

DOI: 10.3969/j.issn.1009-9492.2019.08.001

基于Halcon的大视场视觉标定方法研究*

张勇, 漆军*

(广东机电职业技术学院, 广东广州 510550)

摘要: 标定是机器视觉使用中必不可少的一个步骤, 针对当前视觉点胶行业中对大视场加工要求, 提出了一种基于Halcon的大视场视觉标定方法。通过采用Halcon相机畸变校正与画网格提取角点进行加工区域坐标标定相结合的方法, 在进行点胶控制系统中机器视觉标定功能的同时, 可快捷准确进行点胶加工轨迹的规划与转换, 实现了大视场加工的全景标定功能。经过实际加工验证, 该方法达到了控制系统标定需求, 且提升了操作便捷性, 提高了点胶加工效率。

关键词: 视觉标定; Halcon; 坐标转换

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1009-9492(2019)08-0001-03

Research on Vision Calibration Method of Large Field View Based on Halcon

ZHANG Yong, QI Jun*

(Guangdong Mechanical & Electrical Polytechnic, Guangzhou 510550, China)

Abstract: Calibration is an indispensable step in the use of machine vision. In order to meet the requirements of large field view in the current visual dispensing industry, a large field view vision calibration method based on Halcon is proposed. By using the method of Halcon camera distortion correction and drawing grid extraction corner to calibrate the machining area coordinates, the machine vision calibration function in the dispensing control system can be carried out quickly and accurately, and the panoramic calibration function of large field view can be realized. The experimental results show that the method meets the calibration requirements of the control system and improves the convenience of operation and the efficiency of dispensing processing.

Key words: vision calibration; Halcon; coordinate transformation

0 引言

近年来, 机器视觉技术快速发展且日益成熟, 其在工业加工过程的应用越来越广泛, 特别是在微电子封装、五金、服饰等行业的点胶加工中, 控制系统采用机器视觉完成模板匹配定位可实现高精度、高频率、高效率的自动加工。标定是机器视觉使用中必不可少的一个步骤, 要利用摄像机进行视觉感知获取目标的位置等三维信息就必须进行摄像机标定^[1], 空间某点的位置和其在图像中对应映射点之间的关系是由摄像机成像的数学模型唯一确定^[2], 该模型是由摄像机内部几何与光学特性参数(内参)和表示摄像机在三维空间坐标系中位置和方向的参数(外参)组成, 确定内外参数的过程即摄像机标定^[3-5]。

本文针对视觉点胶行业中的大视场加工要求, 提出一种基于Halcon相机畸变校正与画网格提取角点进行加工区域坐标标定相结合的方法, 在完成点胶控制系统中机器视觉标定功能的同时, 可快捷准确进行点胶加工轨迹的规划与转换, 从而提升控制系统操作便捷性, 极大提高了加工效率。

1 系统结构

如图1、图2所示, 本系统采用四轴运动控制卡+工控机+工业相机的架构, 为了增加视场的视野, 将工业相机直接安装与机器顶部可对整个加工区域进行拍照采集, 本

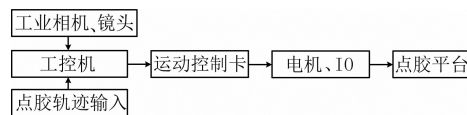


图1 系统结构图

系统采用的是2 000万像素工业相机, 拍照的加工区域达到600 mm×400 mm, 满足当前服饰点胶行业对加工视场宽度越来越高的需求。

控制系统的主要执行流程如下: 工业相机标定→画网格提取角点确定坐标对应关系→视觉勾图确定加工路径→实际生产加工启动→拍照→图片畸变处理→模板匹配→根据坐标对应关系确定所有匹配产品加工路径→产品喷胶加工→完成, 如图3所示。本系统的视觉标定

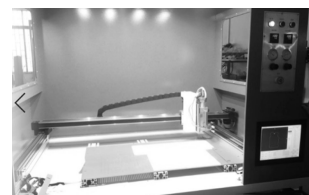


图2 设备实物图

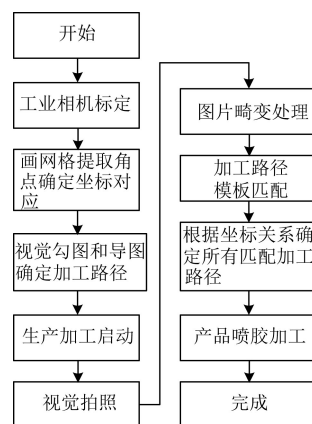


图3 系统执行流程

* 2018年度广东省普通高校重点科研平台和科研项目 (编号: 2018GKTSCX111)

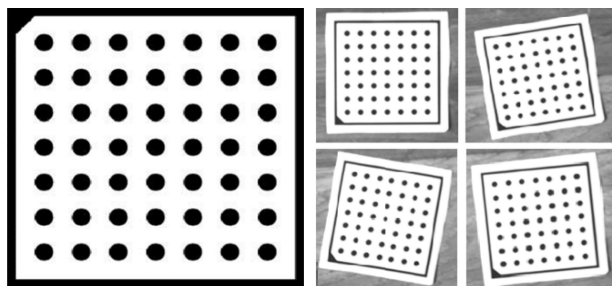
收稿日期: 2019-08-07

功能中,基于Halcon的相机标定仅使用其作为图片的畸变校正处理,像素坐标系与实际坐标系的对应关系采用画网格提取角点完成,在大视场的加工场合可快捷准确进行点胶加工轨迹的规划与转换,提升效率。

2 Halcon视觉标定

Halcon是MVTec公司开发的机器视觉软件,由1000多个各自独立的函数以及底层数据管理核心构成,其中包含了各类滤波、色彩分析、几何数学变换、形态学计算分析、校正、分类、形状搜索等基本图像处理功能,涵盖了医学、遥感探测及工业上的各类自动化检测^[6-7]。

基于Halcon软件标定功能自带标定板具有标定点容易提取、标定精度高、方向唯一等特点^[8],通过Halcon标定板完成相机内外参数的标定,用于后续加工拍照时的图片畸变校正处理。如图4所示为所用的Halcon标定板,基于等边矩形框,方框内部排列7行7列的大小一致的黑色圆形靶标,其每个圆心即可作为标定点,所有的黑色圆靶等间距排列,排列的方式简单,圆靶的圆心坐标易于提取,相机的标定算法简单,算法执行速度更快且精度更高^[2]。



(a) Halcon 标定板

(b) 各姿态标定板图片

图4 Halcon 标定板图片

如图5所示,标定的流程如下。

(1) 创建标定数据模型,采用Halcon算子`create_calib_data` ('calibration_object', 1, 1, CalibHandle); 采用`set_calib_data_cam_param` (CalibHandle, 0, 'area_scan_division', StartParameters)算子进行相机的初始参数设置,其中Start Parameters根据相机参数确定。

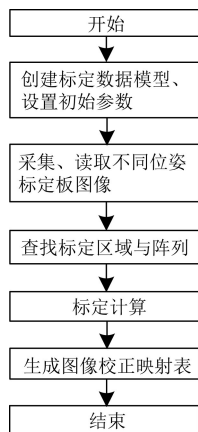


图5 标定流程

(2) 采集读取不同位姿标定板图像,采用算子`read_image` (Image:File Name:)即可读取指定文件名的不同姿态图像;接着采用`set_calib_data_calib_object` (CaliHandle, 0, Description)描述标定板。

(3) 采用`find_caltab`算子基于高斯滤波功能,在标定图像的区域中将标定板提

取出来;接着采用`find_marks_and_pose`算子提取标定板区域的黑色圆靶标志点,计算出黑圆个数、大小、坐标等信息。

(4) 采用`camera_calibration` (CalibDataID, Errors)算子对相机进行标定操作,Errors的该算子执行后返回的投影误差。

(5) 采用算子`get_calib_data` (Calib Handle, 'camera', 0, 'params', CameraParameters)将相机的内参存放在CameraParameters中,接着使用`write_cam_par` (CamParam, CamParFile)将标定结果写入到指定的CamParFile文件。

3 加工区域坐标标定

基于Halcon算子的标定主要用于处理相机图片的畸变,接着使用设备在加工区域画网格,采用拍照提取网格角点的方式,将机器坐标与图像坐标一一对应。

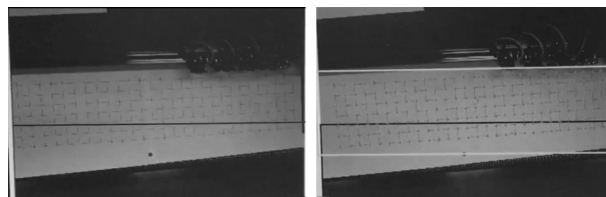
(1) 采用设备上的胶枪在加工区域根据设置的行列间距画网格,如图6(a)所示,并记录保存每个网格角点的机器坐标。

(2) 采用Halcon提取网格上的所有角点并得到角点的像素坐标,如图6(b)所示,由于本系统将相机装于设备顶部对整个加工区域进行采集,故可将每个网格的像素坐标和机器坐标一一对应,可用于MARK点定位、加工轨迹勾图规划、导入图形匹配等功能。

(3) 定义数据结构建立网格角点机器坐标和像素坐标的对应关系,如下:

```

typedef struct _GRID_DATA
{
    //网格角点像素坐标 X
    int iPhotoPinX;
    //网格角点像素坐标 Y
    int iPhotoPinY;
    //网格角点机器坐标 X
    double dbMachinePosX;
    //网格角点机器坐标 Y
    double dbMachinePosY;
}GRID_DATA, *PGRID_DATA;
  
```



(a) 画网格

(b) 网格角点提取

图6 画网格与角点提取

4 加工轨迹坐标确定与匹配

(1) 加工轨迹坐标确定

首先将待加工的产品放置于视觉视场内,控制系统使

用相机进行拍照操作, 并将经过 Halcon 畸变处理的图片显示于操作界面; 接着在图片显示的界面上, 采用点、直线、圆弧、样条曲线当图形单元将图片中产品的加工路径勾画完成; 对应勾画出来的每个诸如直线圆弧等图元, 其起点终点都会在图片上存在一个相应的像素坐标, 将每个图元像素坐标代入到已经建立的网格角点机器坐标和像素坐标的映射关系表 GRID_DATA[ALL_COUNT], 即可以得到每个图元的实际机器坐标值, 从而得到所需要的该产品的加工程序。

(2) 加工产品的模板匹配

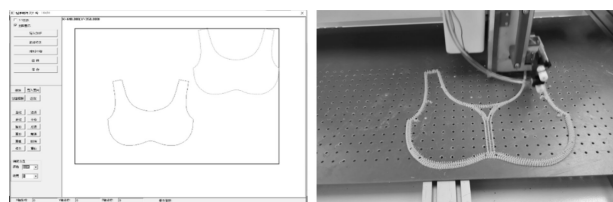
以上加工轨迹坐标确定流程可作为加工产品模板使用, 将该产品轨迹的图片区域选中作为图像模板保存, 并将该生成的加工程序作为该图像模板的路径轨迹保存。

正常批量加工时, 将多个代加工产品任意摆放在加工区域内 (视场范围内); 基于保存的图像模板采用算子 CreateShapeModel 进行模板创建、采用算子 FindScaledShapeModel 在视场区域内做模板匹配与查找; 通过模板创建与匹配操作, 可得到所任意摆放的加工产品基于模板的平面偏移与角度偏移值; 最后, 根据保存模板的加工程序, 基于每个任意摆放产品的平面偏移与角度旋转, 可计算出每个任意摆放产品的加工路径程序。

计算出来的每个任意摆放产品的加工路径程序均是基于机器坐标的路径数据, 直接启动加工即可完成产品的批量加工。

5 结论

基于以上的标定功能, 控制系统采用 Visual studio 2010 进行编程实现, 通过视觉对产品相对加工路径勾图并经过坐标标定转换, 即可得到对应机床实际坐标的加工程序文件, 并进行加工验证。加工过程控制系统界面实现如图 7 (a) 所示, 实际加工效果如图 7 (b) 所示。



(a) 软件操作界面 (b) 喷胶加工效果图

图 7 软件操作与加工效果图

综上, 采用 Halcon 相机畸变校正与画网格提取角点进行加工区域坐标标定相结合的方法, 能很好地满足当前服饰点胶行业对视觉视场要求越来越大的需求, 标定处理后进行实际上机加工, 其轨迹误差在 0.05 mm 以内, 充分满足了生产要求; 同时采用本标定方法, 可极大提升加工轨迹的勾图、导图和规划操作便捷性, 提高了加工效率。

参考文献:

[1] 罗珍茜, 薛雷, 孙峰杰, 等. 基于 HALCON 的摄像机

标定 [J]. 电视技术, 2010, 34 (4): 100-102.

- [2] 钱振奇, 王战中, 杜小强. 基于 HALCON 的单目视觉标定研究 [J]. 石家庄铁道大学学报 (自然科学版), 2018, 31 (03): 79-84.
- [3] 刘源洞, 孔建益, 王兴东, 等. 基于 HALCON 的非线性摄像机标定算法研究与应用 [J]. 机械设计与制造, 2012 (2): 61-63.
- [4] 张广军. 机器视觉 [M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [5] 彭赞, 刘燕子, 张东霖. 基于 HALCON 的点胶质量检测系统设计 [J]. 包装工程, 2018, 39 (15): 204-209.
- [6] 李程鹏, 范彦斌, 胡青春. 基于 HALCON 的 PCB 光学定位点的 3 种识别方法及比较 [J]. 佛山科学技术学院学报 (自然科学版), 2010, 28 (2): 29-33.
- [7] 姜春英, 王国辉, 张诚然, 等. 一种基于 HALCON 的螺栓角点提取方法 [J]. 机械工程师, 2016 (5): 34-37.
- [8] 陈阳光, 王磊. 基于 HALCON 的机器人视觉标定 [J]. 光学仪器, 2016, 38 (4): 320-324.

第一作者简介: 张 勇, 男, 1982 年生, 广西梧州人, 博士。研究领域: 数字化装备控制、智能自动化产线集成。

※通讯作者简介: 漆 军, 男, 1969 年生, 湖北潜江人, 硕士研究生, 教授。研究领域: 机械设计、数控技术、职业教育。

(编辑: 阮 毅)

