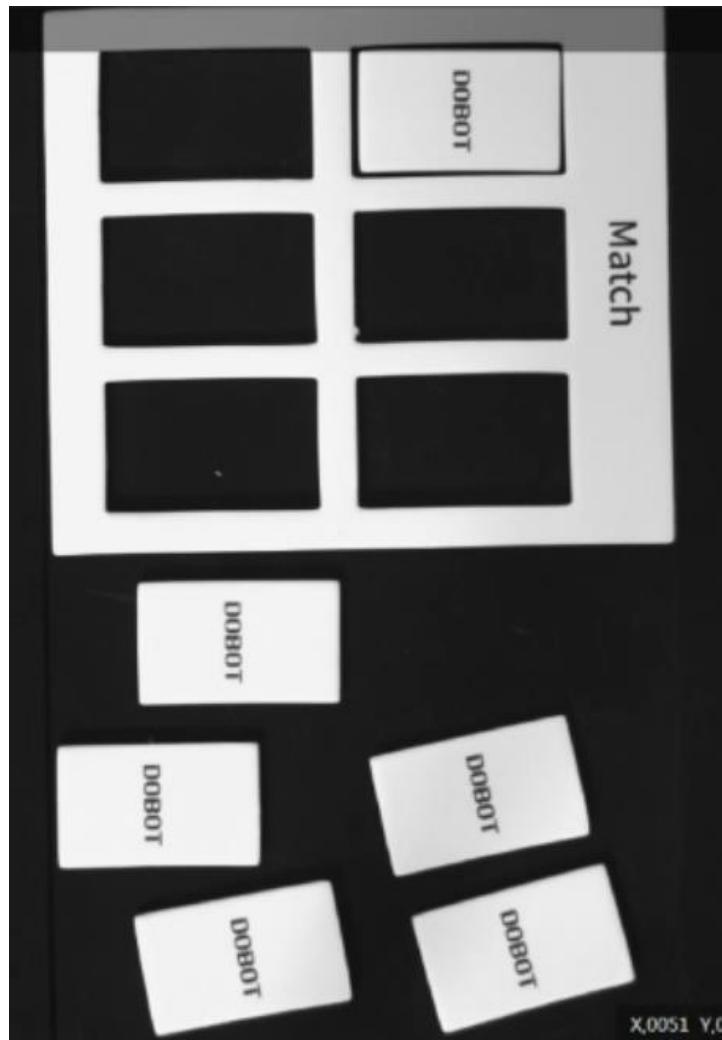


图10-39 矩形匹配

步骤1 方案搭建思路。

- 通过快速特征匹配创建矩形和矩形模型的特征模版。

说明NOTE

本示例有两个快速特征匹配来确定感兴趣区域，分别用于查找矩形以及矩形模型如图 10-40 所示。

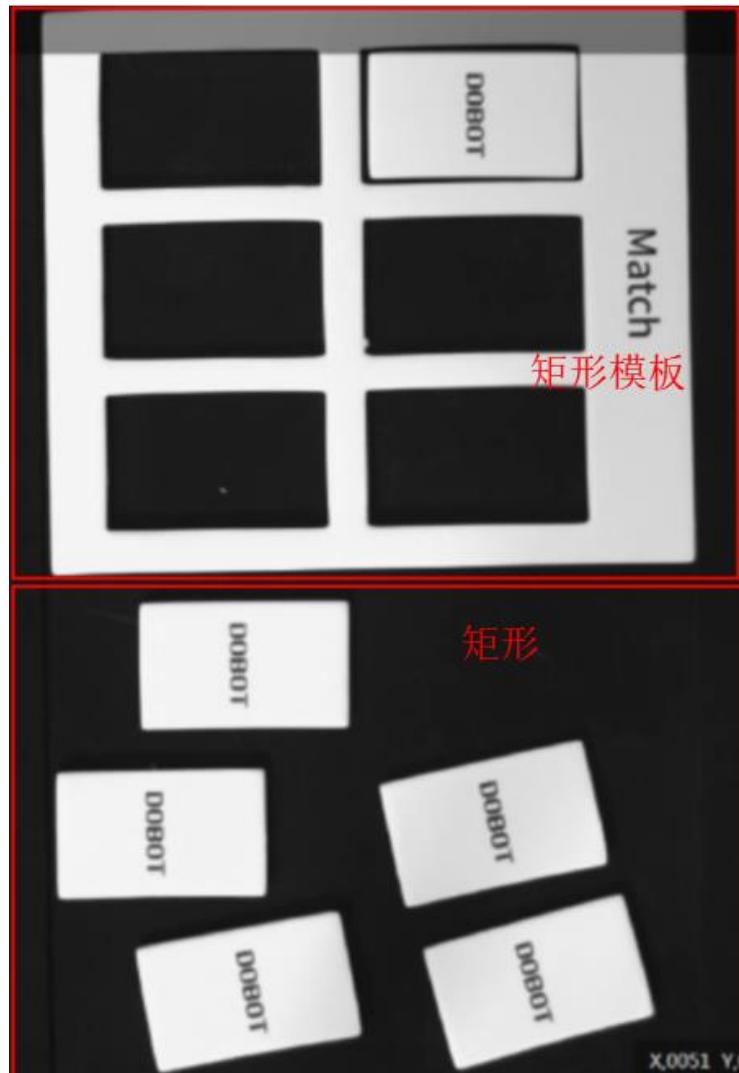


图10-40 识别区域

- 通过脚本计算矩形和矩形模型的旋转角度，以便抓取矩形时，调整矩形角度；匹配时，使矩形角度与矩形模型角度一致。

说明书

Dobot Magician的末端舵机旋转角度为-150至150。由于模板匹配后得到的角度可能会出现-150至-180或者150至180的角度，所以使用脚本方式进行处理，将角度转换成机械臂可执行的一个角度值。

- 通过标定转换其图像坐标为物理坐标。
- 控制机械进行匹配操作。

方案流程图如图 10-41 所示。



图10-41 流程图

步骤2 特征匹配。

利用特征匹配创建特征模版。需用绿色框完全框住特征字符，若无法框住，可设置“尺度模式”为“手动”模式进行手动框选。根据实际情况调整字符模版粗糙尺度和对比度阈值。



图10-42 矩形模版特征匹配



图10-43 矩形特征匹配

步骤3 标定转换。

加载标定文件，将图像坐标转换成物理坐标，点击“确定”。



图10-44 标定转换

步骤4 运动到点。

选择对应标定后的物理坐标并根据实际需要设置 Z 轴数值。



图10-45 运动到点

步骤5 开启吸盘。

根据吸取和放置设置吸盘开关位开启或关闭。



图10-46 开启吸盘

步骤6 调整矩形角度。

选择对应标定后的物理坐标并设置 R 值为脚本处理后的矩形角度。



图10-47 调整矩形角度

步骤7 开始匹配。

选择对应标定后的物理坐标并根据实际需要设置 Z 值。设置 R 值为矩形模具角度，匹配时，矩形将按照模具角度进行匹配。



图10-48 开始匹配

10.6 圆形模版匹配

方案需求：通过计算、模型匹配，将对应大小的圆放入对应的模具中。如图 10-49 所示。

说明

本示例需提前生成标定文件。

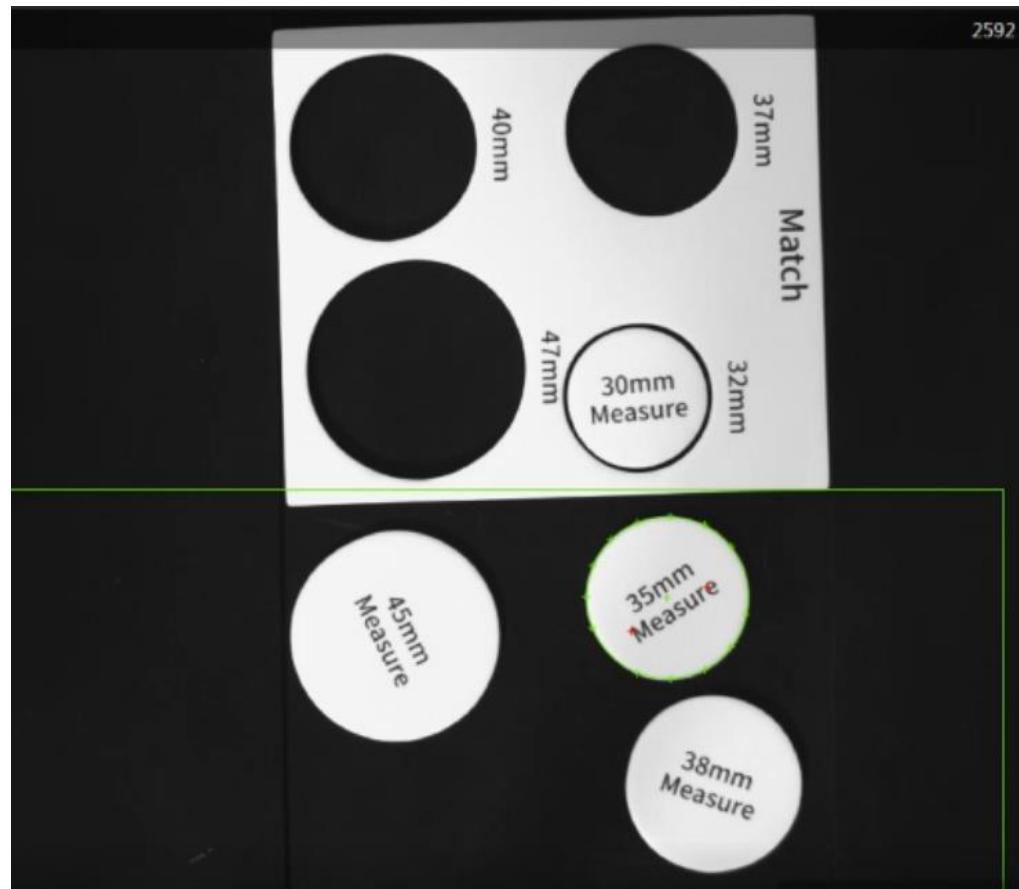


图10-49 圆形匹配

步骤1 方案搭建思路。

- 利用圆查找，找出对应的圆。
- 利用标定工具将图像坐标转换为物理坐标。
- 控制机械进行匹配操作。

方案流程图，如图 10-50 所示。

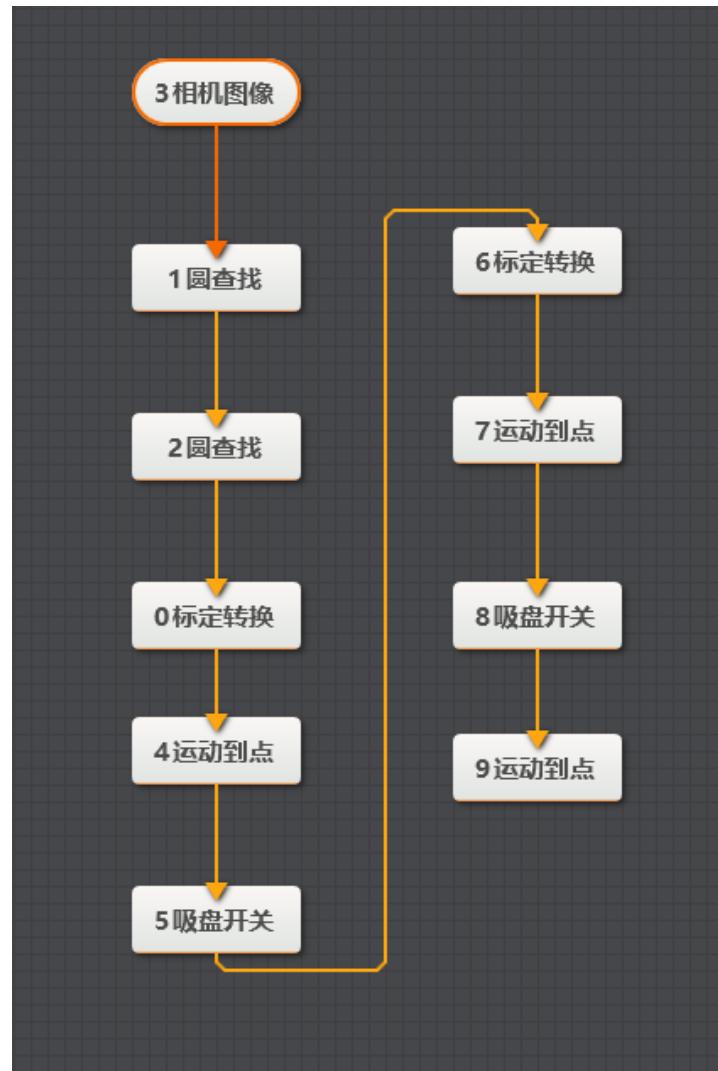


图10-50 流程图

步骤2 圆查找。

分别设置两个圆查找，即圆和圆匹配模型。如图 10-51 所示。设置查找条件，如半径、查找模式、边缘阈值等。如下图所示。

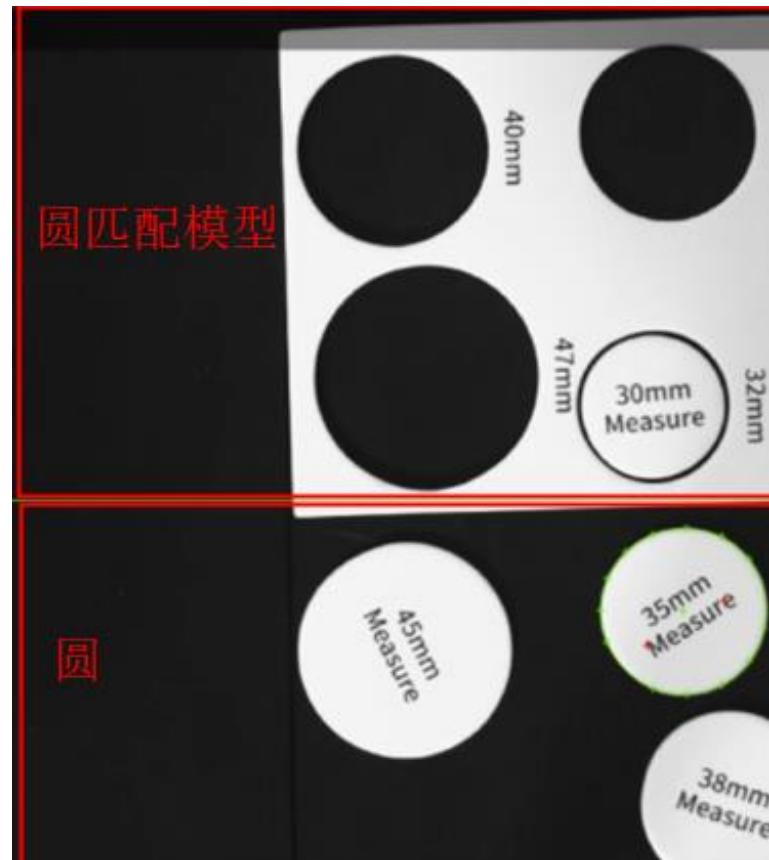


图10-51 圆查找范围



图10-52 圆查找设置

步骤3 标定转换。

将圆图像坐标转换成物理坐标以便机械臂抓取和放置。加载标定文件。单击“确定”。



图10-53 标定转换

步骤4 运动到点。

设置机械臂抓取和放置的位置。运动模式详细请参考 7.2.3 运动到点。



图10-54 运动到点

步骤5 吸盘设置。

根据吸取和放置设置吸盘开关位开启或关闭。



图10-55 设置吸盘状态

步骤6 匹配结果。

全部匹配成功。

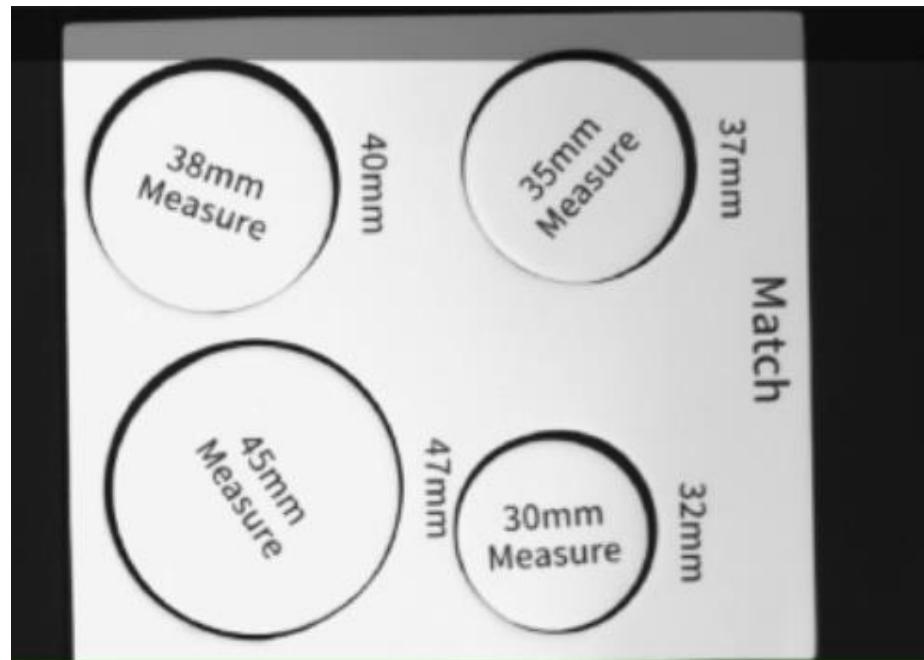


图10-56 匹配结果

第11章 Dobot M1 案例展示

本章节 demo 需配合 Dobot M1 使用，关于机械臂安装请参考 M1 相关手册。

11.1 机器人标定

方案需求：通过标定工具生成标定文件。

步骤1 方案流程。



图11-1 方案流程

步骤2 选择相机。

若摄像机连接成功，在下方可进行选择。连接失败则不显示。



图11-2 选择相机

步骤3 N 点标定。

本示例使用 9 点标定。

1. 标定时M1末端工具设置为笔。并点动X、Y坐标。

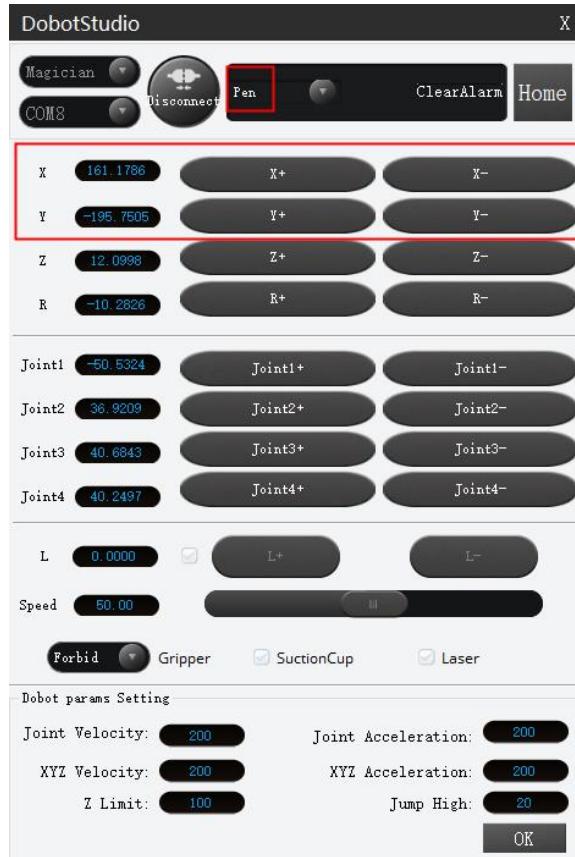


图11-3 机械臂界面

2. 使笔按绿色箭头指向的顺序分别移动到图上9个点。并填写每个ID对应的物理坐标，单击“确定”。

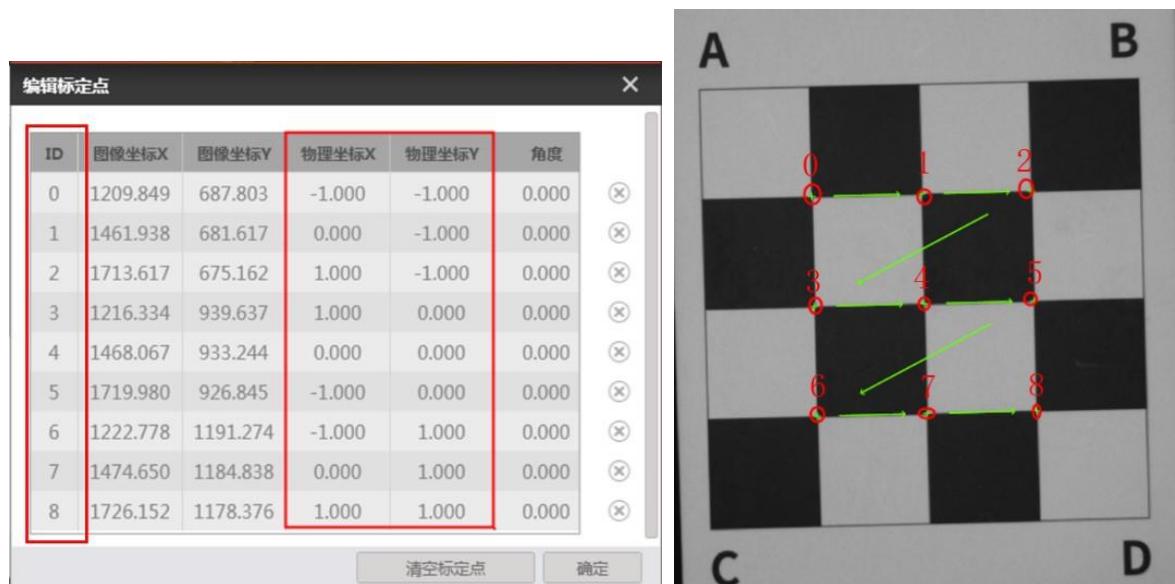


图11-4 填写物理坐标

3. 单击“生成标定文件”设置保存路径完成标定。



图11-5 生成标定文件

11.2 木块分拣

方案需求：检测木块颜色，根据不同的颜色，把木块进行分类。检测样本如图 11-6 所示。

说明

本示例需提前生成标定文件。

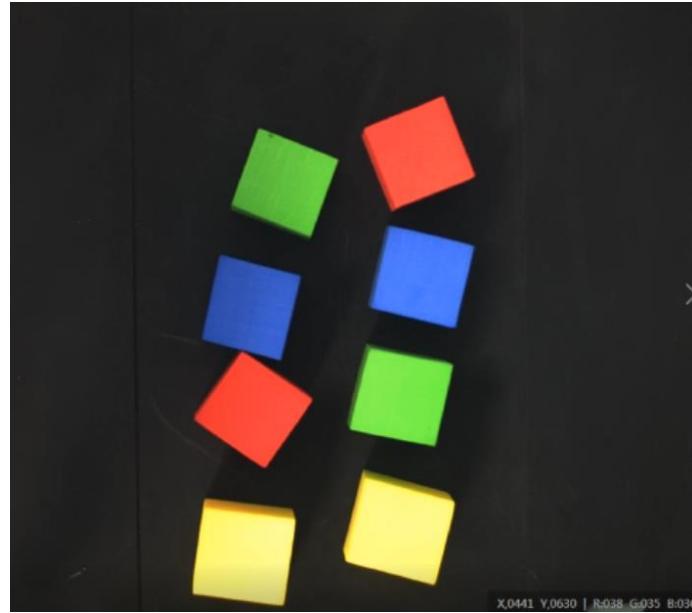


图11-6 检测样本

步骤1 方案搭建思路。

- 在相机图像中获取需要分拣的颜色，通过对颜色的判断来分拣所需颜色的木块。
- 对颜色物块进行形态学处理后，根据标定文件转换其图像坐标为物理坐标。
- 根据获取的颜色，利用机械臂对木块进行分拣操作。

方案流程图如。如图 10-7 所示。

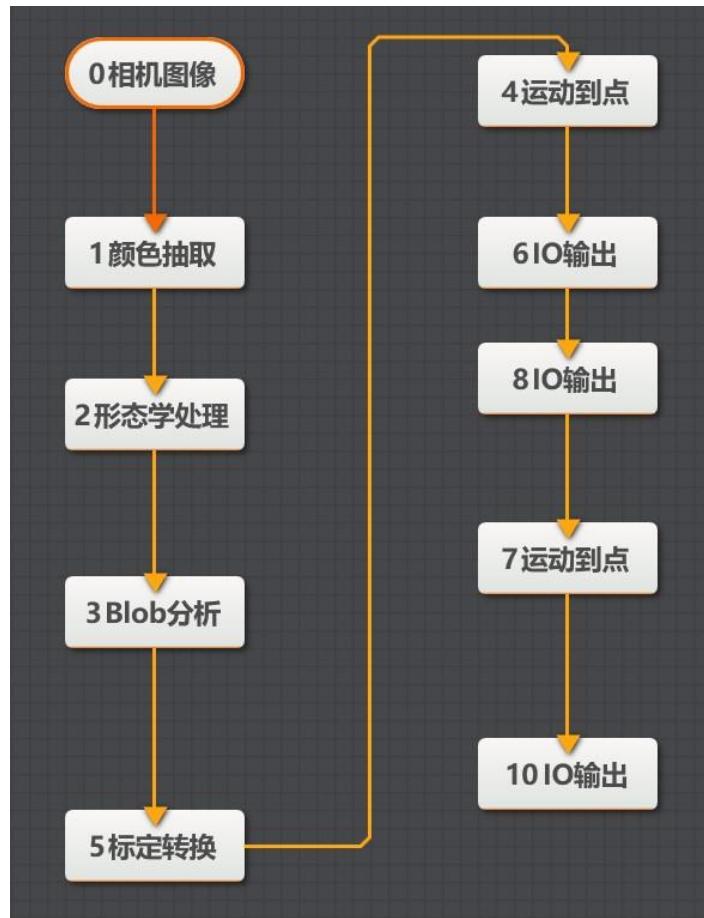


图11-7 方案流程图

步骤2 颜色抽取。

设置颜色空间为 HSV，设置各通道范围参数，从图像中抽取指定颜色范围的像素并输出图像。



图11-8 颜色抽取设置

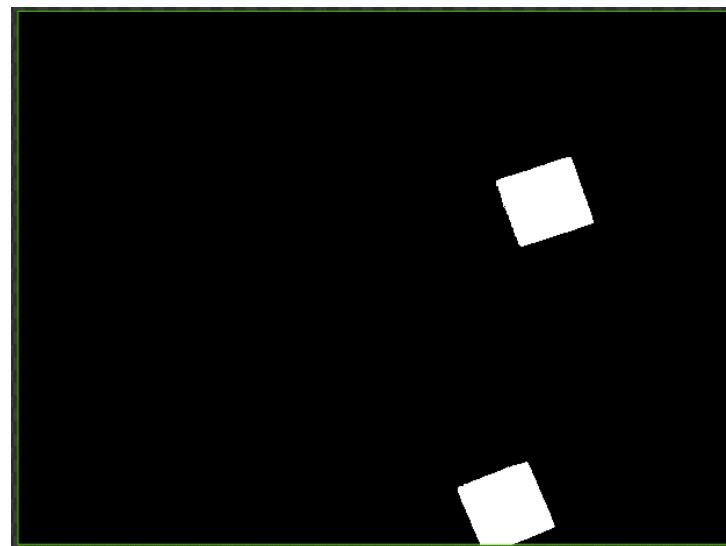


图11-9 输出图

步骤3 标定转换。

利用标定转换工具，将图像坐标转换成物理坐标。加载标定文件单击“确定”。如图11-10所示。



图11-10 标定转换

步骤4 运动到点。

设置运动模式。关于运动模式详细，可参考 7.2.3 运动到点。根据运动到的点的不同选择对应标定后的物理坐标。Z 轴数值请根据实际需要进行手动设置。



图11-11 运动到点

步骤5 气泵使能。

通过设置 I/O 电平控制气泵使能。

地址：18

低：使能

高：关闭使能



图11-12 I/O 使能

步骤6 吸盘控制。

通过设置 I/O 电平控制吸盘。

地址：17

低：吸气

高：吹气



图11-13 I/O 控制吸盘

说明书

本示例使用I/O地址18控制气泵使能，17控制吸盘吸放。用户在使用过程中应根据实际情况进行选择。

步骤7 设置放置位置。

根据木块颜色设置不同的放置位置。



图11-14 设置放置位置

11.3 字符缺陷检测

方案需求：检测字符是否存在差异、缺陷，从而找出有缺陷的字符。

说明书

本示例需提前生成标定文件。



图11-15 检测样品

步骤1 方案搭建思路。

- 对正常的字符进行特征提取后，将需检测的字符与其进行对比分析，从而找出有缺陷的字符。
- 分析检测结果，根据检测结果，利用机械臂对样品进行分类。

方案流程图如图 11-16 所示。

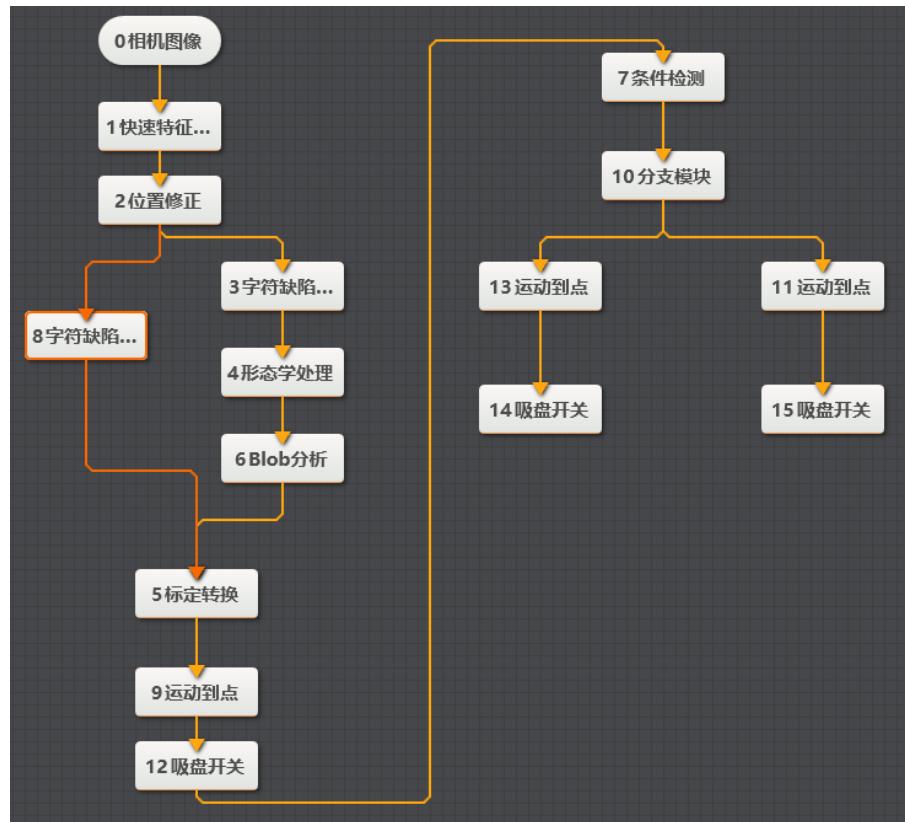


图11-16 方案流程图

步骤2 特征匹配。

利用特征匹配创建特征字符。如图11-17所示。需用绿色框完全框住特征字符，若无法框住，可设置“尺度模式”为“手动”模式进行手动框选。根据实际情况调整字符模版粗糙尺度和对比度阈值。

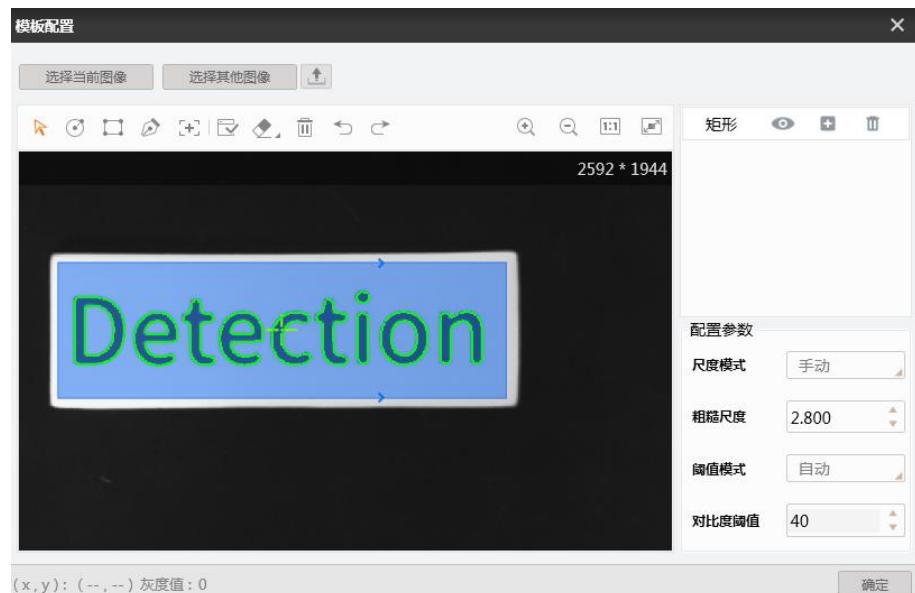


图11-17 特征匹配

步骤3 位置修正。

根据特征匹配点和角度建立位置偏移的基准。如图 11-18 所示，单击“创建基准”。



图11-18 位置修正

步骤4 字符缺陷检测。

单击“新建模版”建立字符模版。单击“字符提取”，若无法自动将字符提取完整，需手动框选字符如图 11-19 所示。字符提取完成如图 11-20 所示。

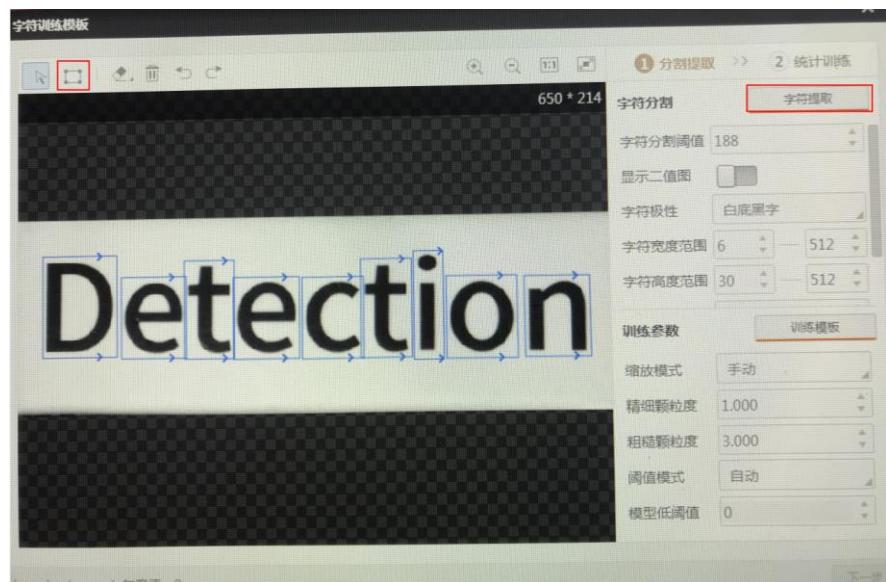


图11-19 训练模版



图11-20 新建模版

步骤5 标定转换。

加载标定文件，将图像坐标转换成物理坐标。如图 11-21 所示。



图11-21 字符缺陷检测

步骤6 运动到点。

根据选择运动模式，运动模式详情请参考 7.2.3 运动到点。根据运动到的点的不同选择对应的标定后的物理坐标。



图11-22 字符缺陷检测

步骤7 气泵使能。

通过设置 I/O 电平控制气泵使能。

地址：18

低：使能

高：关闭使能



图11-23 I/O 使能

步骤8 吸盘控制。

通过设置 I/O 电平控制吸盘。

地址：17

低：吸气

高：吹气



图11-24 I/O 控制吸盘

说明书

本示例使用I/O地址18控制气泵使能，17控制吸盘吸放。用户在使用过程中应根据实际情况进行选择。

步骤9 条件检测。

通过判断缺陷字符个数返回结果，若返回 1 则说明符合条件。若返回 0 则说明不符合条件。



图11-25 条件检测

步骤10 分支检测。

根据检测结果执行分支模型，若条件结果为 1 则执行分支 13 否则执行条件分支 11。



图11-26 分支检测

步骤11 设置放置位置。

分别设置正常字符放置位置和有缺陷的字符放置的位置。



图11-27 设置放置位置

步骤12 字符检测结果显示。



图11-28 NG 结果

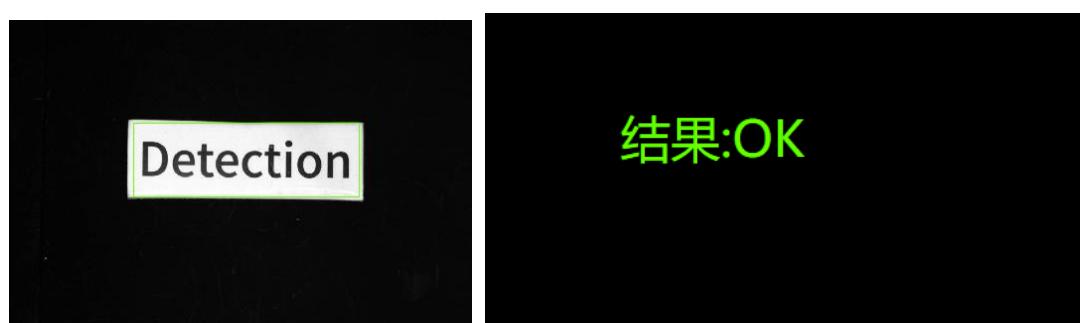


图11-29 OK 结果

11.4 直径测量

方案需求：该示例用于检测物体直径，根据直径判断物体存放位置。



图11-30 样品圆

步骤1 方案示例搭建。

- 利用圆查找，找出被测量物体。
- 利用单位转换将图像像素尺寸转换为实际物理尺寸。
- 利用标定工具将图像坐标转换为物理坐标。
- 利用条件检测物体是否符合条件，从而选出合格的物体。

方案流程图如图 11-31 所示。



图11-31 方案流程图

步骤2 圆查找。

设置物体半径的查找范围，查找符合条件的圆，从而确定位置。



图11-32 圆查找

步骤3 单位转换。

利用单位转换工具，将圆图像单位转换为实际物理单位。



图11-33 单位转换

步骤4 标定转换。

利用标定转换工具，将图像坐标转换成物理坐标。



图11-34 标定转换

步骤5 检测条件。

设置圆半径有效范围。如图 11-35 所示。



图11-35 半径检测

步骤6 分支检测。

根据检测结果将圆进行分类放置。若返回值 1 则符合条件，执行分支模块 6。否则执行分支模块 7。



图11-36 结果判断

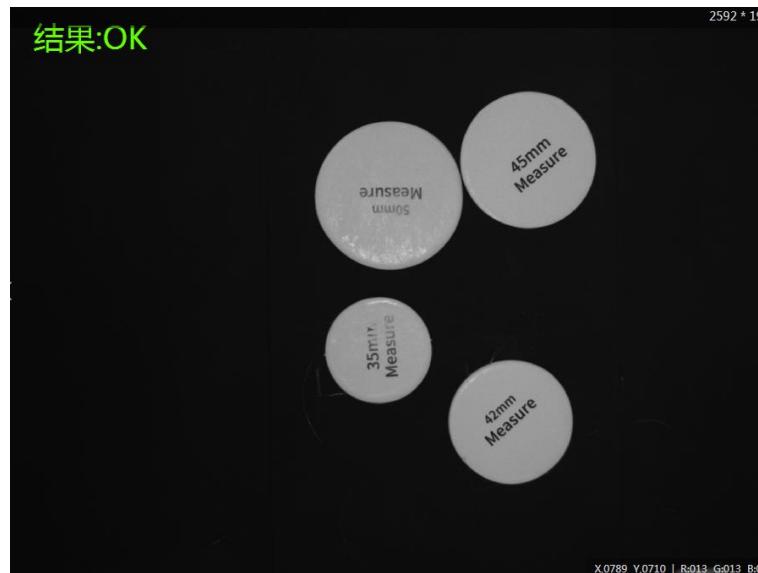


图11-37 OK 结果

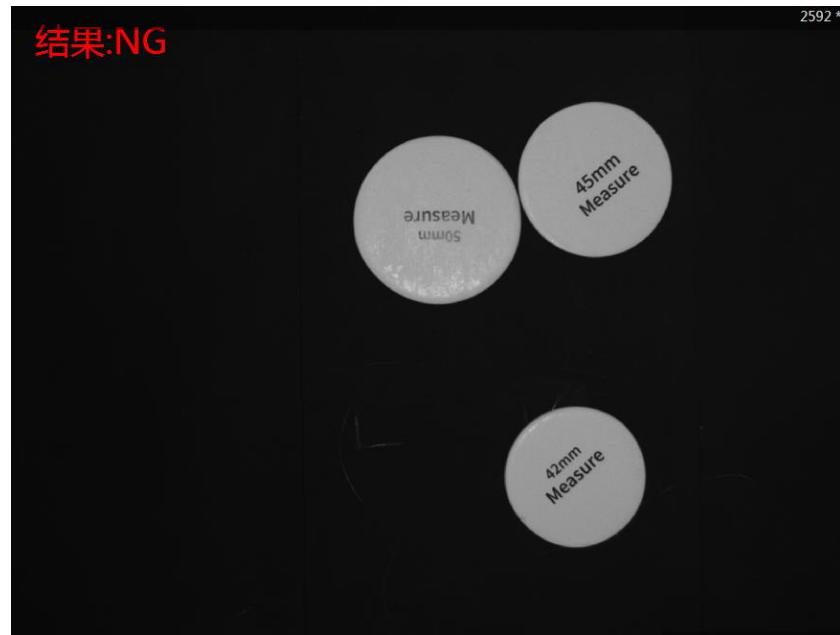


图11-38 NG 结果

步骤7 气泵使能。

通过设置 I/O 电平控制气泵使能。

地址：18

低：使能

高：关闭使能



图11-39 I/O 使能

步骤8 吸盘控制。

通过设置 I/O 电平控制吸盘。

地址: 17

低: 吸气

高: 吹气



图11-40 I/O 控制吸盘

说明书

本示例使用I/O地址18控制气泵使能，17控制吸盘吸放。用户在使用过程中应根据实际情况进行选择。

步骤9 设置放置位置。

根据检测结果分别设置物体放置的位置。



图11-41 设置放置位置

11.5 矩形模板匹配

方案需求：通过角度计算、模型匹配，将矩形放入矩形模形中。如图 11-42 所示。

说明书

本示例需提前生成标定文件。

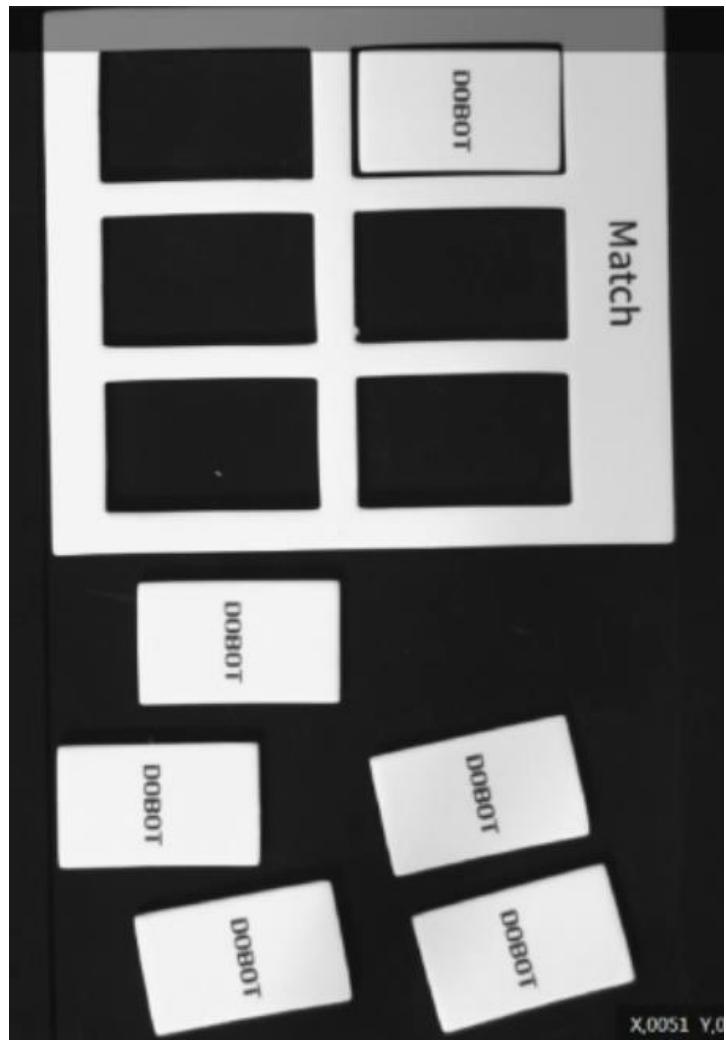


图11-42 矩形匹配

步骤1 方案搭建思路。

- 通过快速特征匹配创建矩形和矩形模型的特征模版。

说明NOTE

矩形和矩形模型的快速特征匹配，分别识别不同的两个感兴趣区域。如图 11-43 所示。

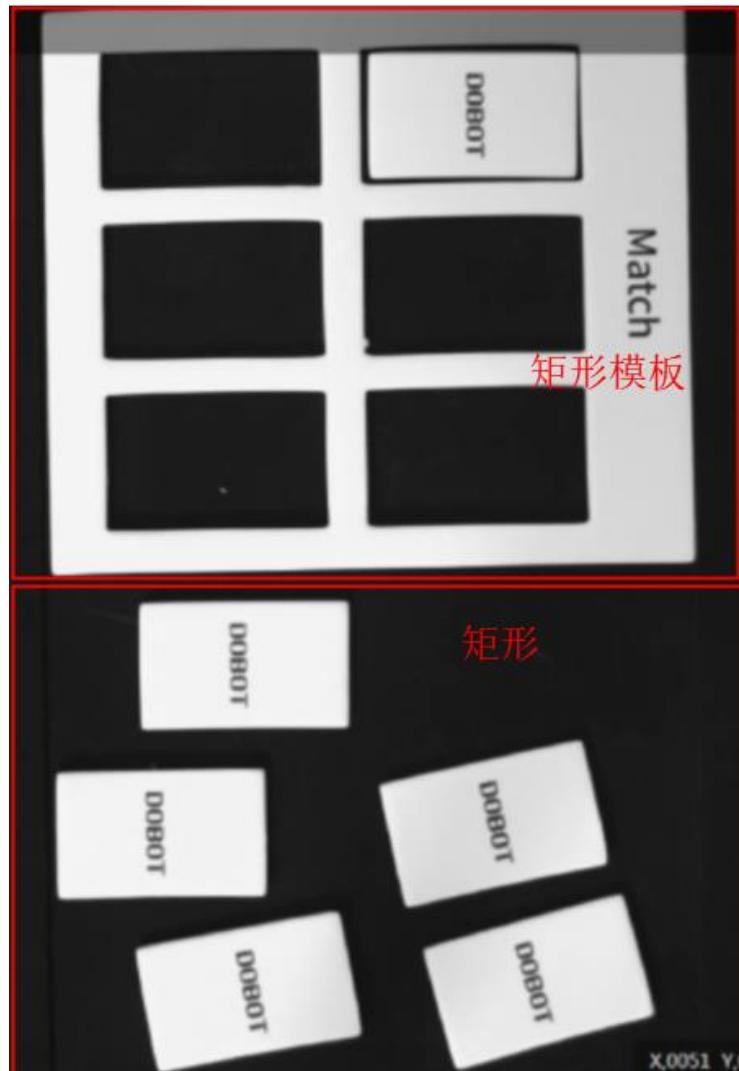


图11-43 识别区域

- 通过脚本计算矩形和矩形模型的旋转角度，以便抓取矩形时，调整矩形角度；匹配时，使矩形角度与矩形模型角度一致。

说明书

Dobot Magician的末端舵机旋转角度为-150至150。由于模板匹配后得到的角度可能会出现-150至-180或者150至180的角度，所以使用脚本方式进行处理，将角度转换成机械臂可执行的一个角度值。

- 通过标定转换其图像坐标为物理坐标。
- 控制机械臂进行匹配操作。

方案流程图如图 11-44 所示。



图11-44 流程图

步骤2 特征匹配。

利用特征匹配创建特征模版。需用绿色框完全框住特征字符，若无法框住，可设置“尺度模式”为“手动”模式进行手动框选。根据实际情况调整字符模版粗糙尺度和对比度阈值。



图11-45 矩形模版特征匹配



图11-46 矩形特征匹配

步骤3 标定转换。

加载标定文件，将图像坐标转换成物理坐标，点击“确定”。



图11-47 标定转换

步骤4 运动到点。

选择对应标定后的物理坐标并根据实际需要设置 Z 轴数值。



图11-48 运动到点

步骤5 气泵使能。

通过设置 I/O 电平控制气泵使能。

地址：18

低：使能

高：关闭使能



图11-49 I/O 使能

步骤6 吸盘控制。

通过设置 I/O 电平控制吸盘。

地址：17

低：吸气

高：吹气



图11-50 I/O 控制吸盘

说明书

本示例使用I/O地址18控制气泵使能，17控制吸盘吸放。用户在使用过程中应根据实际情况进行选择。

步骤7 调整矩形角度。

选择对应标定后的物理坐标并设置 R 值为脚本处理后的矩形角度。



图11-51 调整矩形角度

步骤8 开始匹配。

选择对应标定后的物理坐标并根据实际需要设置 Z 值。设置 R 值为矩形模具角度，匹配时，矩形将按照模具角度进行匹配。



图11-52 开始匹配

11.6 圆形模版匹配

方案需求：通过计算、模型匹配，将对应大小的圆放入对应的模具中。如图 11-53 所示。

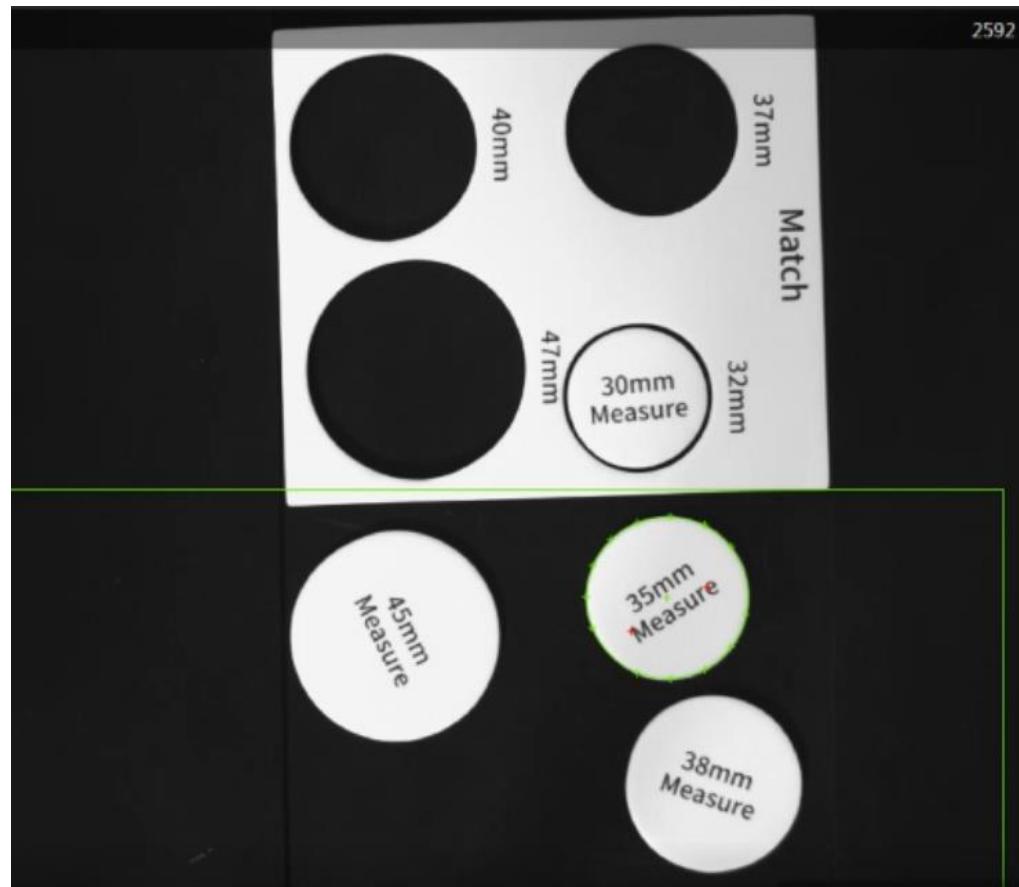


图11-53 圆形匹配

步骤1 方案搭建思路。

- 利用圆查找，找出对应的圆。
- 利用标定工具将图像坐标转换为物理坐标。
- 控制机械进行匹配操作。

方案流程图，如图 11-54 所示。

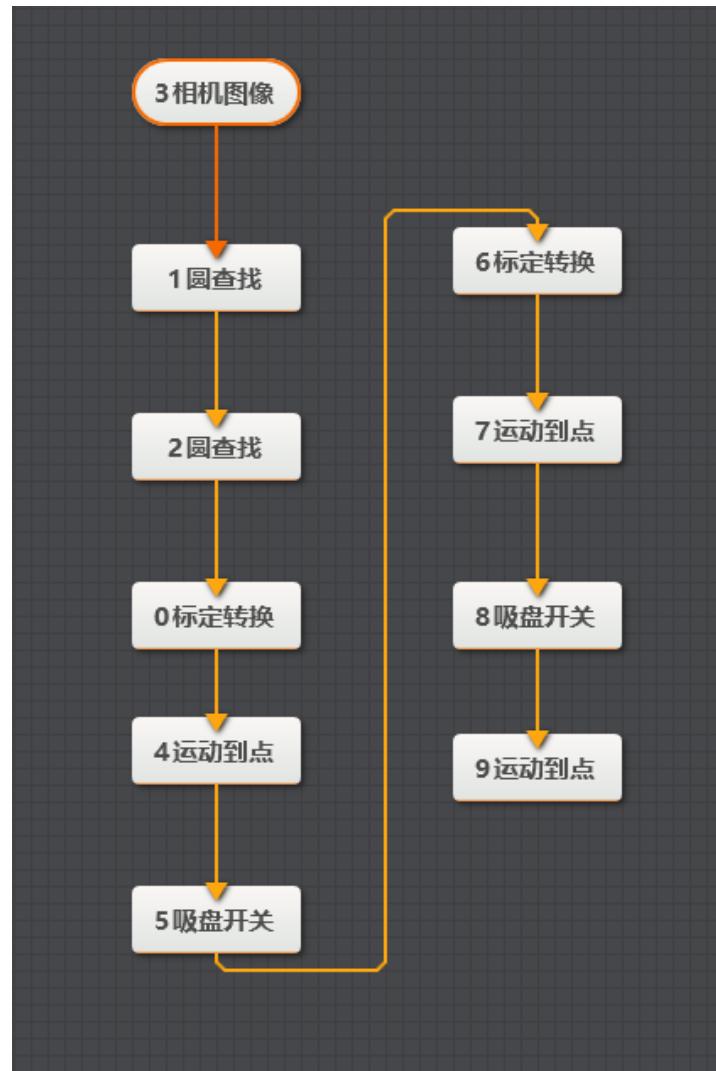


图11-54 流程图

步骤2 圆查找。

分别设置两个圆查找，即圆和圆匹配模型。如图 11-55 所示。设置查找条件，如半径、查找模式、边缘阈值等。如图 11-56 所示。

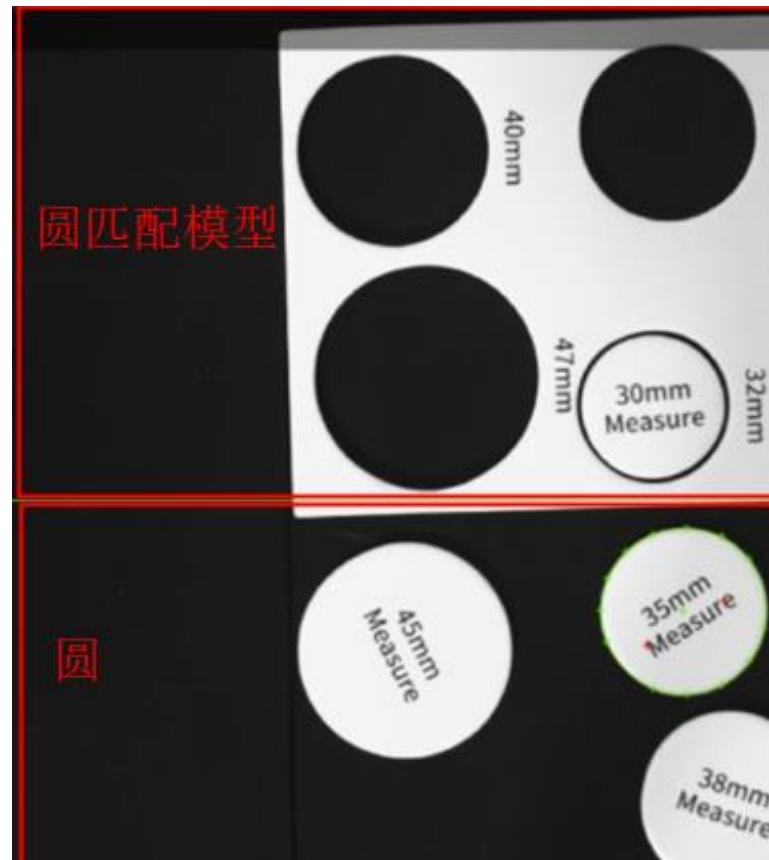


图11-55 圆查找范围



图11-56 圆查找设置

步骤3 标定转换。

将圆图像坐标转换成物理坐标以便机械臂抓取和放置。加载标定文件。单击“确定”。



图11-57 标定转换

步骤4 运动到点。

设置机械臂抓取和放置的位置。运动模式详细请参考 7.2.3 运动到点。



图11-58 运动到点

步骤5 气泵使能。

通过设置 I/O 电平控制气泵使能。

地址：18

低：使能

高：关闭使能



图11-59 气泵使能

步骤6 吸盘控制。

通过设置 I/O 电平控制吸盘。

地址：17

低：吸气

高：吹气



图11-60 I/O 控制吸盘

说明书

本示例使用I/O地址18控制气泵使能，17控制吸盘吸放。用户在使用过程中应根据实际情况进行选择。

步骤7 匹配结果。

全部匹配成功。

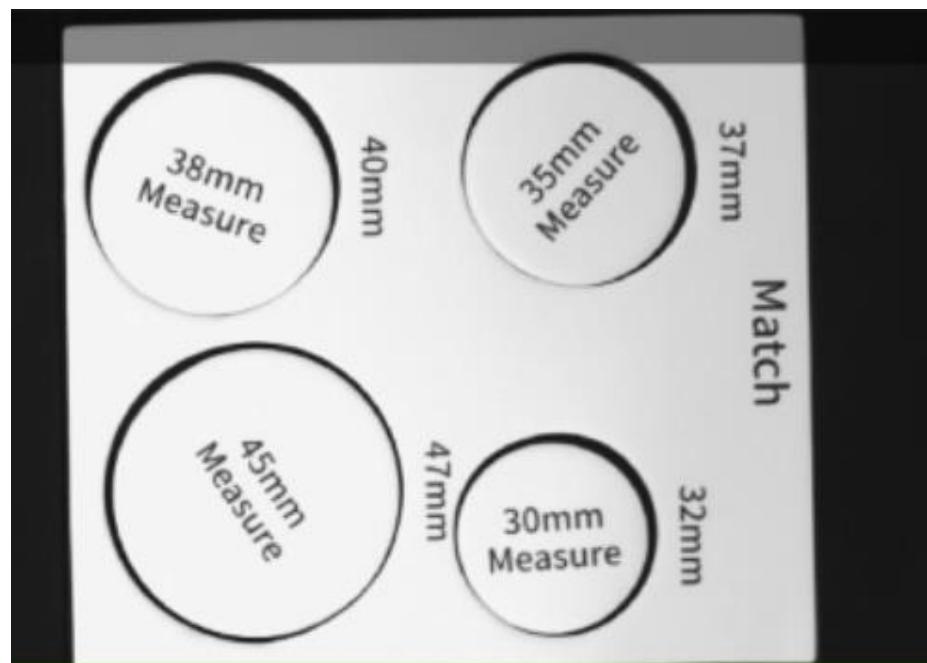


图11-61 匹配结果