



飞虎平台 用户指南

文档版本：04
发布日期：2024-12-15

目 录

目 录	2
修订记录	7
1. 产品概述	8
1.1. 产品功能	8
1.2. 技术参数	8
1.3. 系统连接图	9
2. 软件安装	10
3. 界面介绍	13
4. 软件操作	14
4.1. 业务工程创建	14
4.2. 通信协议配置	15
4.3. 运行工程	16
5. 功能模块介绍	17
5.1. 相机操作模块	17
5.1.1. 通用模块	17
5.1.1.1. 3D 显示	17
5.1.1.2. 激光线保存	17
5.1.1.3. 激光线读取	18
5.1.1.4. 坐标转换	18
5.1.1.5. 延时	18
5.1.1.6. 图像压缩	19
5.1.1.7. 点云过滤	19
5.1.1.8. 求平均值	19
5.1.1.9. 数据筛选	20
5.1.1.10. 发送信号	20
5.1.1.11. 等待信号	20
5.1.1.12. 图像保存	21

5.1.1.13. 图像加载	21
5.1.1.14. 算法变量配置	21
5.1.1.15. 输入到数据仓	22
5.1.1.16. 从数据仓输出	22
5.1.1.17. 异常结果备份	22
5.1.1.18. 通用排序模块	22
5.1.1.19. 通用过滤模块	23
5.1.1.20. 偏转法向计算	23
5.1.1.21. 机械臂控制	24
5.1.2. 相机实时模块	24
5.1.2.1. RGB 拍照	24
5.1.2.2. RGB 期望值	24
5.1.2.3. 获取图像	25
5.1.2.4. 单帧检测	25
5.1.2.5. 开始采图	25
5.1.2.6. 停止采集/扫描	26
5.1.2.7. 设置 ROI	26
5.1.2.8. 设备状态	26
5.1.2.9. 立体建模	27
5.1.2.10. 快速单帧检测	27
5.1.2.11. 创建深度图	27
5.1.2.12. 激光器开关	28
5.1.2.13. 外设控制	28
5.2. 机器人通信模块	28
5.2.1. TCP 协议	28
5.2.1.1. 初始化 TCP	29
5.2.1.2. 发送 TCP 数据	29
5.2.1.3. 回复 TCP 数据	29
5.2.1.4. 接收 TCP 数据	30

5.2.2. TCPServer	30
5.2.2.1. 通用 TCP 初始化	30
5.2.2.2. 通用 TCP 数据发送	30
5.2.2.3. 通用 TCP 事件	31
5.2.2.4. 通用 TCP 数据比较	31
5.2.3. Snap7 协议	31
5.2.3.1. 初始化 Snap7	31
5.2.3.2. 信号监测	32
5.2.3.3. 写入 DB	32
5.2.3.4. 读取 DB	32
5.2.3.5. 写入 DBBit	33
5.2.3.6. 读取 DBBit	33
5.2.3.7. 数值判断	33
5.2.4. Modbus 协议	34
5.2.4.1. Modbus 初始化	34
5.2.4.2. 写入 Modbus	34
5.2.4.3. 读取 Modbus	34
5.2.4.4. Modbus 事件	35
5.2.4.5. Modbus 赋值	35
5.2.4.6. Modbus 数据比较	35
5.2.5. 机械臂对接	36
5.2.5.1. 发送机械臂指令	36
5.2.5.2. 响应机械臂指令	36
5.2.5.3. 回复机械臂结果	36
5.2.5.4. 接收机械臂指令	37
5.2.5.5. 判断机械臂指令	37
5.3. 项目应用模块	37
5.3.1. 机械臂控制	38
5.3.1.1. 发送机械臂指令	38

5.3.1.2. 响应机械臂指令	38
5.3.1.3. 回复机械臂结果	38
5.3.1.4. 接收机械臂指令	39
5.3.1.5. 判断机械臂指令	39
5.3.2. 平整度检测	39
5.3.2.1. 面检测	39
5.3.2.2. 面排序	40
5.3.2.3. 面计算	40
5.3.3. AI 分割	40
5.3.3.1. 纹理分割	40
5.3.3.2. 纹理过滤	41
5.3.3.3. 点云分割	41
5.3.3.4. 纹理识别	41
5.3.4. 分割检测	42
5.3.4.1. 区域分割	42
5.3.4.2. 目标检测	42
5.3.4.3. 检测特定矩形	42
5.3.4.4. 检测圆形	43
5.3.4.5. 检测环形	43
5.3.5. 匹配检测	44
5.3.5.1. 通用 2D 模板匹配	44
5.3.5.2. 自然学习模板	45
6. 模块连接示例	45
6.1. 响应网络命令	45
6.2. 相机检测	46
6.3. 机械臂交互	46
7. 典型场景示例	47
7.1. 水泥块检测	47
7.2. 通用 2D 模板匹配检测	49

7.3. 自然学习模块检测	52
7.4. 纹理识别检测	55
8. 附录	58
8.1. 模板生成工具	58
8.2. 术语解释	59

修订记录

文档版本	发布日期	修改说明
04	2024-12-15	● 新增模块：偏转法向计算、机械臂控制、激光器开关、外设控制等。 ● 名称修改：快速模板匹配。 ● 新增“8.1 模板生成工具”章节。 ● 删除“5.3.1 奶罐车检测”。
03	2024-10-15	● 增加“1.3 系统连接图”章节。 ● 增加“4.2 通信协议配置”章节。 ● “5.功能模块介绍”根据软件更新，完善说明。 ● 增加“7.典型场景示例”。
02	2024-07-01	增加平整度检测相关参数和场景示例。
01	2023-10-10	第一次正式发布。

1. 产品概述

3D 视觉定位抓取应用平台（飞虎平台）通过高模块化的系统集成，以 3D 立体视觉技术为核心，对图像感知、图像认知、立体建模、定位引导、姿态检测、手眼标定、接口对接、信号触发等功能及算法模块进行可视化的封装及展示。用户根据自身需求从平台软件中自带的算法库调取所需要的功能模块，再通过操作工业 3D 相机自主完成工作任务。

1.1. 产品功能

飞虎平台的产品功能见表 1-1。

表 1-1 产品功能

分类	功能
定位引导抓取应用功能	● 物体角点及中心点定位 ● 圆形边缘及圆心坐标定位 ● 物体姿态定位 ● 图形功能拖拽式操作 ● 丰富的图像处理及点云处理工具 ● 自动化抓取工程的快速建立
平台对接功能	● 可进行抓取工程流程化拖拽操作，设置通信方式与机械臂进行对接操作及远程参数调试等功能 ● Snap7、Modbus TCP、TCP/IP 等多种标准通讯协议 ● 定位结果数据可直接对接机械臂控制系统
应用平台扩展	● 根据实际项目情况，加载对应模块进行功能应用

1.2. 技术参数

飞虎平台的技术参数见表 1-2。

表 1-2 产品技术参数

参数项	说明
支持相机类型	动态线性相机、静态线性相机
支持相机安装方式	机械臂安装、固定架安装、桁架安装等
平台对外接口	千兆网口
平台对外通讯	Snap7、Modbus TCP、TCP/IP
平台安装环境	Windows（7，10，11）
平台安装性能要求	I7 第六代以上 CPU，8G 内存，256G 硬盘，2G 独显
数据处理输出时间	≤1s
对接机器人类型	对接 ABB、安川、库卡、那智、新松、FANUC 等主流机械臂都可支持
支持其他点云数据格式导入	.PureTxt、.Pcd、.Las、.Ply 等

1.3. 系统连接图

系统连接图参考图 1-1。

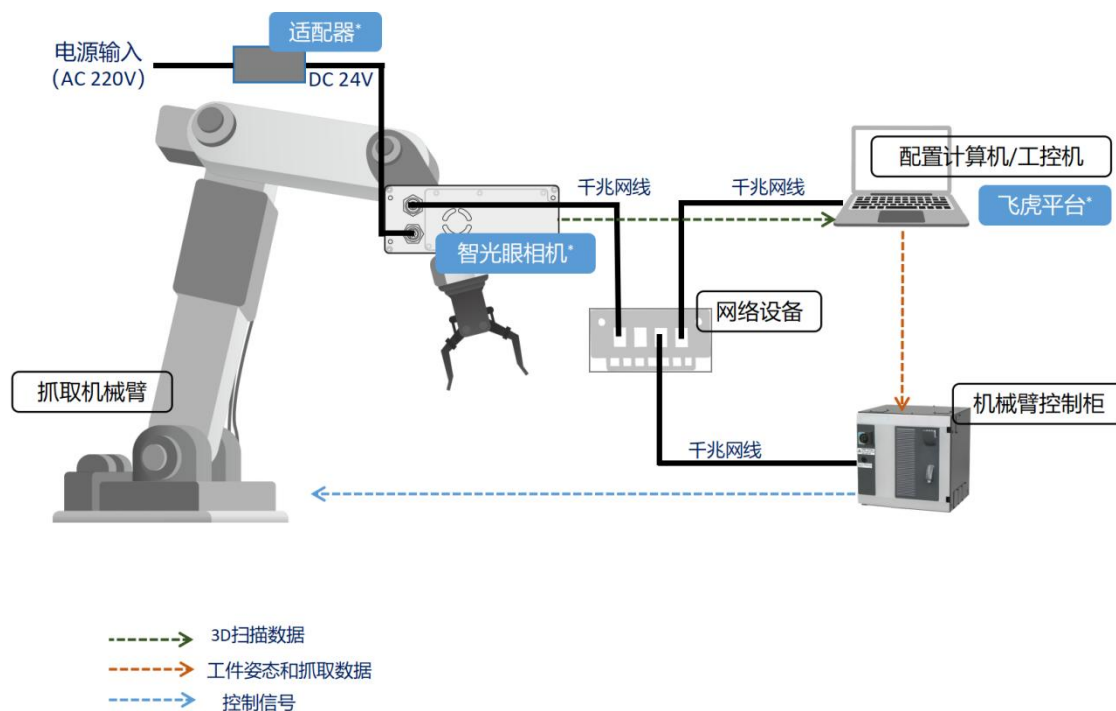


图 1-1 系统连接图

2. 软件安装

背景信息

- 防火墙设置：请关闭系统防火墙或者在组网中设置白名单策略允许通过，避免影响软件的正常使用。
- 安装源文件名称：**智能操作开发平台 Vx.x.x.x.exe**。

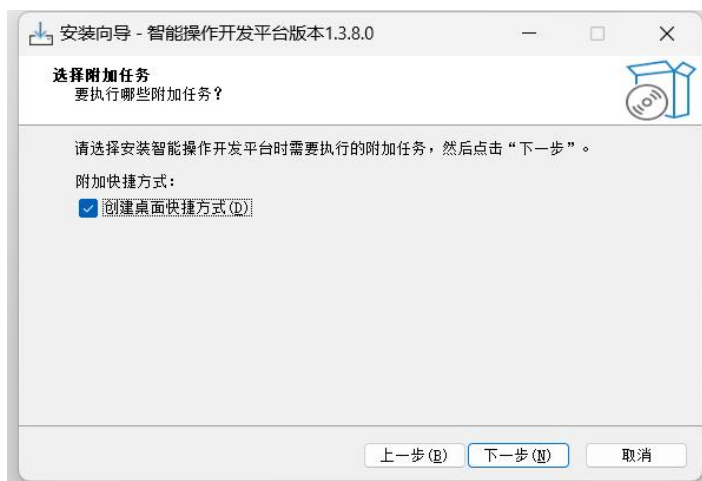
操作步骤

步骤 1 将安装程序 **智能操作开发平台 Vx.x.x.x.exe** 放置于可执行路径。

步骤 2 双击运行，选择安装路径，然后点击【下一步】。



步骤 3 选择附加任务：勾选创建桌面快捷方式，然后点击【下一步】。



步骤 4 准备完毕，开始【安装】。



步骤 5 安装成功，然后点击【结束】即可。



3. 界面介绍

程序运行后，进入主界面。主界面如图 3-1 所示。



图 3-1 主界面

主界面各组成如表 3-1 所示。

表 3-1 主界面组成说明

编号	名称	说明
①	相机操作模块	列出当前相机支持的操作功能。
②	机器人通信模块	列出与机器人协同通信的操作功能。
③	应用检测模块	列出当前支持的应用检测功能。
④	菜单区域	系统操作主菜单，包括文件管理、运行控制等功能。
⑤	功能编辑区	通过添加功能模块，根据业务逻辑进行连线，自定义实现具体的业务功能。

⑥	输出显示区	显示当前功能模块的运行信息等。
⑦	快捷按钮区	机械臂标定：可调用软件行机械臂标定。 数据可视化：控制软件是否显示“3D 显示”模块结果的画面。 相机配置、融合相机标定等功能。（此版本暂未实现）

4. 软件操作

4.1. 业务工程创建

前提条件

- 相机已配置完成并工作正常。
- 相机与安装本软件的电脑在同一网段内。
- 其他软件（如激光检测软件等）没有连接当前相机。

操作步骤

步骤 1 点击菜单按钮 **【文件】 > 【新建】**。

步骤 2 根据实际情况，选择完成业务所需要的功能模块，双击将功能模块添加到编辑区。

步骤 3 根据业务逻辑，调整各个功能模块的位置，设置模块参数。

步骤 4 通过连线完成各模块之间的相互关系。

步骤 5 设置完成，点击 **【文件】 > 【保存】** 将文件保存。

4.2. 通信协议配置

前提条件

- 与第三方应用已约定好通信协议与方式。
- 各设备 IP 地址等已正确配置。

操作说明

根据不同的通信协议，配置对应的模块，完成通信配置。

协议	操作步骤	说明
TCP	1, 修改配置文件，增加解析规则。 2, 根据实际情况，选择和使用 TCPServer 下模块：【通用 TCP 初始化】、【通用 TCP 事件】、【通用 TCP 数据比较】、【通用 TCP 数据发送】等。	规则配置文件在软件安装目录下： VzTCPRuleConfig.ini ，按其说明配置对应的规则。接收和返回的字符串定义需要与机械臂技术支持协商后确定。
Modbus	根据实际情况，选择和使用的模块：【Modbus 初始化】、【Modbus 事件】、【Modbus 数据比较】、【写入 Modbus】等。	当模块配置完成并运行后，飞虎作为通信服务器端，第三方软件需要连接飞虎所在 PC 的 IP 地址、端口号（默认 502）。
Snap7	根据实际情况，选择和使用模块：【初始化 Snap7】、【信号监测】、【数值判断】、【写入 DB】等。	无

以下是使用 TCP 协议时，**VzTCPRuleConfig.ini** 文件的配置示例：

#开始的为注释内容，更多脚本说明请见脚本文件

[config]

outputlog = 1

[rule1]

recive = X1%XPos%

reply==%PointCount%=%CenterPoint.X%=%CenterPoint.Y%=%CenterPoint.Z%=%CenterPoint.Roll%=%Cente

```
rPoint.Pitch%=%CenterPoint.Yaw%
```

此文件中：

“recive = X1%XPos%”表示：当飞虎平台收到以“X1”开头的字符串时，执行检测流程。

“reply = %PointCount%=……”表示：将检测结果返回，返回的数据格式为“=数量=X 坐标=Y 坐标……”。

各字符串定义如下表：

接收数据参数名	XPos	X 点位置信息
返回数据参数名	PointCount	抓取点数字编号
	CenterPoint.X	抓取点坐标及姿态信息
	CenterPoint.Y	
	CenterPoint.Z	
	CenterPoint.Roll	
	CenterPoint.Pitch	
	CenterPoint.Yaw	

4.3. 运行工程

前提条件

- 相机已配置完成并工作正常。
- 相机与安装本软件的电脑在同一网段内。
- 其他软件（如激光检测软件等）没有连接当前相机。
- 业务工程文件已创建或已导入。

操作步骤

步骤 1 点击菜单按钮【运行】。

步骤 2 在显示区可查看运行结果。

步骤 3 此时，可点击菜单按钮【停止】停止运行该工程。

5. 功能模块介绍

5.1. 相机操作模块

5.1.1. 通用模块

5.1.1.1. 3D 显示

功能	显示相机采集的 3D 数据，并透传输入数据。
参数	无
输入	单条线激光数据 \ 面阵点云数据 \ 算法检测结果
输出	单条线激光数据 \ 面阵点云数据 \ 算法检测结果

5.1.1.2. 激光线保存

功能	保存激光线检测文件到计算机本地存储，并透传数据。
参数	【存储目录】、【文件名】、【文件类型】 ：根据实际情况设置。 【最大存储文件数】 ：超过此数量后，新保存文件覆盖旧文件。配置为“0”为不限制。
输入	单条线激光数据 \ 面阵点云数据
输出	单条线激光数据 \ 面阵点云数据

5.1.1.3. 激光线读取

功能	从计算机本地存储读取激光线检测文件。
参数	【文件】：设置读取文件路径。
输入	无
输出	面阵点云数据

5.1.1.4. 坐标转换

功能	对相机输出的数据进行矩阵转换。
参数	【手眼类型】、【姿态角顺序】：根据实际情况进行设置。 【矩阵转换】参数阵列
输入	单条线激光数据 \ 面阵点云数据 \ 算法结果数据
输出	单条线激光数据 \ 面阵点云数据 \ 算法结果数据

5.1.1.5. 延时

功能	设置延时时间。
参数	【延时时间】
输入	无
输出	无

5.1.1.6.图像压缩

功能	对相机输出的数据图像进行压缩。
参数	无
输入	图像
输出	压缩后的图像数据

5.1.1.7.点云过滤

功能	对相机输出的数据图像进行各个方向上的高度过滤。
参数	设置 x/y/z 方向的过滤范围：【最小值】~【最大值】
输入	单条线激光数据 \ 面阵点云数据
输出	单条线激光数据 \ 面阵点云数据

5.1.1.8.求平均值

功能	求平均值。
参数	无
输入	单条线激光数据
输出	平均值数据

5.1.1.9.数据筛选

功能	对数据进行筛选，仅取出坐标和法向量数据。
参数	无
输入	单条线激光数据 \ 面阵点云数据
输出	单条线激光数据 \ 面阵点云数据

5.1.1.10. 发送信号

功能	发送信号，可以自定义信号名称，完成逻辑流程的搭建。
参数	【信号名称】
输入	任意数据
输出	无

5.1.1.11. 等待信号

功能	设置等待信号的名称，与发送信号配合，完成逻辑流程的搭建。
参数	【信号名称】
输入	无
输出	无

5.1.1.12. 图像保存

功能	保存图像文件到计算机本地存储。
参数	【存储目录】、【文件名】 ：根据实际情况设置。 【最大存储文件数】 ：超过此数量后，新保存文件覆盖旧文件。配置为“0”为不限制。
输入	图像
输出	图像

5.1.1.13. 图像加载

功能	从计算机本地存储加载以前保存的图像文件。
参数	【文件】 ：选择图像文件所在的存储路径。
输入	无
输出	图像

5.1.1.14. 算法变量配置

功能	配置相机使用的算法使用的全局变量。输入的数据保存到这个参数中，以便后续其他检测模块直接使用。
参数	【算法参数名】 ：自定义参数名
输入	算法数据
输出	无

5.1.1.15. 输入到数据仓

功能	保存数据到数据仓。
参数	【数据仓名称】 自定义数据仓的名称。 【缓存结果个数】 在保存非点云数据的时候，缓存数据的个数。
输入	算法数据
输出	数据保存到数据仓

5.1.1.16. 从数据仓输出

功能	将数据仓保存的数据取出。
参数	【数据仓名称】 自定义数据仓的名称。
输入	数据仓数据
输出	算法数据

5.1.1.17. 异常结果备份

功能	软件异常时，可保存点云数据。
参数	无
输入	点云数据
输出	保存到系统缓存目录 AppData 下软件的“DetFailedBackUpData”目录。

5.1.1.18. 通用排序模块

功能	根据算法输出的结果，将结果按照某些字段进行排序。
----	--------------------------

参数	【排序字段】 ：可以根据自己需求在安装目录下的 VzSortFilter.ini 配置文件中添加需要排序的字段。 【输出结果数】 ：排序后的数据，返回多少数据，-1 返回所有。
输入	内存数据集
输出	排序后的内存数据集

5.1.1.19. 通用过滤模块

功能	根据算法输出的结果，将结果按照某些字段进行过滤。
参数	【过滤字段】 ：可以根据自己需求在安装目录下的 VzSortFilter.ini 配置文件中添加需要过滤的字段。过滤支持高度过滤。 【输出结果数】 ：过滤后的数据，返回多少数据，-1 返回所有。
输入	内存数据集
输出	过滤后的内存数据集

5.1.1.20. 偏转法向计算

功能	根据偏转角度，计算前一模块输出目标点的法向量。
参数	【输出结果日志】 ：是否将结果输入日志。
输入	目标点，偏转角
输出	目标点，法向量

5.1.1.21. 机械臂控制

功能	根据设置的参数，控制机械臂按照设置的点参数移动一遍。
参数	【过渡点】 ：设置坐标。如果选择偏移值，设置基于料框中心点的偏移。 【预抓取点】 ：设置坐标。如果选择偏移值，基于抓取点的偏移。 【抓取点】 ：此参数由前置模块给出。 【回退点】 ：设置坐标。如果选择偏移值，基于抓取点的偏移。 【过渡点 2】 ：设置坐标。如果选择偏移值，设置基于料框中心点的偏移。
输入	Pin1: 料框的中心点坐标数据 Pin2: 抓取点的坐标数据
输出	五个点的坐标数据

5.1.2. 相机实时模块

5.1.2.1.RGB 拍照

功能	相机进行 RGB 拍照。
参数	无
输入	无
输出	图像

5.1.2.2.RGB 期望值

功能	设置 RGB 拍照的期望值。根据 RGB 图像和实际图像对比，选择合适的期望值。 根据成像结果调整。
----	---

参数	【RGB 期望值】
输入	无
输出	图像

5.1.2.3.获取图像

功能	相机进行 2D 拍照。
参数	无
输入	无
输出	图像

5.1.2.4.单帧检测

功能	根据所设参数，单帧检测。
参数	无
输入	无
输出	激光线数据

5.1.2.5.开始采图

功能	根据所设参数，开始采图。
参数	【采集时间】
输入	无
输出	图像

5.1.2.6.停止采集/扫描

功能	相机停止采集或扫描动作。
参数	无
输入	无
输出	无

5.1.2.7.设置 ROI

功能	配置相机的检测区。
参数	配置左图和右图的区域范围，或者圈选范围，设置完成点击“配置”。
输入	无
输出	无

5.1.2.8.设备状态

功能	查看相机的设备状态。
参数	无
输入	无
输出	Pin1: 在线 Pin2: 离线

5.1.2.9. 立体建模

功能	按照实际的业务需求，可以选择相机的工作模式进行数据扫描建模。
参数	静态扫描模式： 可以选择快速扫描模式，此模式使用的前提是相机所有参数都已经配置好，会按照相机的参数直接进行物体扫描。可以设置相机的最远和最近工作距离，还能控制 RGB 使能。 动态扫描： 【速度】、【自动停止时间】、【停流后输出】、【低电平输出】、【动态发射角速度】等根据实际情况配置。
输入	无
输出	Pin1: 扫描启动状态 Pin2: 点云面数据

5.1.2.10. 快速单帧检测

功能	进行快速单帧检测。
参数	【转动角】根据可设置的摆动度数，设置激光器角度。
输入	无
输出	扫描数据

5.1.2.11. 创建深度图

功能	创建深度图。
参数	无

输入	扫描数据
输出	深度图数据

5.1.2.12. 激光器开关

功能	打开相机激光器。
参数	【打开激光器】 勾选打开激光器，去勾选关闭激光器。
输入	无
输出	无

5.1.2.13. 外设控制

功能	打开或关闭相机翻盖。
参数	【自动翻盖】： 此参数优先级高，勾选后相机自动控制翻盖。 【关闭盖板】： 勾选打开，去勾选关闭。
输入	无
输出	无

5.2. 机器人通信模块

5.2.1. TCP 协议

用于控制机械臂，进行协议对接。

5.2.1.1.初始化 TCP

功能	初始化 TCP 协议的对接参数。
参数	【端口号】
输入	无
输出	无

5.2.1.2.发送 TCP 数据

功能	发送 TCP 协议的接口数据。
参数	【命令】
输入	算法数据/内存数据
输出	无

5.2.1.3.回复 TCP 数据

功能	回复 TCP 协议的接口数据。
参数	无
输入	内存数据
输出	无

5.2.1.4.接收 TCP 数据

功能	接收 TCP 协议的接口数据。
参数	无
输入	无
输出	内存数据

5.2.2. TCPServer

5.2.2.1.通用 TCP 初始化

功能	初始化 TCP 协议的对接参数。
参数	【端口号】、【品牌方】根据实际情况设置。
输入	无
输出	无

5.2.2.2.通用 TCP 数据发送

功能	发送 TCP 协议的接口数据。
参数	【工作模式】 ：选择只返回单结果或多结果。多记录时用分隔符分割。 【抓取点整数返回】 ：勾选后，返回的数值类型为整数型。
输入	算法数据/内存数据
输出	无

5.2.2.3.通用 TCP 事件

功能	有 TCP 数据时，触发流程。
参数	无
输入	无
输出	无

5.2.2.4.通用 TCP 数据比较

功能	通过比较 TCP 的数据，根据不同的协议，触发不同的流程。
参数	【选择协议】：根据实际情况进行选择。
输入	无
输出	无

5.2.3. Snap7 协议

5.2.3.1.初始化 Snap7

功能	初始化 Snap7 协议的对接参数。
参数	【服务端 IP】、【Rack】、【Slot】
输入	无
输出	无

5.2.3.2.信号监测

功能	监测 Snap7 协议的对接信号。
参数	【监测信号个数】、【块地址】、【偏移地址】、【比特位】
输入	无
输出	S7 寄存器数据

5.2.3.3.写入 DB

功能	写入 Snap7 协议的对接数据库数据。
参数	【块地址】、【偏移地址】、【值】
输入	内存数据
输出	无

5.2.3.4.读取 DB

功能	读取 Snap7 协议的对接数据库数据。
参数	【块地址】、【偏移地址】
输入	无
输出	内存数据

5.2.3.5.写入 DBBit

功能	按 Bit 写入 Snap7 协议的对接数据库数据。
参数	【块地址】、【偏移地址】、【比特位】、【值】
输入	内存数据
输出	无

5.2.3.6.读取 DBBit

功能	按 Bit 读取 Snap7 协议的对接数据库数据。
参数	【块地址】、【偏移地址】、【比特位】
输入	无
输出	内存数据

5.2.3.7.数值判断

功能	读取 Snap7 协议的对接数据库数据，并与设定值进行对比判断。
参数	【块地址】、【偏移地址】、【比特位】、【值】
输入	寄存器数据
输出	无

5.2.4. Modbus 协议

5.2.4.1.Modbus 初始化

功能	初始化 ModBus，选择触发的条件。
参数	【数据变化触发】：勾选后数据变化触发后续流程，否则默认有数据过便触发流程。
输入	无
输出	无

5.2.4.2.写入 Modbus

功能	写入 Modbus。
参数	无
输入	Modbus 数据
输出	无

5.2.4.3.读取 Modbus

功能	读取 Modbus 协议接口数据。
参数	【地址】、【读取长度】
输入	无
输出	Modbus 数据

5.2.4.4.Modbus 事件

功能	响应 Modbus 事件。
参数	无
输入	无
输出	Modbus 数据

5.2.4.5.Modbus 赋值

功能	对 Modbus 协议接口数据进行赋值。
参数	【地址】、【比特位】、【值】
输入	无
输出	无

5.2.4.6.Modbus 数据比较

功能	Modbus 协议接口数据与设定的值进行比较。
参数	【地址】、【比特位】、【值】
输入	无
输出	无

5.2.5. 机械臂对接

5.2.5.1. 发送机械臂指令

功能	发送机械臂指令给对接的机械臂。
参数	【命令信息】
输入	内存数据
输出	无

5.2.5.2. 响应机械臂指令

功能	响应对接的机械臂发出的指令。
参数	【命令信息】
输入	内存数据
输出	无

5.2.5.3. 回复机械臂结果

功能	回复机械臂指令的结果给对接的机械臂。
参数	【命令信息】
输入	无
输出	内存数据

5.2.5.4.接收机械臂指令

功能	接收机械臂发出的指令。
参数	无
输入	内存数据
输出	无

5.2.5.5.判断机械臂指令

功能	对机械臂发出的指令进行判断。
参数	【命令信息】
输入	内存数据
输出	无

5.3. 项目应用模块

说明

- 软件连接相机时，自动根据相机内已有的算法列出对应的模块。
- 相机出厂时，一般会根据实际使用情况烧写对应的算法模块。

5.3.1. 机械臂控制

5.3.1.1. 发送机械臂指令

功能	发送前级结果或者自定义命令
参数	内存数据或自定义命令
输入	内存数据
输出	无

5.3.1.2. 响应机械臂指令

功能	解析内存数据，并获取点的位置
参数	无
输入	内存数据
输出	无

5.3.1.3. 回复机械臂结果

功能	表示已接收到机械臂指令
参数	回复执行结果
输入	内存数据
输出	无

5.3.1.4.接收机械臂指令

功能	等待机械臂数据的输入
参数	无
输入	无
输出	内存数据

5.3.1.5.判断机械臂指令

功能	用于和参数中的命令进行对比，对比正确，继续运行
参数	命令字符
输入	内存数据
输出	无

5.3.2. 平整度检测

5.3.2.1.面检测

功能	对相机检测数据进行处理，获取物体对应的面数据
参数	【检测最小点数】、【拟合阈值】...
输入	相机对目标物体的建模数据
输出	识别出目标物体的检测结果

5.3.2.2.面排序

功能	对面检测的结果进行排序等逻辑处理
参数	【排序方式】、【输出中心点】...
输入	面检测算法计算后的结果
输出	面排序后的结果数据

5.3.2.3.面计算

功能	对面检测和面排序处理后的数据进行计算
参数	【选择计算面】、【夹角计算面】...
输入	面排序后的结果数据
输出	包括面夹角、面平整度等结果数据

5.3.3. AI 分割

5.3.3.1.纹理分割

功能	根据输入的图片信息，进行检验物的纹理分割
参数	【ROI 设置】、【拆分最大数】、【缩放系数】等
输入	匹配的模型、2D 图片
输出	纹理分割后的纹理信息

5.3.3.2.纹理过滤

功能	对纹理分割后的纹理信息进行过滤
参数	【合并系数】、【面积比】、【长宽比】、【长边尺寸】、【短边尺寸】
输入	纹理分割后的结果
输出	纹理过滤后的纹理信息

5.3.3.3.点云分割

功能	对纹理分割后的纹理信息对点云进行分割
参数	暂无
输入	纹理分割结果、点云
输出	按纹理分割结果对点云分割后的点云数据

5.3.3.4.纹理识别

功能	根据输入的特征信息，对纹理分割结果进行识别
参数	【2D 特征】、【3D 特征】等，部分重点参数说明如下： ● 【置信度和合并比】：标识算法对检测到的目标的确信程度 ● 【拆分最大数】：能够分割出物体的最大数 ● 【缩放系数】：2D 图片的缩放比例 ● 【3D 长边范围(mm)】：识别出物体的长边的最小值和最大值 ● 【3D 短边范围(mm)】：识别出物体的短边的最小值和最大值
输入	纹理分割结果
输出	中心点坐标及其法向量、偏转角等信息

5.3.4. 分割检测

5.3.4.1. 区域分割

功能	根据输入的分割参数，将点云数据进行分割
参数	【最小目标长宽】、【分割间隔】、【三维量化】（3D 到 2D 的投影间隔）
输入	点云数据
输出	分割后各个区域信息

5.3.4.2. 目标检测

功能	根据输入的参数，对区域分割后的点云数据进行检测
参数	● 【算法参数源】：配置面板，用户直接手动输入。 ● 【数据协议】从机械臂获取信息，此配置主要针对矩形的长宽范围进行设置。 ● 【是否输出坐标方向】、【是否检测堆叠数据】：根据实际业务进行选择。 ● 【检测形状】：目前支持圆形、矩形、条状物、椭圆及自定义。自定义的形状，需要用户输入长宽比、面积比、圆度范围等参数。
输入	区域分割后的数据
输出	输出检测形状相关信息，包括中心点、法向量、包围盒等，具体输出可供用户选择

5.3.4.3. 检测特定矩形

功能	根据输入的检测形状相关信息及参数设置进行特定矩形的检测
参数	● 【参数类型】：暂时没有使用。 ● 【算法参数源】、【是否输出坐标方向】、【是否检测堆叠数据】请参考

	“目标检测”模块的参数说明。 ● 【排序方式】：坐标轴排序，可以选择排序的坐标轴；偏转角排序，按照偏转角进行排序，排序类型可以选择升序还是降序。 ● 【过滤高度】：基于检测结果，根据最上层物品的坐标+高度，进行过滤。 ● 【返回结果数】：-1 为返回所有结果，其他可以按照输入结果数进行返回。结果数不足的时候可以选择是否补 0。
输入	区域分割后的数据
输出	输出检测的特定矩形相关信息

5.3.4.4.检测圆形

功能	根据输入的检测形状相关信息及参数设置进行圆形的检测
参数	【参数类型】：针对圆的直径进行设置。 【算法参数源】、【是否输出坐标方向】、【是否检测堆叠数据】请参考“目标检测”模块的参数说明。 【排序方式】、【过滤高度】、【返回结果数】请参考“检测特定矩形”模块的参数说明。
输入	区域分割后的数据
输出	输出检测的圆形相关信息

5.3.4.5.检测环形

功能	根据输入的检测形状相关信息及参数设置进行环形的检测
参数	【参数类型】：此参数针对环形的内外环直径进行设置。 【算法参数源】、【是否输出坐标方向】、【是否检测堆叠数据】请参考“目标检测”模块的参数说明。

	【排序方式】、【过滤高度】、【返回结果数】请参考“检测特定矩形”模块的参数说明。
输入	区域分割后的数据
输出	输出检测的环形相关信息

5.3.5. 匹配检测

5.3.5.1. 通用 2D 模板匹配

功能	算法适用场景为平面型及类平面型场景的模板匹配
参数	【模板文件路径】、【粗匹配相关参数设置】、【精匹配相关参数设置】，部分重点参数说明如下： ● 【点云排序方式】：Z 轴升序和降序。 ● 基本参数/【采样大小】：采样值大会加快计算速度，但会降低计算精度，反之计算速度慢，计算精度提高。但是注意，受实际分辨率影响，设置过小也会影响计算精度。 ● 【距离阈值】：此值与平面厚度相对应，越大平面越厚，受场景其他干扰也越大，越小平面越薄，精度会提高。受实际分辨率影响，过小也会导致平面计算不准确。 ● 【最小点数】：一个平面至少要满足的点数。 ● 精匹配参数/【采样大小】：大的采样值会加快计算速度，但会影响算法精度；小的采样值会使计算速度变慢，但会提高算法精度。 ● 【使用轮廓约束】：启用后，会进行额外的轮廓对齐。用于平面特征占主导的物体进行匹配后发生轻微移动的情况。
输入	扫描的点云数据、需要匹配的模板
输出	包括中心点坐标及其法向量、匹配得分、模板点云

5.3.5.2. 自然学习模板

功能	支持不同角度的多个模板匹配，通过自然学习，匹配速度更快
参数	【模板文件路径】、【粗匹配相关参数设置】、【精匹配相关参数设置】等，部分重点参数说明如下： ● 【点云排序方式】：Z 轴升序和降序。 ● 【关键点采样大小】：采样值大，使用关键点的个数少，计算速度快，会降低算法精度；采样值小，使用的关键点个数增加，计算速度慢，会提高算法精度。 ● 【重叠比例】：算法模型与实际图形重叠的比例。设为 1 时，需要模型与图形完全匹配。 ● 【移除最大平面】：默认不移除。
输入	扫描的点云数据、需要匹配的模板
输出	包括中心点坐标及其法向量、匹配得分、模板点云

6. 模块连接示例

6.1. 响应网络命令

模块使用说明

接收 TCP 网络数据，根据命令进行判断和回复。

模块连接



6.2. 相机检测

模块使用说明

静态相机检测和显示。

模块连接

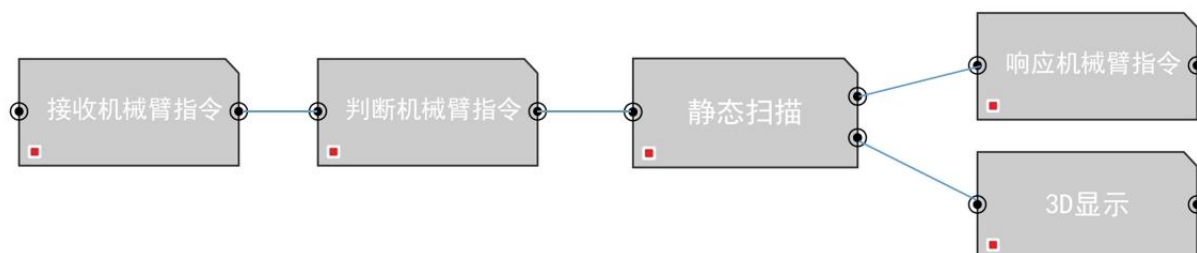


6.3. 机械臂交互

模块使用说明

静态相机与机械臂进行交互。

模块连接



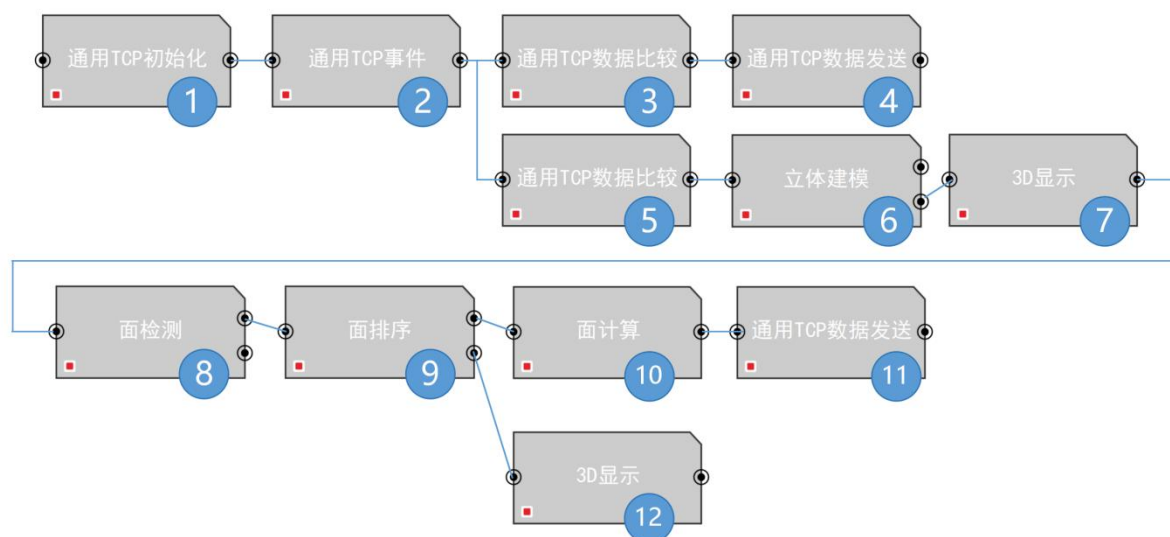
7. 典型场景示例

7.1. 水泥块检测

场景说明

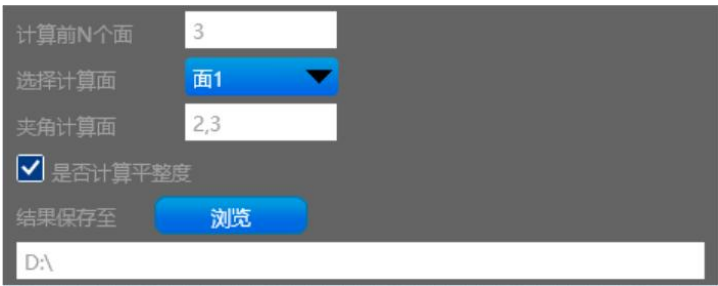
水泥块检测项目主要使用“平整度检测”模块，完成物体扫描、物体表面排序、物体边线角度和平整度检测等功能。

场景工程

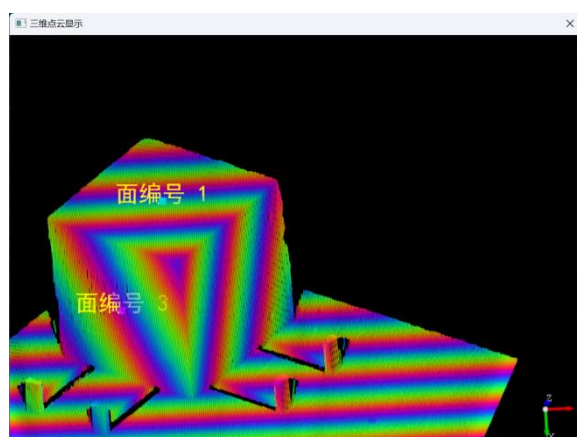


模块和参数配置说明如下：

序号	说明
1	设置 TCP 通信端口号，完成通信初始化。
2	接收客户端发送的信息。
3	根据收到的消息，进行比较，确定后续处理过程。此节点处理网络心跳。
4	回复数据给客户端。此节点回复心跳确认数据。
5	根据收到的消息，进行比较，确定后续处理过程。此节点接收物体二维码等信息。
6	相机进行扫描，获取目标物体的点云数据。
7	在软件界面上，显示物体的点云数据。
8	根据实际情况，检测目标物体的面。参数设置示例如下：

	
9	对检测出来的面进行排序。参数设置示例如下： 
10	按照排序好的面进行计算，输出计算结果。参数设置示例如下： 
11	回复数据给客户端。此节点回复检测状态。
12	在软件界面上，显示物体数据检测的结果，显示内容会与其他显示叠加。

检测结果示例



界面显示结果如下：

面夹角、面平整度等结果数据保存在文件中，如：

序号	夹角	平整度
1	{面1_2:90.37}, {面1_3:42.73}, {面2_3:104.05}	{面1: {方差:0.15, 平均值:0.23}}

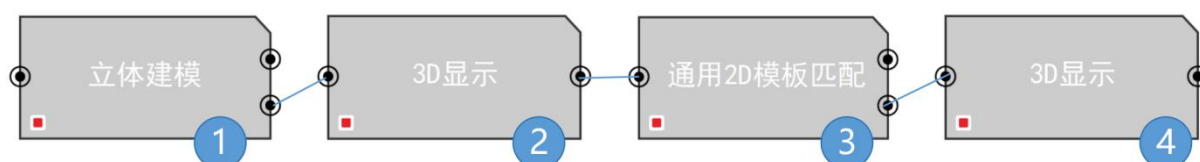
7.2. 通用 2D 模板匹配检测

场景说明

通用 2D 模板匹配（平面型模板匹配）适用于上表面接近是一个平面的物体，且物品规格统一。例如圆筒（上表面是在一个平面上的圆环）、耐火砖（上表面是一个平面的矩形）的检测。

- 举例中的“简易场景”为不搭配机械臂的流程，只是做演示观看，可以看到扫描图像和匹配的结果。
- 举例中的“标准场景”为搭配机械臂的流程，通过 PLC 触发相机扫描，软件经过算法将检测结果输出给机械臂，再由机械臂进行抓取工作。

简易场景工程

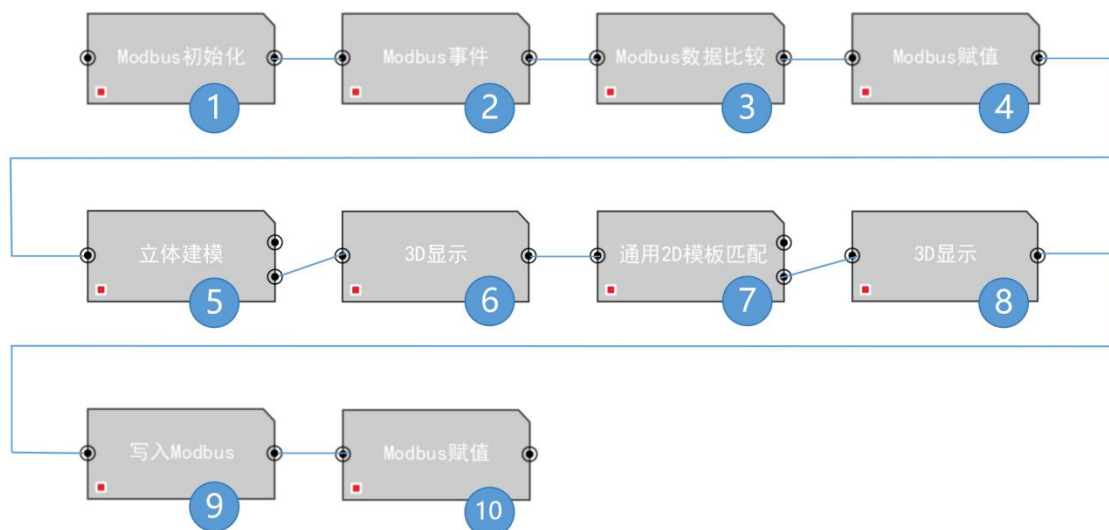


模块和参数配置说明如下：

序号	说明
----	----

1	相机进行扫描，获取目标物体的点云数据。
2	在软件界面上，显示物体的点云数据。
3	调用已经制作好的模型，对整个扫描图像进行算法运算，可以自行选择需要输出的结果类型，比如中心点坐标、长宽值、偏转角、法向量等。
4	在软件界面上，显示模板匹配检测后的点云数据和结果数据。

标准场景工程



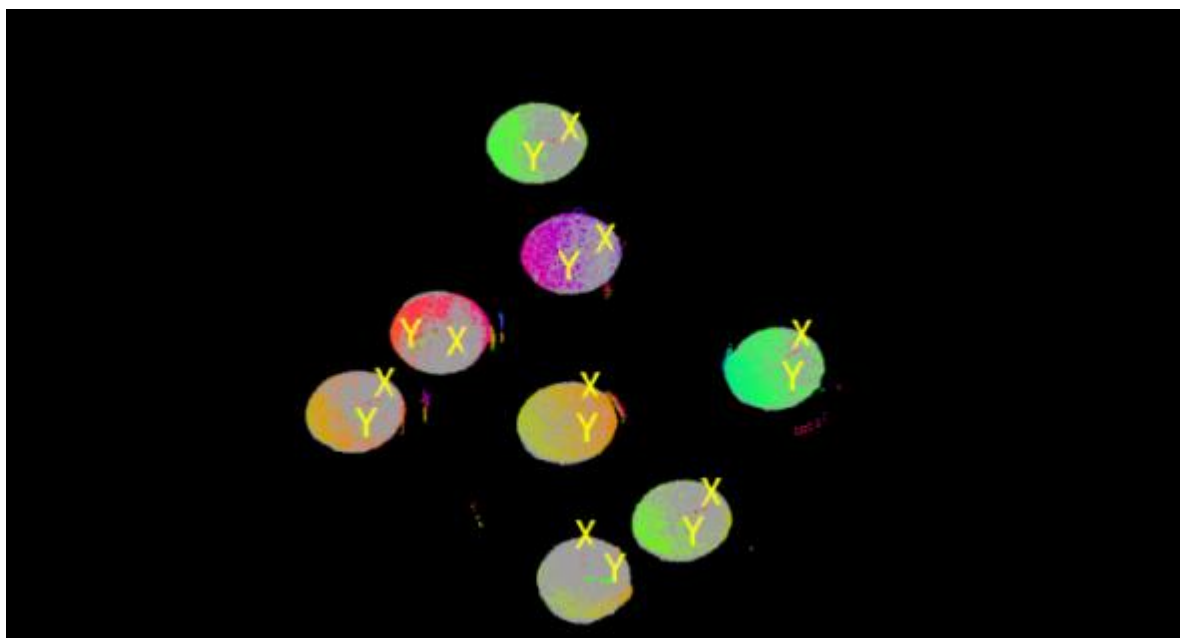
模块和参数配置说明如下：

序号	说明
1	设置 Modbus 通信端口号，完成通信初始化。通信默认端口号是 502，PLC 为主站，相机作为从站。
2	系统监听 Modbus 事件，PLC 有信号发送后触发。
3	通过 Modbus 数据比较，如果是测量启动信号，则开始检测。
4	测量前，对整个输出数据位做复位清零。
5	相机进行扫描，获取目标物体的点云数据。
6	在软件界面上，显示物体的点云数据。
7	调用已经制作好的模型，对整个扫描图像进行算法运算，可以自行选择需要输出的结果类型，

	比如中心点坐标、长宽值、偏转角、法向量等。 
8	在软件界面上，显示模板匹配检测后的点云数据和结果数据。
9	将输出结果后写入相对应的 Modbus 地址。
10	检测流程结束，给 PLC 发送一个完成信号。

检测结果示例

圆柱顶面检测的显示结果如下：



7.3. 自然学习模块检测

场景说明

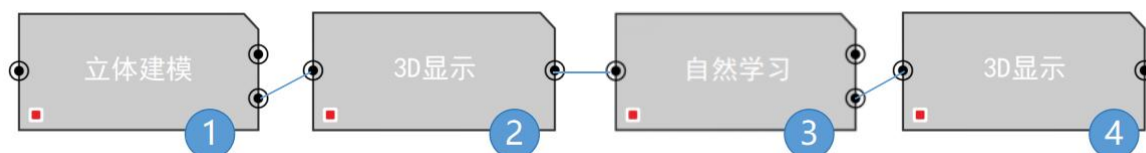
自然学习模块适用于轮廓特征比较明显的物体，且物体规格统一。如角码的内部轮廓和外部轮廓、螺栓的外部轮廓等相对 3D 特征比较明显的物体。

- 举例中的“简易场景”为不搭配机械臂的流程，只是做演示观看，可以看到扫描图像和匹配的结果。
- 举例中的“标准场景”为搭配机械臂的流程，通过 PLC 触发相机扫描，软件经过算法将检测结果输出给机械臂，再由机械臂进行抓取工作。

说明

与“通用 2D 模板匹配”的区别：“通用 2D 模板匹配”是单模板匹配，而“快速模板匹配”可以使用多个模板进行搭配使用，对物体进行识别。

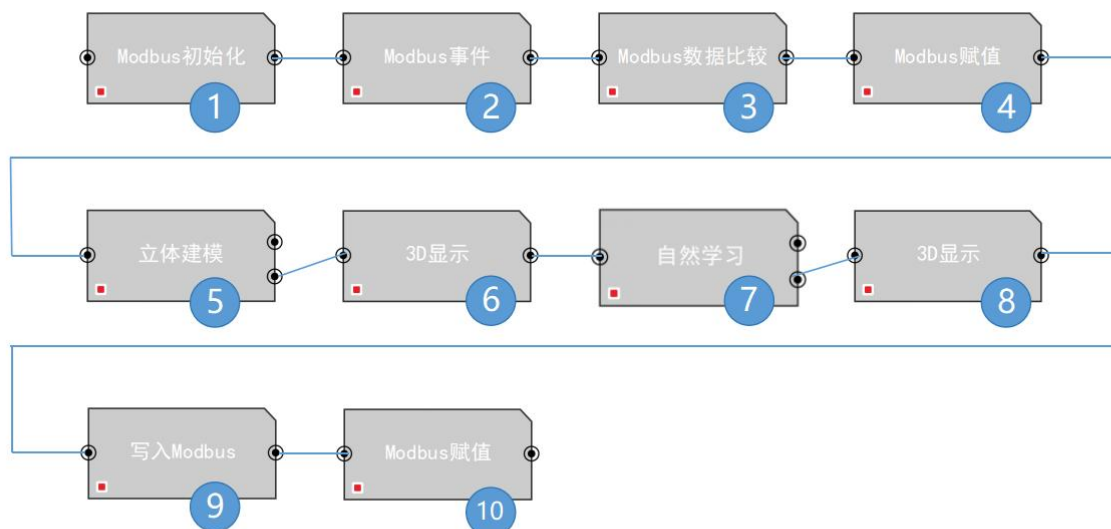
简易场景工程



模块和参数配置说明如下：

序号	说明
1	相机进行扫描，获取目标物体的点云数据。
2	在软件界面上，显示物体的点云数据。
3	调用已经制作好的模型，对整个扫描图像进行算法运算，可以自行选择需要输出的结果类型，比如中心点坐标、长宽值、偏转角、法向量等。
4	在软件界面上，显示模板匹配检测后的点云数据和结果数据。

标准场景工程



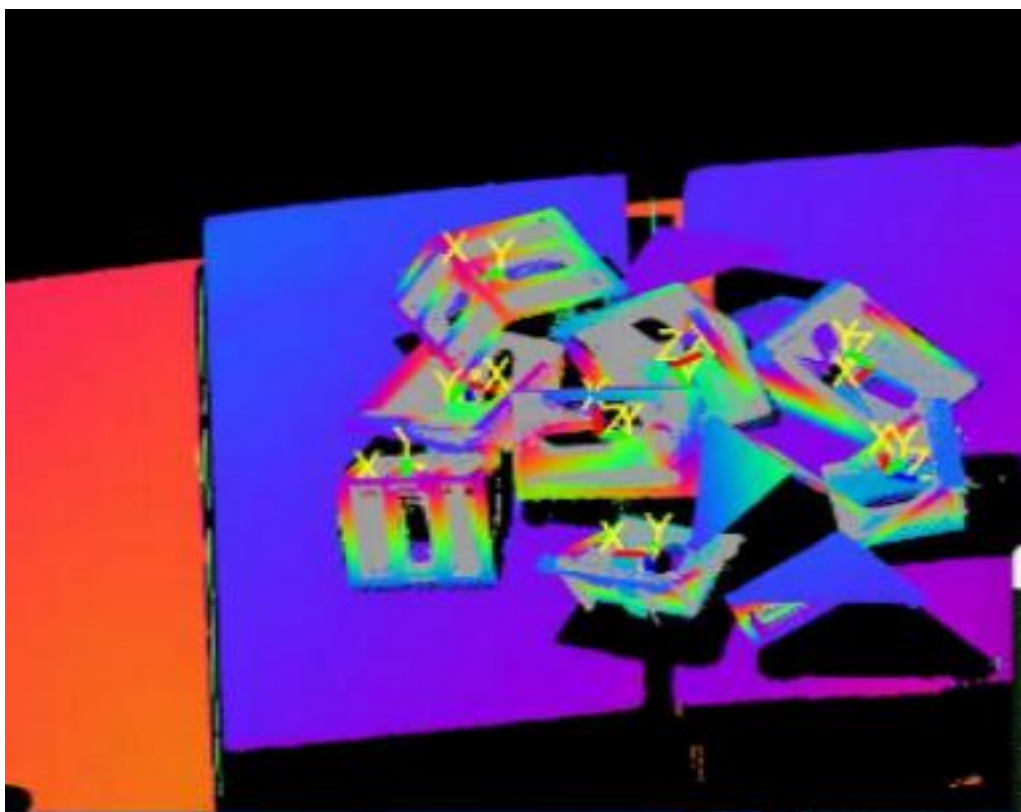
模块和参数配置说明如下：

序号	说明
1	设置 Modbus 通信端口号，完成通信初始化。通信默认端口号是 502，PLC 为主站，相机作为从站。
2	系统监听 Modbus 事件，PLC 有信号发送后触发。
3	通过 Modbus 数据比较，如果是测量启动信号，则开始检测。
4	测量前，对整个输出数据位做复位清零。
5	相机进行扫描，获取目标物体的点云数据。
6	在软件界面上，显示物体的点云数据。
7	调用已经制作好的模型，对整个扫描图像进行算法运算，可以自行选择需要输出的结果类型，比如中心点坐标、长宽值、偏转角、法向量等。

	☐ 单点云模式 点云块排序方式 Z轴升序 模板文件 D:\7.....模板\模板\单个苹果\002\CustomTpA\ 浏览 法线计算邻域点数 30 关键点采样大小 5 模板采样步长比例 0.100000 场景采样步长比例 0.500000 特征量化距离比例 0.050000 粗匹配评估采样 5.000000 粗匹配距离阈值 15.000000 粗匹配评价阈值 5.000000 重叠比例 0.8 平移等价距离阈值 40.000000 旋转等价角度阈值 360.000000 精匹配采样大小 2.000000 精匹配距离阈值 2 块大小 1000.000000 ☐ 是否使用块匹配 ☐ 是否使用精匹配 ☒ 移除最大平面 ☐ 启用调试模式 ☐ 输出错误码 ☐ 输出个数 ☒ 输出中心点 ☒ 输出法向量 ☐ 输出分数 ☒ 显示中心点 ☒ 显示法向量 ☐ 显示分数 ☒ 显示模板点云
8	在软件界面上，显示模板匹配检测后的点云数据和结果数据。
9	将输出结果后写入相对应的 Modbus 地址。
10	检测流程结束，给 PLC 发送一个完成信号。

检测结果示例

使用角码块的内外不同姿态下的模板组合使用，对堆在一起的角码块进行扫描识别定位的显示结果如下：

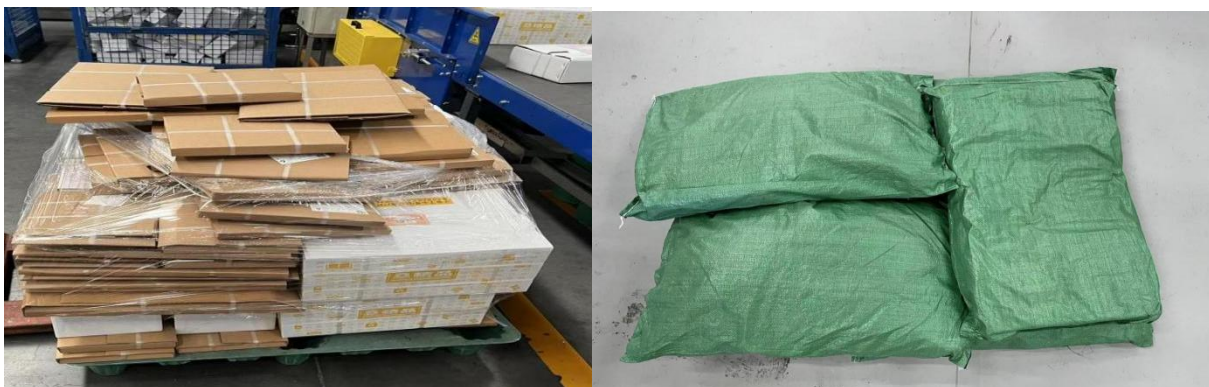


7.4. 纹理识别检测

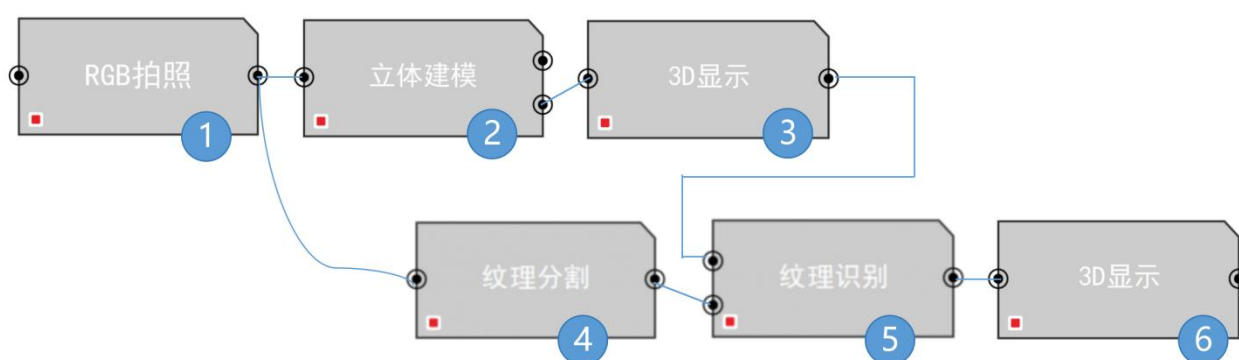
场景说明

纹理识别适用于包裹分拣、编织袋抓取等，通过纹理信息进行分割，对物品规格要求不高，基本都可以适用，比如：包裹识别抓取、编织袋的识别抓等。相对规格不一的物体，都适用于纹理分割。

- 举例中的“简易场景”为不搭配机械臂的流程，只是做演示观看，可以看到扫描图像和匹配的结果。
- 举例中的“标准场景”为搭配机械臂的流程，通过 PLC 触发相机扫描，软件经过算法将检测结果输出给机械臂，再由机械臂进行抓取工作。



简易场景工程

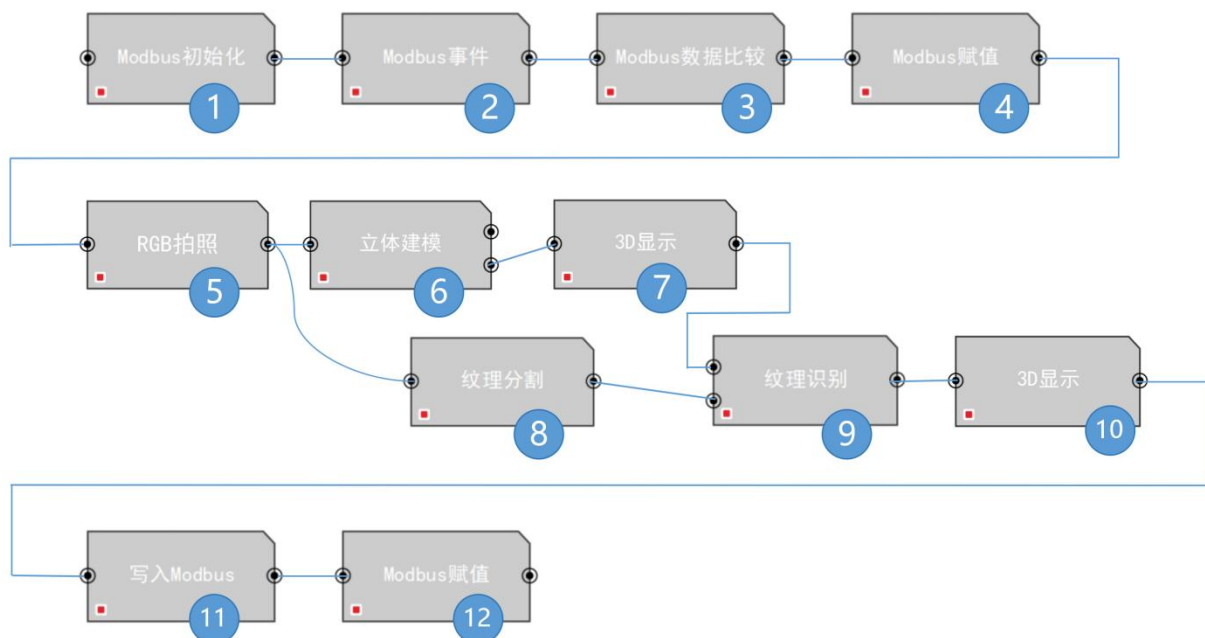


模块和参数配置说明如下：

序号	说明
1	相机进行 RGB 拍照，获取彩色图片。

2	相机进行扫描，获取目标物体的点云数据。
3	在软件界面上，显示物体的彩色点云数据。
4	对物体照片进行纹理分割。
5	结合纹理分割后的物体 RGB 图和点云图，对检测物体进行纹理识别。
6	在软件界面上，显示模板匹配检测后的点云数据和结果数据。

标准场景工程



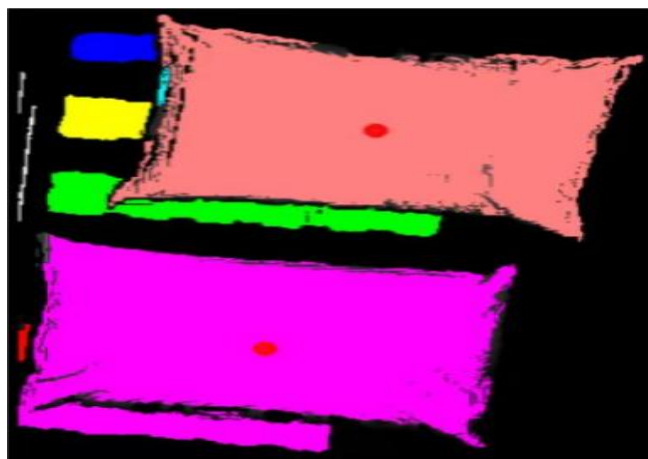
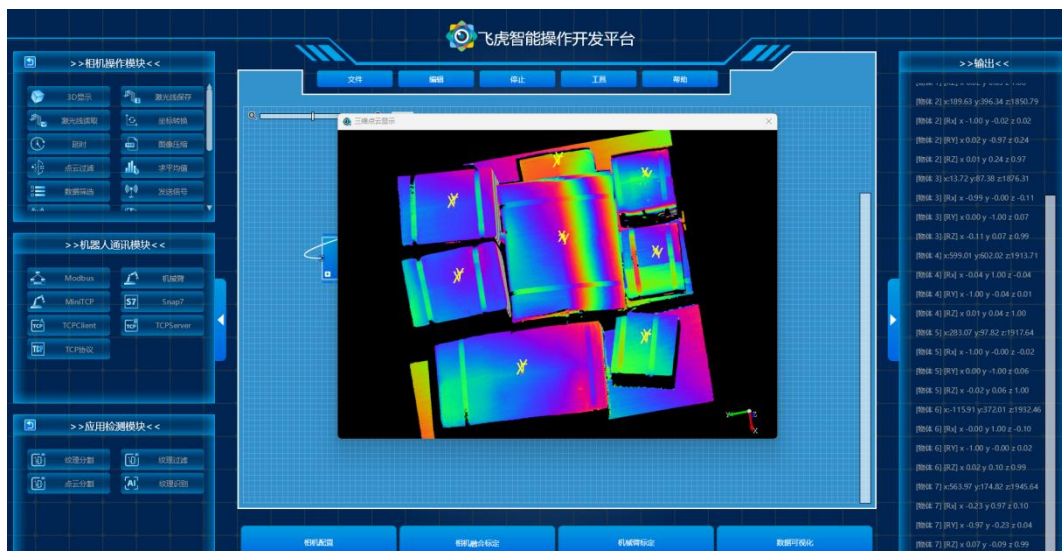
模块和参数配置说明如下：

序号	说明
1	设置 Modbus 通信端口号，完成通信初始化。通信默认端口号是 502，PLC 为主站，相机作为从站。
2	系统监听 Modbus 事件，PLC 有信号发送后触发。
3	通过 Modbus 数据比较，如果是测量启动信号，则开始检测。
4	测量前，对整个输出数据位做复位清零。
5	相机进行 RGB 拍照，获取彩色图片。
6	相机进行扫描，获取目标物体的点云数据。

7	在软件界面上，显示物体的彩色点云数据。
8	对物体照片进行纹理分割。 
9	结合纹理分割后的物体 RGB 图和点云图，对检测物体进行纹理识别。 
10	在软件界面上，显示模板匹配检测后的点云数据和结果数据。
11	将输出结果后写入相对应的 Modbus 地址。
12	检测流程结束，给 PLC 发送一个完成信号。

检测结果示例

现场对规格不一的包裹进行扫描识别定位，显示结果如下：



8. 附录

8.1. 模板生成工具

模板生成工具，用于生成各个业务模块使用的模板文件。

1. 自定义在点云图像上设置抓取点等信息。
2. 保存为模板文件，供模块使用时调用。



8.2. 术语解释

序号	术语	解释
1	瞳距	指相机两个镜头中心之间的距离。
2	扫描角度	即工作角度，指相机摆动模块横向（X 方向）转动的角度。
3	点云数据	包含物体表面特性的点的集合，也称 3D 数据。
4	抓取点信息	引导机器人抓取的位置和方向信息。
5	ROI	ROI（Region of Interest），是指被处理的物体图像中框选出来需要处理的区域，称为感兴趣区域。
6	手眼标定	手眼标定是确定机器人坐标系与相机坐标系之间的空间关系的程。通过手眼标定，机器人可以利用相机提供的数据，做出准确的运动和操作决策。
7	相机内参	相机内部参数，只与相机内部参数有关。出厂时已配置。

8	相机外参	相机坐标系与世界坐标系之间的坐标转换关系。通过标定获得。
9	TCP	TCP（Tool Center Point），是指工具中心点。比如抓取工件时，机械臂的末端夹具尖端的点。