

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2016.04.014

# 基于 LabVIEW 的 Tripod 机器人视觉处理和定位研究

邹 杨, 石红瑞

(东华大学 信息科学与技术学院, 上海 201620)

**摘要:** 针对传统的物流分拣过程效率低、成本高的现状, 以及利用机器视觉进行分拣快速、可靠的优点, 对机器视觉、图像处理和 Tripod 机器人进行了研究, 基于 LabVIEW, 设计了 Tripod 机器人视觉系统, 将分拣过程简化为对几何体的识别和抓放过程。利用边缘提取、滤波去噪、圆心检测等算法, 采用 LabVIEW 视觉模块及其库函数, 进行了图像的预处理、特征提取以及中心点定位。研究表明, 基于 LabVIEW 的 Tripod 机器人系统能够准确识别平台几何体的颜色和形状, 可较为精确地定位几何体中心, 满足后续控制的要求。

**关键词:** Tripod 机器人; 机器视觉; 图像处理; LabVIEW

**中图分类号:** TH39; TP242

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-4551(2016)04-0448-05

## Tripod robot's visual processing and location based on LabVIEW

ZOU Yang, SHI Hong-rui

(College of Information Science & Technology, Donghua University, Shanghai 201620, China)

**Abstract:** Aiming at the low efficiency and high cost of the traditional sorting process, machine vision had reliable advantages and could expedite the sorting process, study on the machine vision and image processing were carried out on a Tripod robot. A proposed method was introduced to design the visual system of Tripod robot based on LabVIEW, which simplified the sorting process as identifying, picking, and placing the geometric object. The image processing, feature extraction and locating the center by applying the algorithms of edge extraction, filtering, and center detection were conducted. The results indicate that Tripod robot system based on LabVIEW can identify the color and shape of the geometric object accurately, locate the center point and satisfy the requirements of the follow-up control.

**Key words:** Tripod robot; machine vision; image processing; LabVIEW

## 0 引 言

近年来,随着图像处理、模式识别、智能控制技术的发展 and 日趋成熟,智能机器人的发展和应用取得了长足的进步,引起了众多专家学者的广泛关注,同时机器视觉的研究也已经从实验室走向实际应用,从简单的二值图像处理发展到高分辨率多灰度的图像处理;从一般的二维信息处理发展到三维视觉处理,相应的算法的研究也取得了较大的进展,广泛地应用于视觉检测和自动化装配等领域中。

目前越来越多的场合用到机器人的操作,特别是一些繁重、重复性强或是危险环境执行的工作。为了提高机器人的适应和学习能力,机器人必须要能从复杂环境中自主获取信息,而要具备这种能力就必须依靠各类传感器,如触觉传感器、距离传感器、视觉传感器等,其中最重要的莫过于视觉传感器,就像人的眼睛一样,人类所获取的外部信息 80%<sup>[1]</sup> 以上都是通过眼睛获得的,这充分说明了视觉的重要性。研究人员发现具有视觉系统的机器人相比传统的物流分拣过程能节省大量劳动力、节约大量时间,降低劳动成本,提高

工作效率,减少安全事故。

机器视觉不仅可以提高生产线的自动化程度,还可用于大批量工业生产过程中。为满足 Tripod 机器人实时、在线、精确抓取要求,本研究对采集的图像利用边缘提取、滤波去噪以及圆心检测等算法,采用基于 LabVIEW2014 和视觉模块 (VDM<sup>[2]</sup>) 进行图像的预处理和特征提取以及中心点定位操作,以达到良好的效果。类似的图像开发软件中,Matlab 具有强大的矩阵解析功能,数据库丰富,但也存在循环处理能力和图形界面显示等方面的不足,C 语言处理速度快,可移植性好,但程序编写耗费时间<sup>[3]</sup>,考虑到 LabVIEW 进行图形处理结构简单、功能强、精度高、开发快等特点,应用 IMAQ Vision 图像处理开发包和 NI Vision Assistant,极大地缩短了开发周期<sup>[4]</sup>。

本研究针对机器视觉、图像处理和 Tripod 机器人进行研究。

## 1 系统总体设计

### 1.1 Tripod 机器人系统的硬件组成及工作原理

该 Tripod 机器人的机械和运动控制部分均由贝加莱公司 (B&R) 提供,机器人通过贝加莱设备进行驱动,包括三轴机械臂、ACOPOS 伺服电机、减速器、X20 系列控制器与开关电源、PLC 等装置,此外相机是机器视觉系统必不可少的组成部件,主要分 CCD 和 CMOS 两种,前者制作工艺相对复杂,成本较高,成像品质好;后者对色彩还原能力较弱,通透性一般,但电力消耗少,成本低,考虑到成像品质,此处选用 CCD 相机,安装在平台顶部,进行图像拍摄和采集,相机成像容易受到环境和亮度影响,为了得到相对清晰的图像,也考虑到图像亮度问题所带来的处理上的不便,本研究在平台旁放置灯光进行照明,减少光线太暗对图像效果的影响。

Tripod 机器人系统的大部分工作在于前期图像特征的识别,精确的位置特征才能达到稳定的控制效果。基于图像的视觉机器人系统框图如图 1<sup>[5]</sup> 所示。

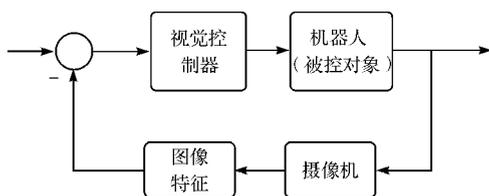


图1 基于图像的视觉机器人系统框图

系统主要由摄像机采集图像、图像处理软件进行处理后提取出位置特征信息,与期望特征进行比较后作用于视觉控制器,从而控制机器人运动。

Tripod 机器人平台模型如图 2 所示。

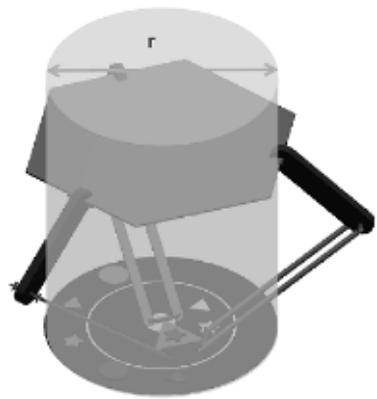


图2 Tripod 机器人平台

图像上部分为三轴机械臂,底部为操作平台,由内、外环圆盘和 9 个几何体组成。

### 1.2 软件介绍

LabVIEW 是美国国家仪器 (NI) 公司研制的一种通用程序开发系统,使用 LabVIEW 分为前面板和程序框图两个部分,前面板用于输入输出显示,程序框图完成相应程序连接,有效简化了程序开发,增加了程序的直观性,极大地缩短了开发周期。LabVIEW 视觉开发模块包括 IMAQ Vision 和 NI Vision Assistant, IMAQ Vision 是 LabVIEW 的视觉开发工具包,它含有 300 多种机器视觉和科学图像处理的函数库<sup>[6]</sup>,结合 LabVIEW 良好的软硬件集成性能和图像语言的高效性,能够实现各领域基于视觉的相关应用;NI Vision Assistant 是一个交互式的开发环境,无需复杂的编程,即能建立视觉应用系统的模型。该系统采用基于该平台上的 NI Vision Assistant 和 IMAQ Vision 协同工作而实现特定功能,包含图像处理和特征识别全过程。由于经费和硬件的限制,没有使用专业的图像采集卡采集图像,而是利用软件编程实现了相应的采集功能,用到了基于 Python 语言的 SimpleCV 编程工具,Python 语法简单,可读性强,编程实现点击左键控制相机拍摄图片并保存到相应位置,供 NI Vision Assistant 调用。

## 2 图像处理及分析

大多数情况下,由于实验系统和拍摄装置的限制,所获取的图像大都含有很多的噪声和畸变,在未经预处理的情况下不能直接用于视觉系统中,因此对图像进行预处理是必要的,通过图像的预处理,可以过滤掉一些噪音和使图像劣化的因素,同时增强目标物体的信息,使得图像更加容易处理和分析,更加有利于目标物体特征的提取。对于图像处理和特征提取的大致流

程分为感知、预处理、分割、识别和解释五大部分,感知即获取图像;预处理即对采集图像进行增强、平滑、去噪等凸显有用信息;分割即去除不必要的图像信息;识别即对所需图像特征进行提取;解释即把提取的图像

特征转化为特定的形式。本研究中采用的 NI 公司的 LabVIEW 软件结合视觉助手能够很好地实现对图像的处理和特征提取。图像边缘提取和增强效果如图 3 所示。

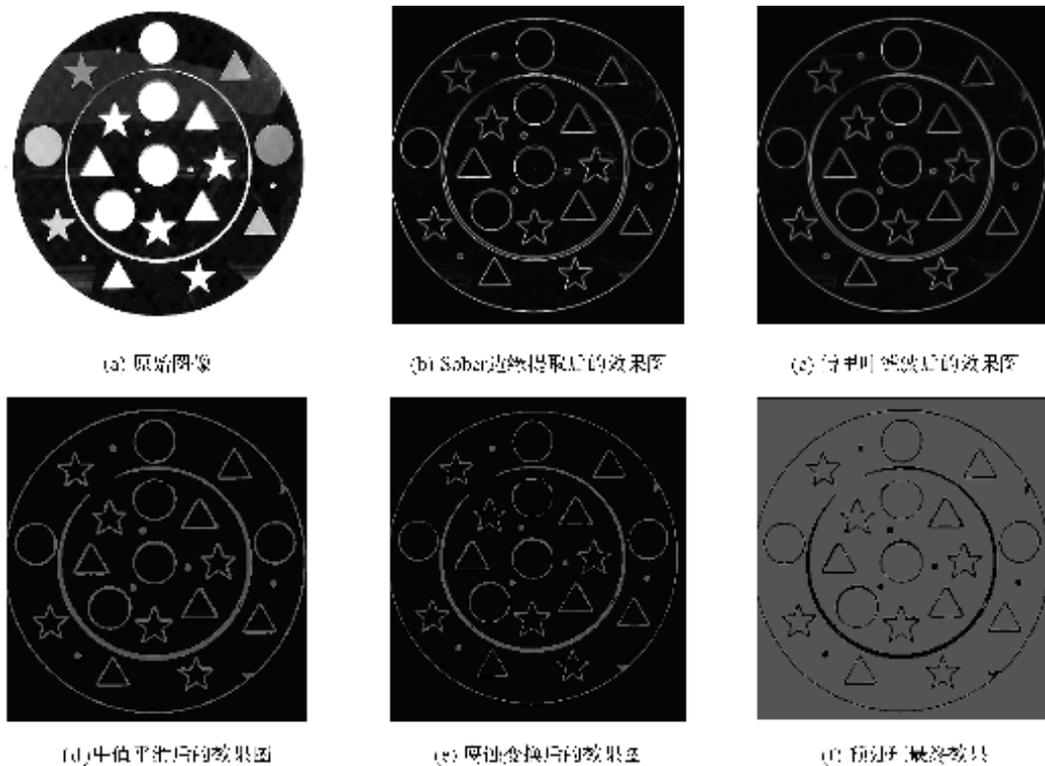


图 3 图像边缘提取和增强效果

### 2.1 边缘提取

图像的边缘特征是一幅图像最基本的特征,边缘提取即提取目标图像的边缘轮廓,用于特征的检测和分析<sup>[7]</sup>。常用的边缘检测算子有 Canny、Laplacian 和 Sober 算子等,本研究采用的是 Sober 算子进行边缘检测,该算子包含横向和纵向两组  $3 \times 3$  的矩阵,将之与图像作平面卷积,即可分别得出横向及纵向的亮度差分近似值,由于对像素位置的影响做了加权,该算子可以有效降低边缘模糊程度,适合于对灰度渐变和噪声较多的图像进行处理,对噪声具有一定的平滑作用,且受噪声影响较小,尽管如此,还需要利用 FFT Filters (傅里叶滤波器)来消除噪声,利用 FFT 得到信号频谱,根据需去掉不需要的频谱部分来达到滤波的效果,以获得更加平滑、尖锐的边缘轮廓。

### 2.2 图像增强

图像的二值化是图像处理的必要环节,二值化图像可以增加图像的对比度,增强图像效果,加快识别效率,而二值化的关键在于阈值的求取,合适的阈值对图像的处理至关重要,阈值获取主要有全局阈值和自适

应阈值<sup>[8]</sup>两种方法,全局阈值是将整幅图像只使用一个阈值  $T$  做图像的分割,这种方法适应于背景和前景区分明显的简单图像;自适应阈值在于可将图像中不同特征区域采用不同的阈值来进行分割,适用于复杂物体和背景对比度不统一的图像,本研究中阈值的获取采用自适应度量方法,同时为了得到更加平滑,清晰的图像,还需对图像进行平滑处理,进一步消除噪声对图片质量的影响,选用中值滤波进行处理,中值滤波是通过将某一像素点领域的灰度值非线性取平均来代替该像素点的灰度值,可以在一定程度上克服线性滤波带来的图像的模糊。由于二值化图像中每个粒子或区域在单个基础形态学上都有影响,为了便于后续定量分析,需要进行如扩张、填充、缩小目标、关闭粒子、平滑边界等工作,这里选用腐蚀目标 (Erode objects) 的方法,最后对二值化图像进行反转,使背景像素为粒子,粒子为背景像素完成图像预处理。

## 3 特征提取及定位结果与分析

机械臂的运动控制需要接收几何体位置信息,因此在完成图像预处理之后需要对平台上几何体特征进

行识别和解释,平台上有三角形、五角形、圆形 3 种不同的形状以及黄、橙、蓝 3 种不同的颜色,颜色识别利用颜色的像素值 RGB 分量进行匹配,RGB 三分量值构成三维数组,橙色 R 分量值较高,蓝色 B 分量值较高,黄色 R 和 G 分量值较高,分别对黄、橙、蓝 3 种颜色进行采样分析,便可实现几何体颜色的划分。

以识别黄色为例,如图 4 所示,首先笔者创建一个黄色的采样模板,分析该颜色的 RGB 分量,设置敏感度等,用作模板进行匹配<sup>[9]</sup>,设置最小匹配分数为 800 分,当低于 800 时匹配失败,显示 Fail,反之显示 Pass。

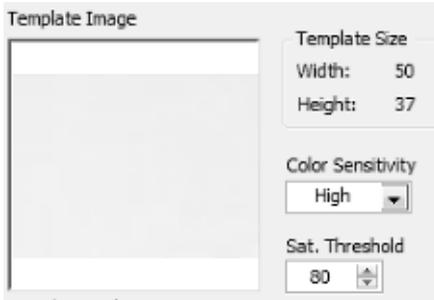


图 4 黄色模板

三角形、五角形的识别采用 Shape Matching 函数进行匹配,原理均是采样训练模板进行识别。以三角形识别为例,笔者首先在图片中选取并创建一个如图 5 所示的三角形模板,确保选取的模板边缘轮廓清晰。

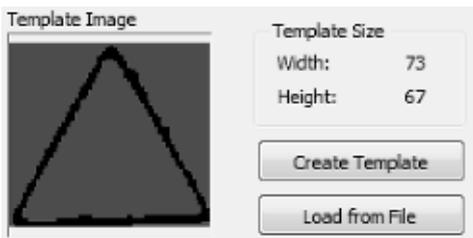


图 5 三角形模板

设定最小匹配分数为 900,识别分数大于 900 的三角形都会被标记并且记录中心点像素坐标信息,三角形和五角形的识别如图 6 所示(黄色正方形标示了对应几何体形状,并记录了对应的编号和坐标)。

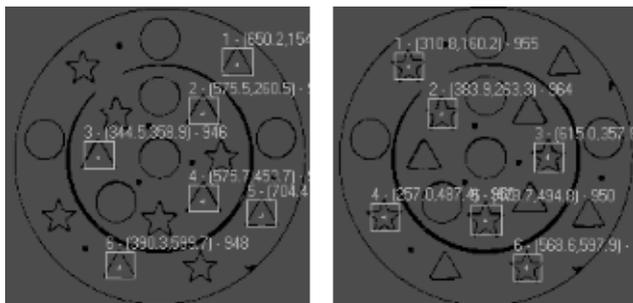


图 6 三角形和五角形识别

圆形识别的方法很多,传统的如 Hough 圆检测算法应用广泛,但还是不够直接简便,本研究直接利用 NI 视觉助手自带的 Circle Detection 函数进行匹配,设置相应的半径区间,即可快速准确的识别对应圆形,利用最小二乘圆法进行圆心检测可以达到误差平方和最小的拟合效果,当 3 点位于一个圆周上时,可以通过解析确定圆心的位置,即“三点定圆法”;当采集点的点数大于 3 时,可以用最小二乘法<sup>[10]</sup>进行曲线拟合,求得圆的位置,确定圆心坐标<sup>[11-13]</sup>。

圆形检测如图 7 所示(6 个圆形用黄色标示,中间小正方形为圆形圆心位置)。

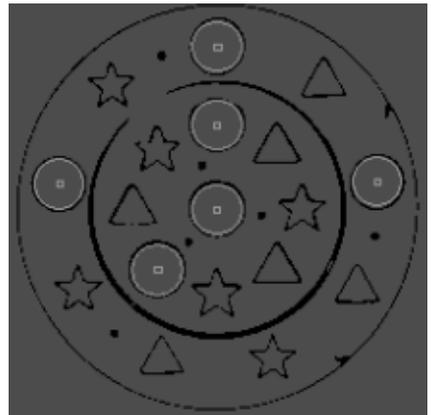


图 7 圆形识别

圆形定位信息如表 1 所示。

表 1 圆形定位信息

Circle #	Center X	Center Y	Radius
1	480	97	41
2	479	223	41
3	736	314	40
4	226	317	41
5	479	358	41
6	384	455	41

表 1 中,准确定位了圆形的坐标信息以及圆形半径大小,其中圆盘中心点坐标即第 5 个圆形坐标为 (479, 358)。

定位信息如表 2 所示,定位了对应形状的坐标信息以及识别所得分数,分数越高代表越接近模板形状。

## 5 结束语

本研究通过基于 Labview 的视觉助手建立了整个视觉系统的模型,利用 Sober 算子进行边缘提取,自适应阈值进行二值化,傅里叶滤波和中值平滑去噪完成图像的预处理,凸显了图像中便于特征提取的有用信

表 2 三角形和五角形定位信息

三角形#	Center X	Center Y	Score	五角形#	Center X	Center Y	Score
1	650	154	943	1	311	160	955
2	575	260	943	2	384	263	964
3	345	359	946	3	615	358	945
4	576	454	939	4	257	487	950
5	704	485	950	5	479	495	950
6	390	600	948	6	569	598	946

息,滤掉了无用的噪声信息;采样三角形、五角形模板进行匹配,圆形检测及几何体中心点定位等,成功实现了黄、橙、蓝 3 种颜色的检测、较为精确地定位了三角形和五角形的位置信息、精确定位了圆形中心坐标,并提取出了便于后续控制的位置信息,实验结果证明了利用 LabVIEW 进行机器视觉的开发简单快捷,图像处理的算法稳定可靠。

传统的利用人力进行物件分拣工作费时耗力,本研究中的实验为物件的分拣工作带来了一种较好的执行方式,通过机器视觉识别物体,提取出有用信息,再控制机械臂进行操作,不仅能降低人力成本,更能提高工作效率,同时也会带来更多的效益,这种基于机器视觉的 Tripod 机器人系统的应用无疑会为工业生产甚至是人类的生产生活带来巨大的便利,具有广阔的应用前景和使用价值。

#### 参考文献(References):

- [1] 文家昌. 基于 LabVIEW 机器视觉的产品检测平台设计与应用[D]. 广州:华南理工大学电子与信息学院,2012.
- [2] 孙秋野,吴成东,黄博南. LabVIEW 虚拟仪器程序设计及其应用[M]. 第 2 版. 北京:人民邮电出版社,2015.
- [3] 周秀荣. 基于 LabVIEW 平台的图像采集与处理技术研究[J]. 光学技术,2007,33(S1):357-358.
- [4] 孙宏佳. 基于机器视觉的花生种子自动识别系统设计

[D]. 哈尔滨:哈尔滨理工大学测控技术通信工程学院,2014.

- [5] 刘洋. 基于 LabVIEW 的视觉伺服机械臂控制系统[D]. 合肥:合肥工业大学电气与自动化工程学院,2012.
- [6] 徐 燕,卢炎麟,侯 伟. 基于 LabVIEW 的磁环在线自动检测系统[J]. 计算机测量与控制,2008,16(9):1252-1255.
- [7] 兰 虎,陶祖伟,段宏伟. 基于 LabVIEW 的弧焊机器人视觉传感图像处理技术[J]. 实验技术与管理,2012,29(7):87-91.
- [8] NG H F. Automatic thresholding for defect detection [J]. **Pattern Recognition Letters**,2006,27(14):1644-1649.
- [9] 张巧丽,李光明,王孝敬. 模板匹配方法的 LabVIEW 设计与实现[J]. 计算机工程与设计,2015,36(9):2422-2426.
- [10] 徐树英. 基于虚拟仪器的机器视觉测量系统建模方法和图像处理算法研究[D]. 成都:四川大学机械工程学院,2005.
- [11] 晏祖根,李 明,徐克非. 高速机器人分拣系统机器视觉技术的研究[J]. 包装与食品机械,2014(1):28-31.
- [12] 虞佳佳. 基于机器视觉的人体尺寸识别系统[J]. 轻工机械,2014,32(3):60-62.
- [13] 冯 秀,何小元,陆 锋. 一种基于双目视觉数字图像相关的机械密封端面变形测量系统的设计[J]. 流体机械,2014,42(10):46-51.

[编辑:张 豪]

#### 本文引用格式:

邹 杨,石红瑞. 基于 LabVIEW 的 Tripod 机器人视觉处理和定位研究[J]. 机电工程,2016,33(4):448-452.

ZOU Yang, SHI Hong-rui. Tripod robot's visual processing and location based on LabVIEW[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2016,33(4):448-452.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>