

VisionForge Pro 现场调试说明书

版本: 1.2.0

日期: 2025年12月

文档编号: VF-DEBUG-001

目录

- [系统概述](#1-系统概述)
- [系统架构](#2-系统架构)
- [硬件连接指南](#3-硬件连接指南)
- [软件安装与配置](#4-软件安装与配置)
- [相机调试流程](#5-相机调试流程)
- [通信协议配置](#6-通信协议配置)
- [算法工具链使用](#7-算法工具链使用)
- [标定流程](#8-标定流程)
- [故障排查指南](#9-故障排查指南)
- [常见问题与解决方案](#10-常见问题与解决方案)
- [附录](#附录)

1. 系统概述

1.1 产品简介

VisionForge Pro 是一款面向工业现场的通用视觉检测平台，提供极致易用性、先进AI算法和极致性能表现。

Pro

1.2 核心特性

| ■ ■ | ■ ■ |
|-------|---------------------|
| ■■■■■ | 5■■■■■■■■■■■UI■■ |
| ■■■■■ | ■■AI■■■■ + ■■CV■■ |
| ■■■■ | ■■■■ <10ms■■■■ <3ms |
| ■■■■ | ■■■■■■■■■■■ |

1.3 支持的硬件

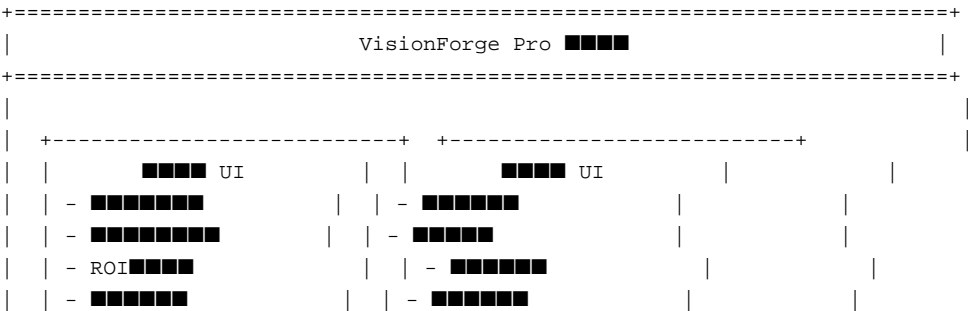
- 工业相机: GenICam (GigE/USB3)、海康威视、Basler
- 光源控制: 串口/网口光源控制器
- PLC通信: Modbus TCP/RTU, OPC UA, EtherCAT, 三菱MC协议, 基恩士PC-Link
- 运动控制: 模拟控制器（实际控制器待支持）

1.4 软件要求

| ■ ■ | ■ ■ ■ ■ | ■ ■ ■ ■ ■ |
|---------------|----------------|---|
| Windows | 10/11 64■ | - |
| Visual Studio | 2022 | F:\Program Files\Microsoft Visual Studio\2022 |
| Qt | 6.9.3 | F:\Qt\6.9.3 |
| OpenCV | 4.8+ (CUDA■■■) | F:\Program Files\OPENCV |
| Halcon | 24.11 (■■■) | F:\Halcon\HALCON-24.11-Progress-Steady |

2. 系统架构

2.1 整体架构图

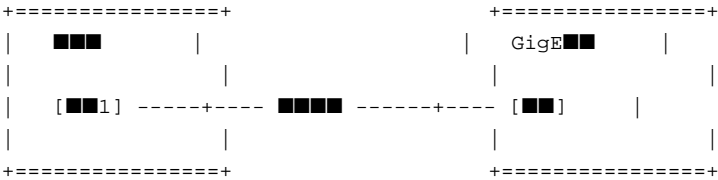


| | | |
|--------------|------------------|------------------------|
| HAL■ | src/hal/ | ■■■■■■■■■■GPIO■■■■■■■■ |
| Comm■ | src/comm/ | ■■■■■PLC■■■■■■■■ |
| Base■ | src/base/ | ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■ |
| Calibration■ | src/calibration/ | ■■■■■QR■■■■■■■■ |

3. 硬件连接指南

3.1 相机连接

3.1.1 GigE相机连接



网络配置要求:

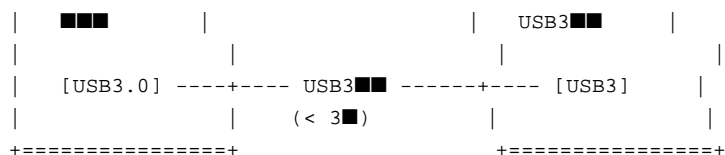
| ■ ■ ■ | ■ ■ ■ | ■ ■ |
|---------|---------------|----------------|
| IP■ ■ | 192.168.1.x | ■■■■■■■ |
| ■■■■■ | 255.255.255.0 | ■ ■ C ■ ■ ■ |
| MTU | 9000 | ■■■■■■■■■■■■■■ |
| ■■■■■■■ | 16MB+ | ■■■■■ |

网卡配置步骤:

1. 打开"网络适配器属性"
2. 选择"配置" -> "高级"
3. 设置"Jumbo Packet"为9014字节
4. 设置"接收缓冲区"为最大值
5. 禁用"节能模式"

3.1.2 USB3相机连接



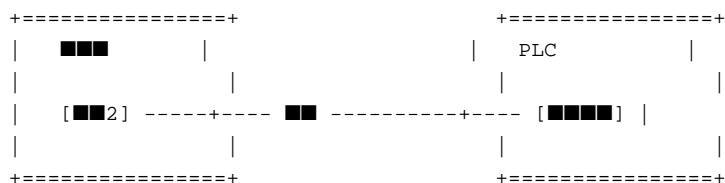


注意事项:

- 使用原装USB3.0线缆
- 线缆长度不超过3米
- 使用USB3.0扩展卡时确保供电充足

3.2 PLC连接

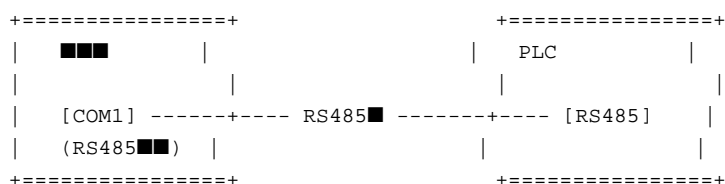
3.2.1 Modbus TCP连接



配置:

- PC IP: 192.168.0.100
- PLC IP: 192.168.0.1
- Port: 502 (Modbus TCP)

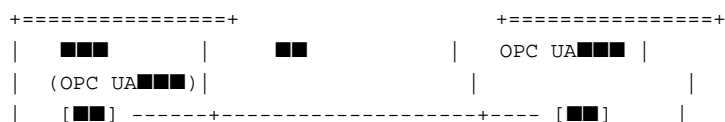
3.2.2 Modbus RTU连接



配置:

- Baud Rate: 9600/19200/38400/115200
- Data Bits: 8
- Stop Bits: 1
- Parity: None/Even/Odd

3.2.3 OPC UA连接



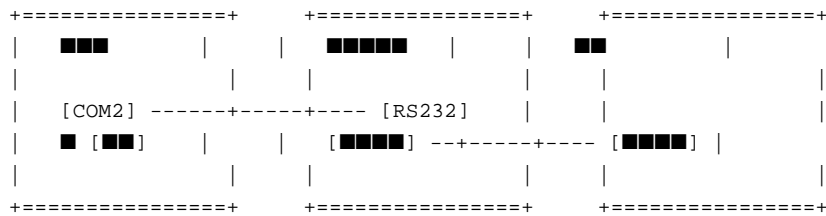
```

|                                     |
+=====+                             +=====+

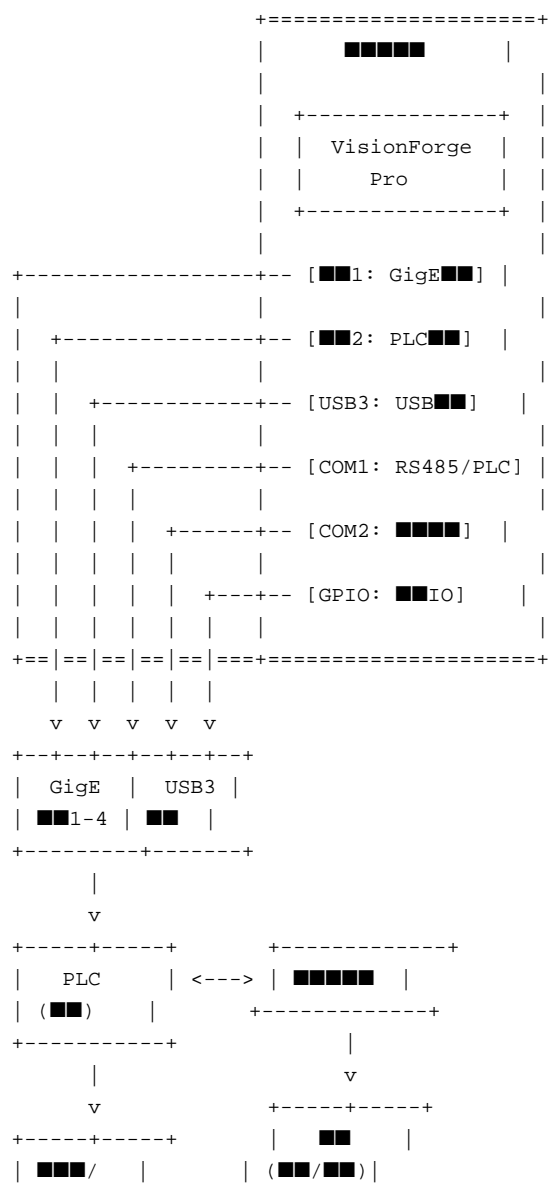
■■■URL: opc.tcp://192.168.1.100:4840

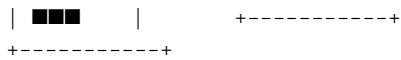
```

3.3 光源连接



3.4 系统接线总图





4. 软件安装与配置

4.1 安装前准备

系统检查清单:

- [] Windows 10/11 64位系统
- [] 至少16GB内存
- [] 500GB+ SSD硬盘
- [] 独立显卡 (推荐NVIDIA GTX 1060+)
- [] 千兆网卡
- [] USB3.0接口

4.2 安装步骤

步骤1: 安装运行时环境

1. **Visual C++ Redistributable 2022**
 - **链接**: https://aka.ms/vs/17/release/vc_redist.x64.exe
 - **安装**
2. **.NET Framework 4.8**
 - **链接**: <https://dotnet.microsoft.com/download/dotnet-framework/net48>
3. **GeForce Experience (NVIDIA)**
 - **安装** Game Ready **驱动**
 - **安装** CUDA 11.x+ **工具包**

步骤2: 安装相机SDK

海康威视MVS:

- 安装路径**: D:\MVS
1. **安装** MVS **SDK**
 2. **配置** 环境变量
 3. **验证** "Hikvision" **路径**
 4. **测试** **程序**

Basler Pylon:

```
■■■■: C:\Program Files\Basler\pylon 6
1. ■■■pylon Camera Software Suite
2. ■■■■■■■■
3. ■■■Developer■■■
4. ■■■■■■■■
```

步骤3: 安装VisionForge Pro

```
1. ■■■■■■■■■■
   ■■■: D:\VisionForge Pro

2. ■■■■■■■■
   > install.bat

3. ■■■■■■■■
   ■■■PATH:
   - D:\VisionForge Pro\bin
   - D:\VisionForge Pro\lib

4. ■■■■■■■■
   > VisionForge.exe --first-run
```

4.3 配置文件说明

主配置文件: config/VisionForge.ini

```
[General]
Language=zh_CN
Theme=dark
AutoSave=true
AutoSaveInterval=300

[Camera]
DefaultTimeout=3000
BufferCount=10
HeartbeatTimeout=5000

[PLC]
DefaultProtocol=ModbusTCP
ReconnectInterval=5000
MaxRetry=3

[Algorithm]
UseGPU=true
GPUDeviceIndex=0
ThreadCount=8

[Logging]
Level=INFO
MaxFileSize=10485760
MaxFileCount=10
LogPath=logs/
```

相机配置文件: config/cameras.json

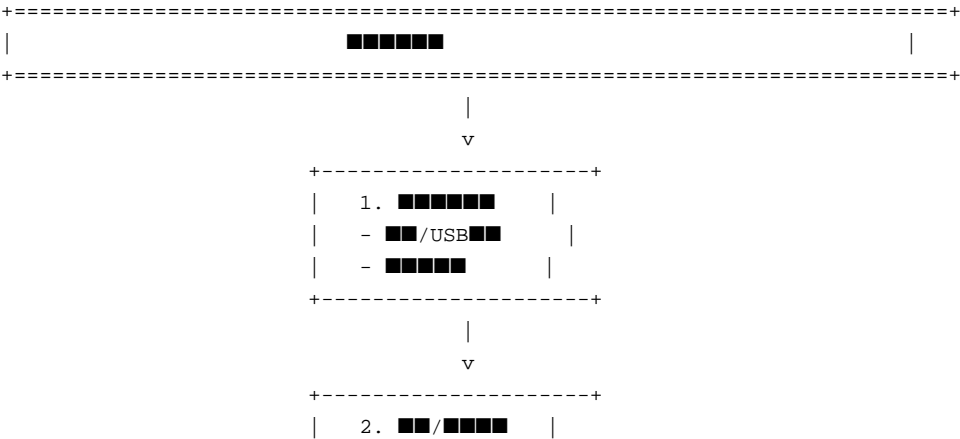

```
{
  "cameras": [
    {
      "id": "CAM_001",
      "name": "██████",
      "type": "GigE",
      "ip": "192.168.1.10",
      "serialNumber": "SN123456",
      "parameters": {
        "exposureTime": 5000,
        "gain": 1.0,
        "triggerMode": "Software"
      }
    }
  ]
}
```

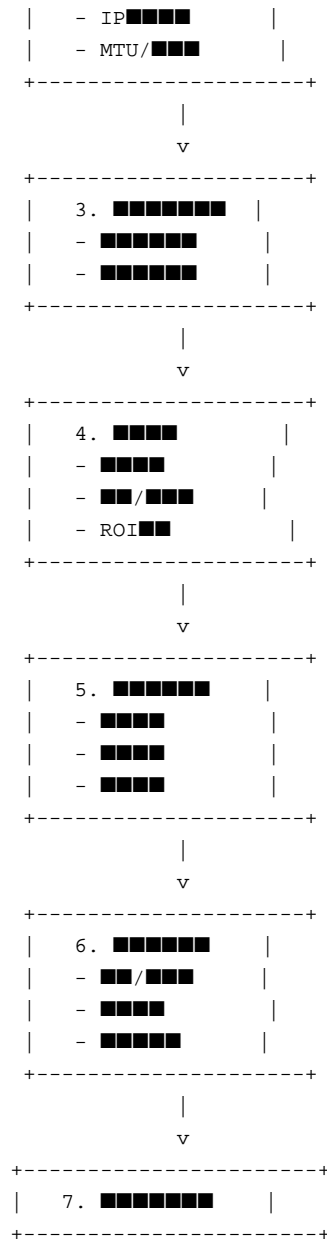
PLC配置文件: config/plc.json

```
{
  "connections": [
    {
      "name": "MainPLC",
      "protocol": "ModbusTCP",
      "ipAddress": "192.168.0.1",
      "port": 502,
      "slaveId": 1,
      "timeout": 3000
    }
  ]
}
```

5. 相机调试流程

5.1 相机调试流程图





5.2 GenTL通用相机配置

GenTL (GenICam Transport Layer) 是通用相机接口标准, VisionForge Pro完整支持GenTL 1.5规范。

5.2.1 GenTL Producer配置

系统环境变量:

GENICAM_GENTL64_PATH=C:\Program Files\Basler\pylon 6\Runtime\x64

支持的Producer:

- Basler Pylon GenTL Producer

- 海康威视 GenTL Producer
- Matrix Vision mvGenTL
- STEMMER IMAGING CVB GenTL

5.2.2 相机发现

```
// ██████████
1. █████GenTL Producer█ (.cti████)
2. █████GenTL█ (GCInitLib)
3. █████Transport Layer (TLOpen)
4. ██████████ (TLUpdateInterfaceList)
5. ██████████
6. ██████████ (DevGetInfo)
```

5.2.3 UI操作步骤

- 1. 打开相机配置对话框
 - 菜单: 设置 -> 相机配置
 - 快捷键: Ctrl+K
- 2. 扫描相机
 - 点击"扫描设备"按钮
 - 等待枚举完成 (约2-5秒)
- 3. 选择并连接相机
 - 从列表选择目标相机
 - 点击"连接"按钮
 - 检查连接状态指示灯
- 4. 配置相机参数

| □□ | □□□ | □□ |
|------|-------------------|--------|
| ████ | 1000-10000us | ██████ |
| ██ | 0-12dB | ██████ |
| ████ | Software/Hardware | ████ |
| ████ | Mono8/BayerRG8 | ██/██ |
| ROI | ██/██ | ██████ |

5.3 海康威视相机配置

5.3.1 MVS客户端验证

1. 打开海康MVS客户端
2. 确认相机可被发现
3. 测试图像采集
4. 记录相机序列号

5.3.2 VisionForge配置

1. ■■■■■■
CMake: -DUSE_HIKVISION_MVS=ON
2. ■■SDK■■
HIKVISION_MVS_ROOT=D:\MVS
3. ■UI■■■■■
- ■■■■: Hikvision
- ■■IP■■■■■

5.4 Basler相机配置

5.4.1 Pylon Viewer验证

1. 打开Basler pylon Viewer
2. 确认相机可被发现
3. 测试图像采集
4. 配置用户集 (User Set)

5.4.2 VisionForge配置

1. ■■Basler■■
CMake: -DUSE_BASLER_PYLON=ON
2. ■■SDK■■
PYLON_ROOT=C:\Program Files\Basler\pylon 6
3. ■UI■■■■■
- ■■■■: Basler
- ■■■■■■■■■■

5.5 相机参数调优指南

5.5.1 曝光时间设置

■■: ■■■■■■■■■■■■■■■■

- :
- 1. ■■■■■■
 - 2. ■■■■■■ (■■1000us)
 - 3. ■■■■■■■■■■■■
 - 4. ■■■■■■■■■■

- :
- ■■■■■: 2000-5000us
 - ■■■■: 500-2000us
 - ■■■■: 5000-20000us

5.5.2 增益设置

■■: ■■■■■■■■■■■■■■

- :
- ■■■■■■
 - ■■■■■0-6dB
 - ■■10dB■■■■■

5.5.3 触发模式配置

| ■ ■ | ■ ■ ■ ■ | ■ ■ ■ ■ |
|-------|---------|----------|
| ■■■ | ■■/■■■■ | ■■■■■■■■ |
| ■■■ | ■■■■■ | ■■■■■■■ |
| ■■■■■ | ■■■■■■ | ■■■■■■■ |

6. 通信协议配置

6.1 通信协议对比

| ■ ■ | ■ ■ ■ ■ | ■ ■ ■ ■ | ■ ■ ■ | ■ ■ ■ |
|------------|---------|---------|-------|-------|
| Modbus TCP | ■■■■■■■ | ■ | ■ | ■ |
| Modbus RTU | ■■■■■ | ■ | ■ | ■ |

| | | | | |
|------------|---------------|-----|-----|---|
| OPC UA | ■■■4.0/MES■■■ | ■ | ■ | ■ |
| EtherCAT | ■■■■■ | ■■■ | ■■■ | ■ |
| ■■■MC■■■ | ■■■PLC | ■ | ■ | ■ |
| ■■■PC-Link | ■■■PLC | ■ | ■ | ■ |

6.2 Modbus TCP配置

6.2.1 连接配置

- :
- ■■: Modbus TCP
 - IP■■: 192.168.0.1
 - ■■: 502
 - ■■: 1
 - ■■: 3000ms

6.2.2 寄存器映射

- Modbus■■■:
- 01: ■■■ (Coil)
 - 02: ■■■■■ (Discrete Input)
 - 03: ■■■■■■ (Holding Register)
 - 04: ■■■■■■ (Input Register)
 - 05: ■■■■■■
 - 06: ■■■■■■
 - 0F: ■■■■■■
 - 10: ■■■■■■

■■■■■■■:

| | | | |
|---------|-----------|-----------------|--|
| +-----+ | | | |
| ■■ | ■■ | ■■■■ | |
| +-----+ | | | |
| D0 | ■■■■OK/NG | BOOL (1=OK) | |
| D1 | X■■■■■ | INT16 (0.01mm) | |
| D2 | Y■■■■■ | INT16 (0.01mm) | |
| D3 | ■■■■ | INT16 (0.01deg) | |
| D10 | ■■■■ | BOOL | |
| D11 | ■■■■ | BOOL | |
| +-----+ | | | |

6.2.3 UI操作步骤

1. 打开PLC配置对话框 (菜单: 设置 -> PLC配置)
2. 点击"添加连接"
3. 选择协议: Modbus TCP
4. 填入IP地址和端口

5. 点击"测试连接"
6. 配置数据映射
7. 保存配置

6.3 Modbus RTU配置

6.3.1 串口参数

```
#####:
-   : COM1
-   : 9600 ( : 9600/19200/38400/115200)
-   : 8
-   : 1
-   : None ( Even/Odd)
-   : 1
```

6.3.2 接线说明

```
RS485 ( ) :
+-----+ +-----+
|   |   | PLC |
| RS485+ ---+-----+ A+ |
| RS485- ---+-----+ B- |
| GND -----+-----+ GND |
+-----+ +-----+
```

: 120Ω 100

6.4 OPC UA配置

6.4.1 连接配置

```
OPC UA :
- Endpoint URL: opc.tcp://192.168.1.100:4840
- : None / Basic256Sha256
- : None / Sign / SignAndEncrypt
- : Anonymous / Username
```

```
 :
- : 5000ms
- : 60000ms
- : 100ms
- : 500ms
```

6.4.2 节点浏览与订阅

```

■■ID■■:
- ■■■: ns=2;i=10001
- ■■■■: ns=2;s=DetectionResult

```

1. OPC UA




6.5 通信调试工具

6.5.1 内置PLC监控面板

■ ■ :
 — ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
 — ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
 — ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
 — ■ ■ ■ ■

■■■■: ■■ -> ■■ -> PLC■■■

6.5.2 外部调试工具

| Icon | Tool | Website |
|--|-------------|--|
|  | Modbus Poll | www.modbustools.com |
|  | UaExpert | www.unified-automation.com |
|  | Wireshark | www.wireshark.org |

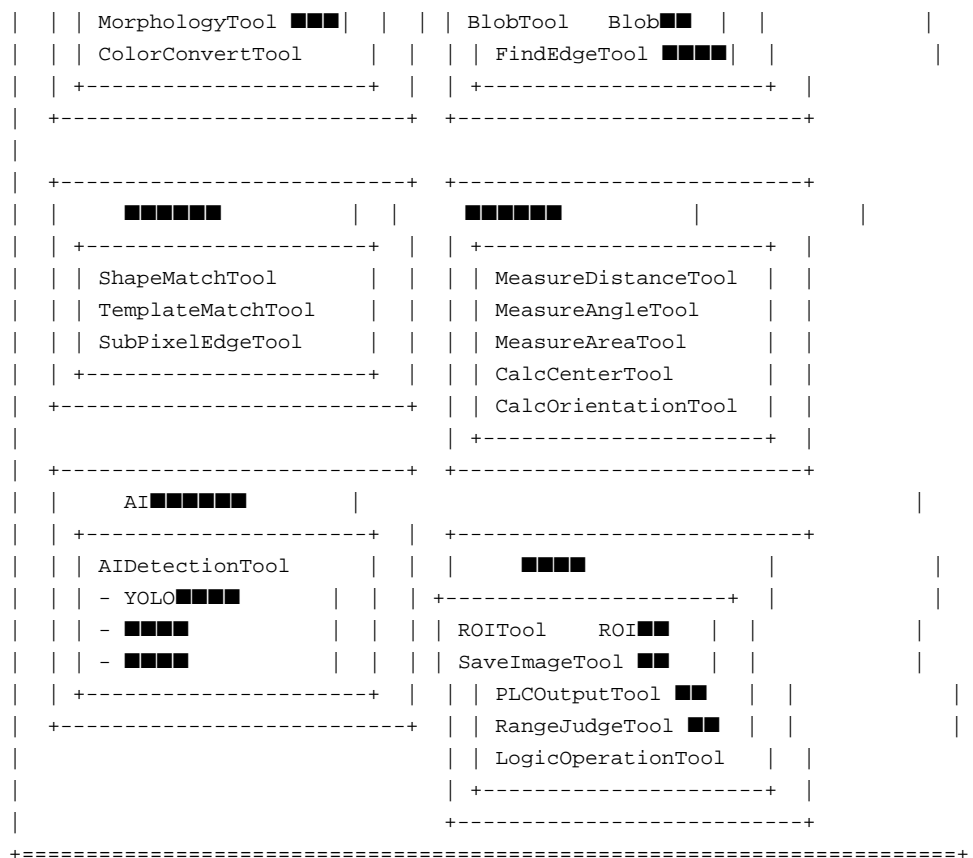
7. 算法工具链使用

7.1 算法工具分类

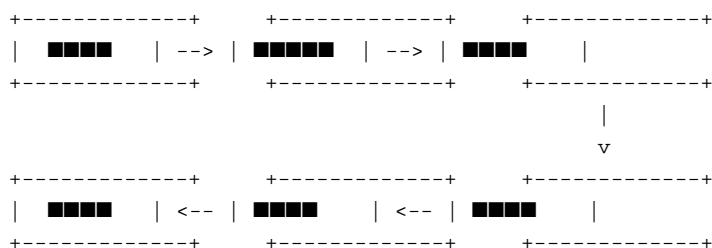
```

+-----+
|               ■■■■■■               |
+-----+
|
| +-----+ +-----+
| | ■■■■■■ | | ■■■■■■ |
| | +-----+ +-----+ |
| | GrayTool ■■■■ | | EdgeTool ■■■■ |
| | BlurTool ■■■■ | | CircleTool ■■■ |
| | ThresholdTool ■■■ | | LineTool ■■■■ |

```

7.2 工具链配置流程



7.3 常用工具配置

7.3.1 形状匹配工具 (ShapeMatchTool)

功能: 基于Halcon的高精度形状匹配

参数配置:

| ■■ | ■■■ | ■■ | ■■ |
|---------|-----|---------|-------|
| ■■■■■■■ | 0.7 | 0.0-1.0 | ■■■■■ |

| | | | |
|---------|---------------|-------------|------------|
| ■■■■■ | 1 | 1-100 | ■■■■■■■■■ |
| ■■■■■ | -22.5°~+22.5° | -180°~+180° | ■■■■■■■■■ |
| ■■■■■ | 0.9~1.1 | 0.5~2.0 | ■■■■■■■■■ |
| ■■■■■■■ | 30 | 1-255 | ■■■■■■■■■ |
| ■■■■ | 0.9 | 0.0-1.0 | ■■■■■vs■■■ |

使用步骤:

1. 创建模板
- 选择清晰的参考图像
 - 绘制ROI包围目标
 - 设置对比度和金字塔层数
 - 保存模板文件 (.shm)
2. 配置匹配参数
- 设置角度和缩放搜索范围
 - 调整最小匹配分数
 - 配置最大重叠度
3. 添加检验点 (可选)
- 在模板上定义检查点
 - 设置允许偏差范围

7.3.2 九点标定工具 (NinePointCalibTool)

功能: 像素坐标到物理坐标的转换标定

支持模式:

- 仿射变换 (Affine): 6参数, 适用于轻微透视
- 透视变换 (Homography): 8参数, 适用于透视场景

标定步骤:

1. 准备标定板
- 使用精确的圆点或十字标定板
 - 确保标定板与工件平面平行
2. 采集标定点

- 移动标定板到9个或更多位置
- 记录每个位置的图像坐标
- 输入对应的物理坐标

3. 执行标定计算

- 选择标定模式
- 点击"计算标定"
- 检查标定误差

4. 验证标定结果

- 使用验证点测试
- 误差应小于0.1mm

7.4 工具参数调优技巧

7.4.1 模板匹配调优

■■: ■■■■■■■■

■■■■:

1. ■■■■■■■■ (0.7 -> 0.5)
2. ■■■■■■■■
3. ■■■■■■■■
4. ■■■■■■■■
5. ■■■■■■■■

■■: ■■■■■■

■■■■:

1. ■■■■■■ (■■ROI)
2. ■■■■■■■■
3. ■■■■■■
4. ■■GPU■■
5. ■■■■■■■■

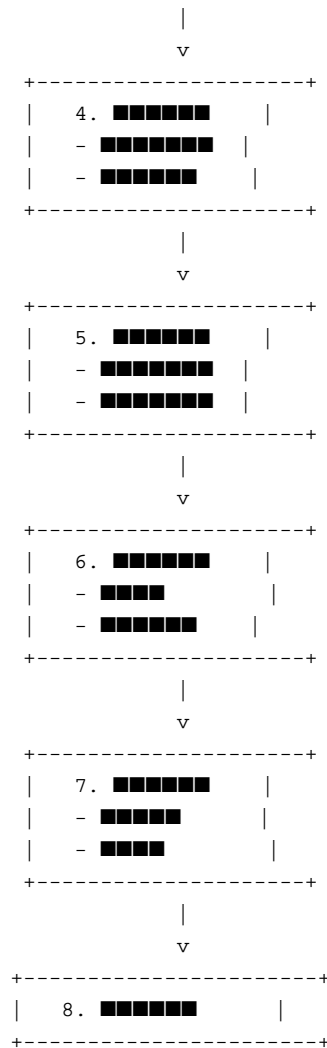
7.4.2 边缘检测调优

■■■■■■:

Canny■■■■:

- ■■■: 50-100 (■■■)
- ■■■: 100-200 (■■■)
- ■■■■■: 2:1 ■ 3:1

Sobel■■■■:



8.2.2 详细操作步骤

步骤1: 打开九点标定对话框

- 菜单: 工具 -> 标定 -> 九点标定
- 或在工具栏点击标定图标

步骤2: 配置标定参数

■■■■■:

- Affine (■■): ■■■■■■
- Homography (■■■): ■■■■■■

■■■■■:

- OpenCV: ■■■■■■
- Halcon: ■■■■ (■Halcon■■)

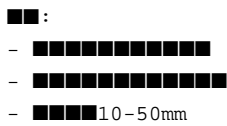
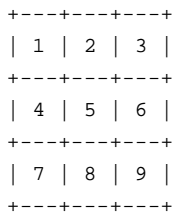
■■■■■: 9■ (■■) ■■■■

步骤3: 采集标定点

1. 移动运动平台到第一个位置

- 2. 记录平台坐标 (X1, Y1)
- 3. 采集图像
- 4. 在图像上点击特征点
- 5. 输入物理坐标
- 6. 重复上述步骤采集所有点

步骤4: 标定点分布建议



步骤5: 执行标定

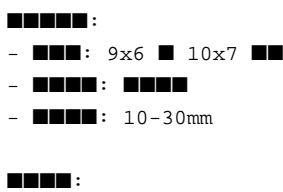
- 点击"计算标定"按钮
- 查看标定误差
- 如误差过大，检查数据并重新标定




步骤6: 验证标定

- 移动到标定点以外的位置
- 采集图像，检测特征点
- 比较转换坐标与实际坐标
- 误差应小于要求精度

8.3 相机内参标定

8.3.1 标定板要求



-  < 0.1mm
- 
- 

8.3.2 标定步骤

1. 采集标定图像

- 至少20张不同角度图像
- 标定板占画面30-80%
- 覆盖各种倾斜角度

2. 角点检测

- 自动检测棋盘格角点
- 确保所有角点被正确识别

3. 计算内参

- 相机矩阵 (焦距、主点)
- 畸变系数 (径向、切向)

4. 验证结果

- 重投影误差 < 0.5像素
- 视觉检查畸变校正效果

8.4 QR码自动标定

8.4.1 功能说明

QR码标定利用二维码的精确角点实现快速自动标定。

优势:

- 全自动角点检测
- 可解码获取物理尺寸信息
- 一次采集多个标定点

8.4.2 使用步骤

1. 准备标定板

- 打印多个QR码阵列

- 编码内容包含物理坐标
- 确保QR码清晰可读

2. 采集图像

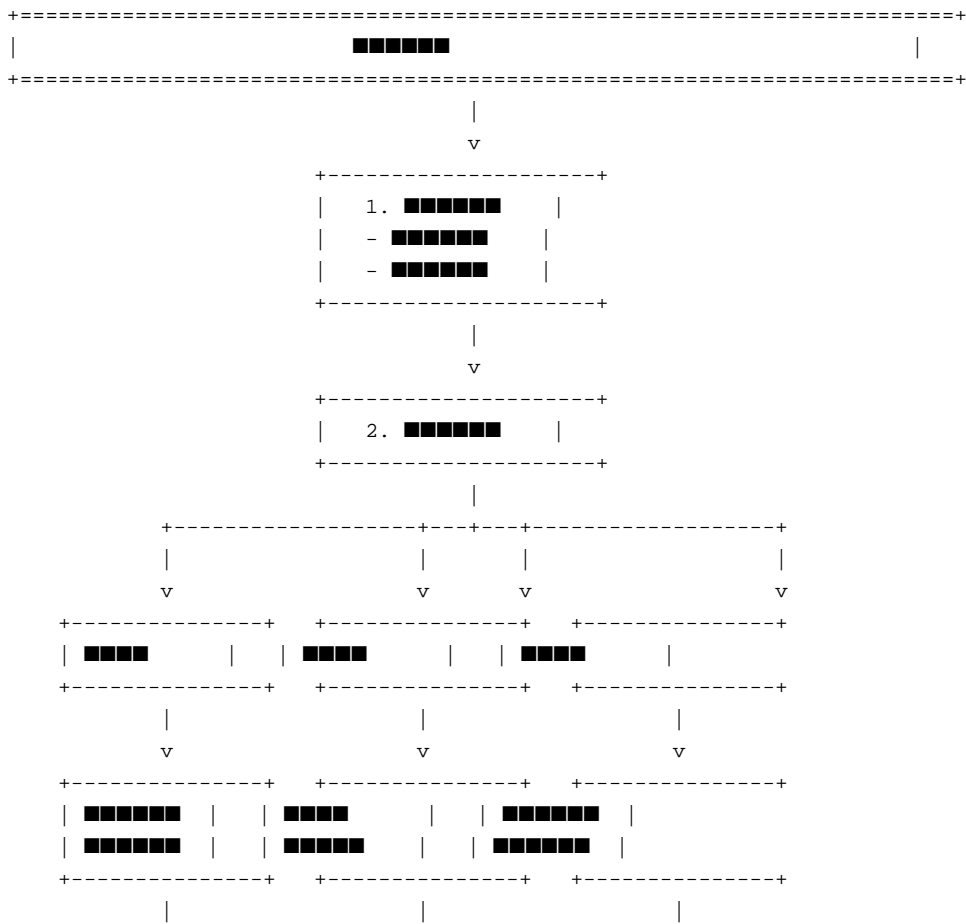
- 一次采集包含多个QR码的图像
- 确保所有码可识别

3. 自动标定

- 自动检测QR码位置和角点
- 解码获取物理坐标
- 计算标定参数

9. 故障排查指南

9.1 故障排查流程图



| | | |
|---------|---------------|--------------|
| ■■■■■ | ■■■■■■■ | ■■■■■■■ |
| ■■■■■■■ | ■■■■■■■ | ■■MTU■■■■■■■ |
| ■■■■■ | ■■■■■■■/■■■■■ | ■■■■■ |
| ■■■■■ | ■■■■■■■ | ■■■■■■■■■■ |
| ■■■■■ | ■■■/■■■■■ | ■■■■■ |

9.2.3 帧率低

- :
- 1. ■■■■■■ (■■■ \approx 1/■■■■■)
 - 2. ■■■■■■■■■■
 - 3. ■■ROI■■■
 - 4. ■■CPU/GPU■■■
 - 5. ■■■■■■■■■■

9.3 通信故障排查

9.3.1 Modbus通信失败

检查步骤:

- 1. ■■■■■■
 - [] ■■/■■■■■■■■■
 - [] PLC■■■■■
 - [] ■■■■■■ (RTU)
- 2. ■■■■■■ (TCP)
 - [] ping PLC IP■■■
 - [] ■■■■■502■■■■■
 - [] ■■■■■■
- 3. ■■■■■■
 - [] ■■■■■■
 - [] ■■■■■■■■
 - [] ■■■■■■
- 4. ■■Modbus■■■■■■■

9.3.2 OPC UA连接失败

检查步骤:

- 1. ■■■■■■
 - [] ping■■■■IP
 - [] ■■■■■■ (■■■4840)
- 2. ■■■■■■

```
[ ] ████████  
[ ] █████  
[ ] ████████
```

3. ███UaExpert████

9.4 算法故障排查

9.4.1 模板匹配失败

排查清单:

1. ████
[] ██████████
[] ████████
[] ██████████
2. ████
[] ██████████
[] ███/██████████
[] ██████████
3. ████
[] ████████
[] ██████████
[] ████████
4. ████
[] ██████████████
[] ████████
[] ██████████

9.4.2 标定精度不足

改进措施:

1. ████████ (9█ -> 16████)
2. ██████████████
3. ██████████
4. ██████████████
5. ████████
6. ██████

9.5 日志分析

9.5.1 日志位置

```
████: [████]/logs/  
████: VisionForge_YYYYMMDD.log
```

```
#####:
- DEBUG: #####
- INFO: #####
- WARNING: #####
- ERROR: #####
- CRITICAL: #####
```

9.5.2 常见错误日志解读

```
[ERROR] #####
##: #####
##: #####

[ERROR] Modbus#####: ##
##: PLC#####
##: ##PLC#####

[ERROR] #####
##: #####
##: #####

[WARNING] GPU#####
##: CUDA#####
##: #####CUDA##
```

10. 常见问题与解决方案

10.1 安装类问题

Q1: 软件启动时提示缺少DLL

症状: 提示"找不到xxx.dll"

解决方案:

1. 安装Visual C++ Redistributable 2022
2. 检查Qt运行时DLL是否在PATH中
3. 使用Dependency Walker检查依赖

Q2: 提示Qt版本不兼容

症状: 提示Qt版本错误

解决方案:

1. 确认安装Qt 6.9.3
2. 检查PATH中Qt路径正确
3. 重新编译程序

10.2 相机类问题

Q3: GigE相机发现但无法采集图像

症状: 相机列表可见, 但采集超时

解决方案:

1. 设置网卡MTU为9000
2. 增大接收缓冲区
3. 关闭节能模式
4. 检查IP地址设置

Q4: USB3相机时断时续

症状: 相机频繁断开重连

解决方案:

1. 使用原装USB3线缆
2. 直连主板USB口, 不用集线器
3. 检查USB控制器驱动
4. 禁用USB节能

10.3 通信类问题

Q5: Modbus通信延迟高

症状: 读写响应慢

解决方案:

1. 减少单次读取数量
2. 使用批量读写
3. 检查网络拥塞

4. 调整PLC扫描周期

Q6: OPC UA频繁断开

症状: 连接不稳定

解决方案:

1. 增加会话超时时间
2. 启用自动重连
3. 检查网络稳定性
4. 调整发布间隔

10.4 算法类问题

Q7: 形状匹配速度慢

症状: 匹配时间超过100ms

解决方案:

1. 减小搜索角度范围
2. 使用更大的角度步进
3. 减小搜索区域ROI
4. 启用GPU加速
5. 降低图像分辨率

Q8: 标定后坐标偏差大

症状: 转换坐标误差超过1mm

解决方案:

1. 增加标定点数量
2. 检查图像坐标点击精度
3. 验证物理坐标测量精度
4. 使用更高精度的标定模式
5. 检查相机是否移动

10.5 性能类问题

Q9: 内存持续增长

症状: 长时间运行内存占用越来越高

解决方案:

- 1. 检查图像缓存设置
- 2. 减少历史记录保留数量
- 3. 定期重启程序
- 4. 检查是否有内存泄漏

Q10: CPU占用过高

症状: CPU持续100%

解决方案:

- 1. 减少并行处理线程数
- 2. 降低处理帧率
- 3. 优化算法参数
- 4. 启用GPU加速分担负载

附录

A. 快捷键列表

| ■ ■ ■ | ■ ■ |
|--------|---------|
| Ctrl+N | ■ ■ ■ ■ |
| Ctrl+O | ■ ■ ■ ■ |
| Ctrl+S | ■ ■ ■ ■ |
| Ctrl+K | ■ ■ ■ ■ |
| Ctrl+P | PLC ■ ■ |
| F5 | ■ ■ ■ ■ |

| | |
|--------|-------|
| F6 | ■■■■■ |
| F7 | ■■■■■ |
| Ctrl+Z | ■■■ |
| Ctrl+Y | ■■■ |
| Ctrl++ | ■■■■■ |
| Ctrl+- | ■■■■■ |
| Ctrl+0 | ■■■■■ |

B. 错误代码表

| ■■■ | ■■ | ■■■■ |
|-------|-----------|--------------|
| E1001 | ■■■■■■■ | ■■■■■/USB■■■ |
| E1002 | ■■■■■■■ | ■■■■■■■ |
| E1003 | ■■■■■■■■■ | ■■■■■■■■■ |
| E2001 | PLC■■■■■ | ■■■■■/■■■■■ |
| E2002 | ■■■■■■■■■ | ■■■■■■■ |
| E2003 | ■■■■■■■■■ | ■■■■■■■ |
| E3001 | ■■■■■■■ | ■■■■■■■ |
| E3002 | ■■■■■ | ■■■■■■■ |
| E3003 | ■■■■■■■ | ■■■■■ |

C. 技术支持联系方式

| ■■ | ■■■■ |
|-------|------------------------------|
| ■■■■■ | 400-xxx-xxxx |
| ■■■■■ | support@visionforge.com |
| ■■■■■ | https://docs.visionforge.com |
| ■■■■■ | ■■■■■■■ |

D. 版本历史

| ■■ | ■■ | ■■■■ |
|-------|---------|-------|
| 1.0.0 | 2025-10 | ■■■■■ |

| | | |
|-------|---------|----------------------|
| 1.1.0 | 2025-11 | ■■AI■■■■■ |
| 1.2.0 | 2025-12 | GenTL■■■■■■OPC UA■■■ |

文档结束

本文档最后更新: 2025年12月22日

VisionForge Pro 版本: 1.2.0