

TwinCAT Vision 机器视觉技术入门

Automation 产品经理 梁霄

● 硬件要求：

PL50 级别及以上，Win7/10 64 位操作系统，4G 以上内存

● 软件要求：

TwinCAT 3.1.4024.7+ TF7xxx-TC3-Vision.exe 4.0.1.3

XAE 开发环境：TC3 FULL+ TF7000 FULL+.NET 4.6

XAR 运行内核：TC3 XAR+ TC3 Vision Service XAR

网卡需求：

- ◆ Intel 1G 网卡 (需求同 EtherCAT 网卡，不可以使用 REALTEK 网卡)
- ◆ 实时以太网驱动 (Realtime Capable)
- ◆ 千兆网线

● 相机调试相关：

相机占用带宽计算工具：

<https://www.vision-doctor.com/en/interface-calculations/data-rate-area-scan-camera.html>

相机触发方式：

- ◆ Free Run ：根据相机自身最大帧率进行连续拍摄
- ◆ Software 软件单次触发：基于 PLC 软件信号进行软触发 (受 PLC 周期影响)
- ◆ Line 0 硬件单次触发：通过外部信号 (传感器等) 进行硬件触发 (不受 PLC 周期影响)

曝光时间 (成像时间)：

曝光时间越长，成像越亮，允许触发间隔越长

图像校准：

棋格、点状标定板 (TF7300)，适用于高精度测量应用

彩色相机颜色校准：

白平衡

● 光源触发模块：

慢速触发：EL2008 DC24 0.5A / EL2024 DC24 2A

快速触发：EL2252/2262...等 XFC 模块

LED 调光：EL2595

专业 LED 光源触发：EL2596

● TwinCAT Vision 入门基础操作视频：

通过视频介绍 TwinCAT Vision 的入门基础操作步骤，用户可以跟着操作视频掌握 TwinCAT

Vision 的入门操作

<https://tr.beckhoff.com.cn/course/view.php?id=167#section-3>

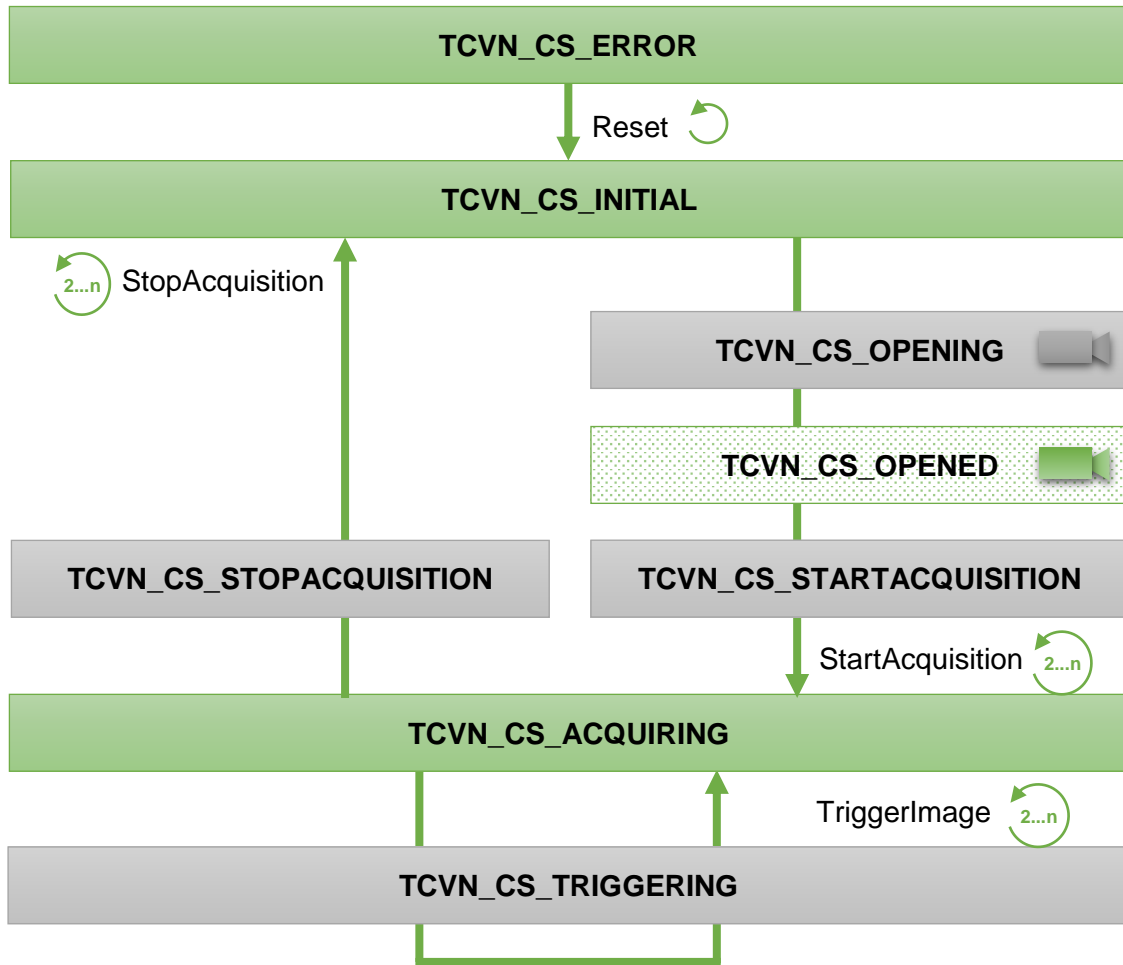
更多 TwinCAT Vision 咨询敬请关注 BECKHOFF 官网：

<http://www.beckhoff.com.cn/cn/highlights/twincat-vision/default.htm>

更多 TwinCAT Vision 技术资料敬请留意倍福虚拟学院：

<https://tr.beckhoff.com.cn/course/view.php?id=167>

● TwinCAT Vision 状态机 :



● TwinCAT Vision 状态机切换基础程序：

变量声明：

PROGRAM MAIN

VAR

```
    hr                : HRESULT;           // 函数返回值
    fbCamera          : FB_VN_SimpleCameraControl; // 视觉功能块
    eState            : ETcVnCameraState;    // TcVision 状态机

    ipImageIn        : ITcVnImage;         // 输入图像
    ipImageInDisp    : ITcVnDisplayableImage; // 输入图像显示窗口
```

END_VAR

基础代码：

```
eState := fbCamera.GetState();           // 获取当前 TcVision 状态机
CASE eState OF
TCVN_CS_INITIAL,TCVN_CS_OPENING,TCVN_CS_OPENED,TCVN_CS_STARTACQUISITION:
    hr := fbCamera.StartAcquisition();    // 切换 TcVision 状态至工作模式
TCVN_CS_ACQUIRING:
    hr := fbCamera.GetCurrentImage(ipImageIn); // 获取当前图片
    IF SUCCEEDED(hr) AND ipImageIn <> 0 THEN // 判断是否正确获取图片
        hr := F_VN_xxx                      // 视觉代码部分
        .....
    END_IF
TCVN_CS_ERROR:
    hr := fbCamera.Reset();               // TcVision 报错复位
END_CASE
```

● TwinCAT Vision 基础应用流程图：



● TwinCAT Vision 视觉算法应用：

定位：

一、 定位标准图形的 XYR：

应用场景：机器人抓取，规则/不规则形状物体定位

1. F_VN_FindContours 二值化图片中查找轮廓（外轮廓或者全部轮廓）
2. 剔除干扰轮廓常用方法步骤：
 - 1) 获取容器轮廓数量：F_VN_GetNumberOfElements
 - 2) FOR 循环提取容器内单个轮廓：F_VN_GetAt_ITcVnContainer
 - 3) 面积过滤：F_VN_ContourArea 面积计算
 - 4) 轮廓匹配过滤（TF7200）：F_VN_MatchContours 查找特定形状
 -
3. F_VN_ContourCenterOfMass 轮廓中心
4. F_VN_EnclosingRectangle 最小外接矩形 得到旋转角度（水平 X 轴的夹角）

二、 通过模板图片匹配定位（TF7200）

应用场景：包装商标查找及定位，复杂 Mark 点定位

1. 模板图片制作 FB_VN_WriteImage
2. 模板图片加载 FB_VN_ReadImage
3. 设置 ROI 检测区域
4. F_VN_MatchTemplate 模板图片匹配，给出最高相似度的位置坐标，并通过 0~1 的数值表示其相似度

三、 通过边缘来定位 (TF7300)

应用场景：通过小区域进行大物体的整体定位

F_VN_LocateEdge 边缘定位+F_VN_FitLine 拟合直线

通过 F_VN_FitLine 给出的直线方程可以计算出直线夹角，两直线平行度/交点，点到线的垂直距离等

圆，类圆和圆弧相关检测：

应用场景：针脚、焊点、纸杯、刀盘等定位和检测

F_VN_EnclosingCircle 最小外接圆，去除圆缺损对于定位的误差

F_VN_LocateCircularArc 通过圆弧定位到圆起始角度，终止角度 (TF7300)

F_VN_ContourCircularity 圆度检测

瑕疵/划痕/杂质/缺陷检测：

应用场景：表面划痕污点，瓶内杂质，密度均匀度检测

1. F_VN_FindContours 查找瑕疵
2. F_VN_ContourArea 瑕疵面积
3. F_VN_GetNumberOfElements 计算瑕疵个数

芯片管脚、元件 Pin 脚检测：

应用场景：判断管脚是否缺失，数量是否正确，管脚是否对齐，是否平行

F_VN_GetNumberOfElements 判断多少个引脚

F_VN_FitLine 拟合直线，通过直线方程判断相关参数

测量：

应用场景：测量长宽，角度，面积，半径等

F_VN_MeasureAngleBetweenEdges 直接获取夹角 (TF7300)

F_VN_LocateEdge+F_VN_FitLine 计算得出夹角 (TF7300)

F_VN_ContourArea 测量面积

F_VN_ContourCircularity 测量圆度

F_VN_EnclosingCircle 测量半径

如对于精度较高，考虑使用 TF7300 标定板功能进行数值标定及光学校准

判断复杂图片/商标/特征有无：

F_VN_MatchTemplate 模板匹配 (TF7200)

可预先登记多张模板图片，在一张图片内进行多模板图片的匹配和查找

判断物体形状是否符合要求：

应用场景：检测物体与参考形状差别 (TF7200)

1. 参考轮廓制作 FB_VN_WriteContainer
2. 参考轮廓加载 FB_VN_ReadContainer
3. F_VN_MatchContours 参考轮廓匹配，返回 0~1 的不相似度

轮廓匹配的结果不受物体面积大小变化，角度旋转影响

读码 (TF7250)：

条形码 : F_VN_ReadBarcode

DM 二维码 : F_VN_ReadDataMatrixCode

QR 二维码 : F_VN_ReadQRCode

可通过腐蚀膨胀，锐化等预处理，提高检出率

可通过 ROI 范围设定，提高读取速度

辅助功能：

一、 WatchDog 看门狗功能：避免程序执行时间过长，影响后续代码执行

1. 手动勾选 TASK 中的 “Watchdog stack” 选项
2. `hrWD := F_VN_StartRelWatchdog(tStop, S_OK)` 限定该函数最大执行时间

视觉代码 `hr := F_VN_XXX`

`hrWD := F_VN_StopWatchdog(hrWD, tRest => tRest)`

如在设定时间 `tStop` 内执行完成，`tRest` 返回剩余时间，通过 `tStop-tRest` 可计算出单个函数的执行时间；

如在设定时间 `tStop` 内没有执行完成，即超时，则 `tRest` 返回负值

二、 读写相机参数：

`FB_VN_ReadRegister_XXX`

应用场景：读取相机序列号、硬件温度等

`FB_VN_WriteRegister_XXX`

应用场景：根据外部光照情况，修改相机曝光时间

部分相机参数（如曝光时间、AOI 相机拍摄区域等）可以实时动态修改，，

部分相机参数(如触发方式,相机色彩制式等)需要先切换相机到 TCVN_CS_INITIAL 模式,
待相机参数修改完成后,再切到 TCVN_CS_ACQUIRING 模式才生效