

引用格式:张伟超,肖中俊,严志国. 基于 HALCON 二维码识别技术的 AS/RS 设计[J]. 齐鲁工业大学学报, 2019,33(4):52-56.

ZHANG W C,XIAO Z J,YAN Z G. Design of AS/RS based on data matrix code identification by HALCON[J]. Journal of Qilu University of Technology ,2019,33(4):52-56.

中图分类号:TP273.5 文献标识码:A

DOI:10.16442/j.cnki.qlgdxxb.2019.04.010

文章编号:1004-4280(2019)04-0052-05

基于 HALCON 二维码识别技术的 AS/RS 设计

Design of AS/RS Based on Data Matrix Code Identification by HALCON

张伟超,肖中俊*,严志国

ZHANG Wei-chao,XIAO Zhong-jun*,YAN Zhi-guo

齐鲁工业大学(山东省科学院)电气工程与自动化学院,济南 250353

School of Electrical Engineering and Automation, Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences), Jinan 250353, China

摘要:以 AS/RS(自动化存储系统)为主要研究对象,对 HALCON 的二维码识别算法进行优化,提高了系统对二维码的识别效率。该系统使用 16 个托盘模拟立体货架,以计算机、PLC、直流无刷电机、触摸屏、工业相机作为主要设备。系统依靠机器视觉快速识别托盘上的二维码,并将托盘放置到相应的仓储位置,实现了托盘出库、入库的自动化作业流程。

关键词:HALCON;二维码识别;自动化存储系统

Abstract:This work takes the AS/RS (Automated Storage/Retrieval System) as the main research object, optimizes the identification algorithm of the two-dimensional code of HALCON, and improves the identification efficiency of the system for the two-dimensional code. The system uses 16 pallets to simulate the three-dimensional warehouse, and takes computer, PLC, brushless DC motor, touch screen and industrial camera as the main equipment. Machine vision and integrated control system identify the two-dimensional code on the pallet and place the pallet in the appropriate location, enabling automated workflow for pallet outbound and inbound storage.

Key words:HALCON;data matrix code recognition;AS/RS

在工业生产过程中,用于产品的存储、运输的时间远远大于生产加工产品的时间,如果能够解决生产过程中的存储和运输问题,就可以大大提高生产效率^[1]。而国内的自

动化存储系统绝大多数还在使用手持式读码器识别二维码的方式记录产品的出入库信息,常常由于扫描位置和抖动等原因影响了识别效率。本文设计的自动化存储系统采用

固定式二维码采集装置,同时对 Data Matrix 二维码进行针对性优化,识别速度在 100 ms 以内,同时配备堆垛机、计算机、PLC、触摸屏等设备,能够高效地完成托盘出入库作业。

1 AS/RS 系统整体设计

AS/RS(自动化存储系统)一般由立体货架、堆垛机、信息识别、计算机控制等系统构成。本设计中的自动化存储系统中,每一个托盘边缘都有一个二维码,标示托盘在仓库中的位置。如图 1 所示,传送带旁的相机从托盘中读出二维码图像,通过 EtherCAT 将图像传输给计算机,经过计算机上的图像处理算法解码后获取二维码信息,计算得到托盘在立体货架上的位置坐标,然后迅速将托盘的位置坐标传递给 PLC,由 PLC 控制机械装置将托盘拖放到对应的仓储位置上。

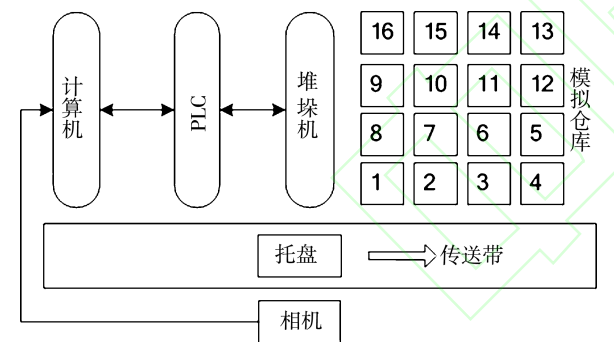


图 1 控制系统布局示意图

2 二维码识别设计

2.1 二维码识别硬件设备

二维码识别在视觉应用中占有很重要的位置,各种各样的二维码都有可能需要识别^[2]。常见的二维码包括 QR 码和 Data Matrix 码。本设计方案识别的二维码是 16 * 16 Data Matrix ECC200,以下简称为 DM 码。图 2 为相机拍摄到的 DM 码图片。DM 码的可编码字节集包括全部的 ASCII 字节及扩充 ASCII 字节,共 256 个字节^[3-5]。



图 2 DM 码图片

设计选用的图像采集设备是 Festo 紧凑型工业相机 Data Matrix 摄像机。这款相机集成了用于图像数据获取的传感器系统、电子辨识单元以及与主控制器通信的接口,分辨率为 752 * 480 pixel,内置光源,额定工作电压 24 V,采用以太网与计算机通讯,传输速度 100 mb/s。如图 3 中 a 图所示,8 个 LED 灯均匀分布在镜头周围。相机安装在传送带旁,相机与二维码的相对位置如图 3 中 b 图所示。

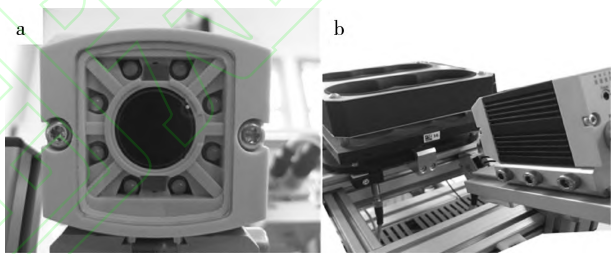


图 3 相机和安装位置图

2.2 二维码识别程序设计

图像处理算法由 HALCON 生成。HALCON 是德国公司开发的一款拥有完善的机器视觉算法包的机器视觉开发软件^[6],为图像获取设备提供接口,广泛地应用于各个领域。HALCON 中解码步骤分为 4 步:创建解码模型、读取相机的图像、对图像进行解码、清除模型。

对于工业视觉应用的二维码解码器设计,要考虑的需求有两个:一是解码率尽可能高,二是解码耗时尽量短。因此,如果简单使用最大化解码的参数,在无法解码的情况下就会导致解码耗时过长;而不使用最大化解码参数,则解码率会有所下降。本设计对识别算法采取了如下优化方法。

1) 只对 DM 码建立二维码解码模型,这样可以缩小解码范围,缩短创建模型的时间,同时识别模式采用增强模式。即使 DM 码小

部分受污染或者被遮挡,依然可以识别出来,对于紧凑型二维码识别也毫不费力。

2) 根据所要识别的二维码特征,设置足够精确的解码参数,提高解码效率。缩短解码范围,指定精确的解码模型。设置解码时长 200 ms 以内,超过 200 ms 自动放弃解码。

3) 基于样本图像进行训练调整模型。在每一次识别后,确定其参数,并相应地修改模型。

经多次测试,目前识别率接近 100%,耗时在 100 ms 内。程序使用的主要算子如表 1 所示。

表 1 主要的 HALCON 算子

HALCON 算子	功能描述
dev_open_window	打开窗口、创建窗口句柄
open_framegrabber	打开工业相机
grab_image_start	获取相机句柄
grab_image_async	抓取一帧图像
create_data_code_2d_model	创建二维码模型
set_data_code_2d_param	二维码图形偏好设置
find_data_code_2d	识别二维码模型
disp_message	显示二维码信息
clear_data_code_2d_model	清除二维码模型
close_framegrabber	关闭工业相机

HALCON 作为一款强大的图像处理软件,具有丰富的算子,能够解决很多图像问题,但是不能形成图形化界面,所以需要和其他软件联合开发。本设计利用 C#进行桌面窗体程序设计,能够实现如图 4 所示的效果。



图 4 在线识别效果图

打开程序以后,可以进行读图和识别操作。这只是手动测试用的软件界面,能够在计算机上连接相机并进行在线抓取二维码图像。识别二维码后可以显示二维码字符串信息和在仓库中的行列位置,还可以计算解码耗时。

3 AS/RS 设计

3.1 系统结构与硬件选型

立体货架有 4 列 4 层,共 16 个支架,设置两个操作台,用于货物的入库和出库操作。堆垛机采用丝杠导轨结构,可进行 X、Y、Z 方向三个自由度的控制。立体仓库的堆垛机包括水平运行机构、垂直运行机构和货叉运行机构。根据自动化存储控制系统选择合适的控制器件,主要包括计算机、PLC、触摸屏、电机、相机、接近传感器、气缸、压缩泵等设备。本文主要以水平运行机构为例,对其进行控制器和电机设备选型。主要设备如表 2 所示。

表 2 硬件选型表

序号	产品	型号
1	PLC	SIMATIC ET 200SP
2	直流电机	Dunkermotoren BG65X25CI
3	触摸屏	SIMATIC TP700
4	交换机	TP-LINK
5	相机	Festo-DataMatrix 相机

系统选用 3 个德恩科无刷直流电机 (BLDC) 为行走电机、提升电机、货叉电机。无刷直流电机采用电子换向器,因此不仅具有直流电机良好的调速性能,又具有交流电机结构简单、无换向火花、运行可靠和易于维护等优点^[7]。设计选用的直流电机具有钕磁铁的高动态三相无刷直流电动机,带有用于转子位置检测的霍尔传感器、集成电子换向器、蜗轮减速机、编码器和制动器,可以使用外部控制电子元件 BGE6010A 构成逻辑控制器。

硬件示意图如图 5 所示,按水平阅读方

向依次为计算机、交换机、PLC、触摸屏、工业相机、电机。



图 5 硬件示意图

3.2 系统连接与控制流程设计

如图 6 AS/RS 网络连接示意图所示,计算机、PLC、触摸屏、工业相机通过 EtherCAT 通讯电缆连接在交换机上。由于机械装置采用的这一款无刷直流电机内部集成了控制器单元,PLC 和三个电机之间支持 CAN 总线通讯协议,所以未使用外部驱动器,而由 PLC 直接控制电机^[8-9]。

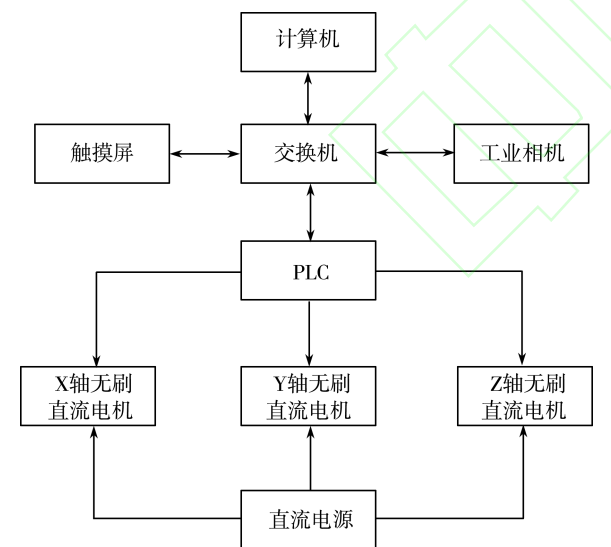


图 6 AS/RS 网络连接示意图

系统在传送带旁安装一个接近传感器和一个气缸用来感应托盘经过,并将托盘阻止在相机正前方。此时相机自动启动并拍照,并将图像迅速传输给计算机,然后经计算机处理后再将托盘信息传输给 PLC。PLC 通过内部计算由 CAN 通讯总线控制堆垛机的 X、Y、Z 三个电机准确地将托盘托起并放到相应

位置^[10]。如图 7 所示,堆垛机在手动模式下一步一步地手动操作,便于设备调试和维护。自动模式下的入库或出库操作由程序自己判断执行。

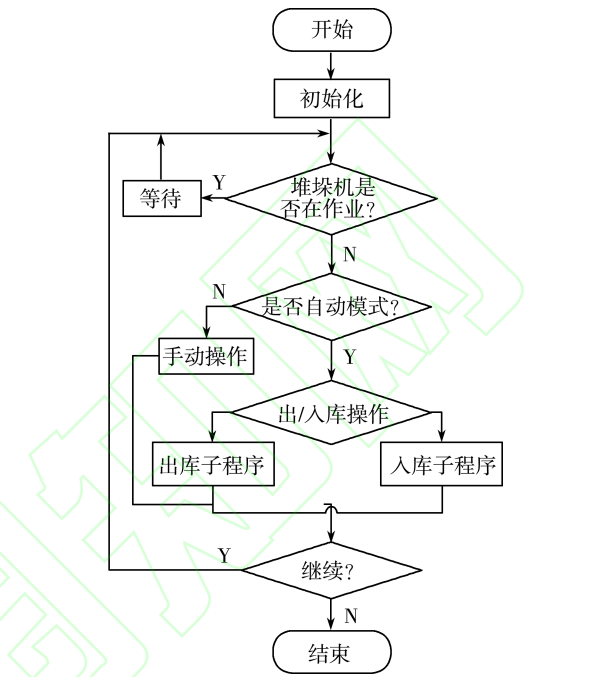


图 7 堆垛机运行流程图

以入库子程序为例,如图 8 所示,PLC 控制堆垛机到传送带上端起托盘,并将托盘放到货架上,如果出现故障触摸屏将会报警并停止操作。

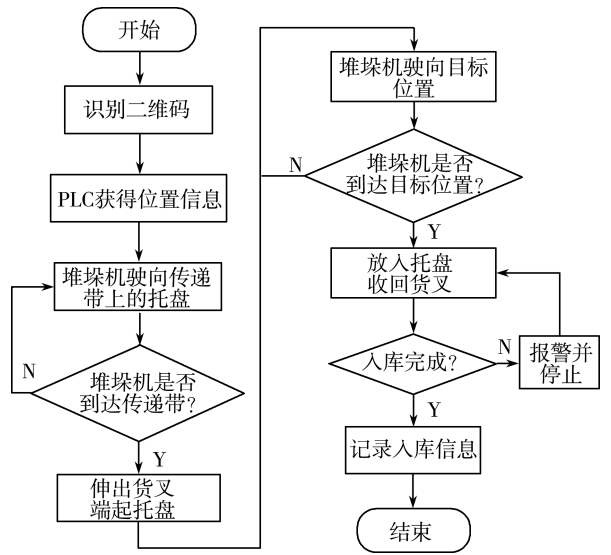


图 8 入库子程序流程图

设计采用西门子 Simatic TP700 触摸屏和 Wincc Flexible 组态软件进行组态界面的

设计,组态界面包括自动模式和手动模式的切换、出入库记录查看、一键停止、帮助等^[11]。通过组态 HMI 设备可以清楚地看到仓库运行状态。HMI 和 PLC 之间采用以太网通讯。组态界面如图 9 所示。



图 9 Wincc 组态界面设计

4 结 论

采用机器视觉和工业网络技术设计了自动化存储系统。该系统由计算机、工业相机、PLC、触摸屏、堆垛机、传送带等模块构成。控制系统以 EtherCAT 作为主要通讯方式,以 CAN-BUS 作为 PLC 和电机之间的通讯方式。控制系统软件设计包括 Data Matrix 码识别、PLC 控制程序、Wincc 组态界面三部

分。经测试,该系统能够迅速识别二维码并且控制堆垛机稳定运行。

参考文献:

- [1] 孟飞标. 视觉引导下自动化立体仓库管理系统的设计与实现[D]. 郑州:郑州大学,2018.
- [2] 李少波,王铮,杨静,等. 基于机器视觉的一维和二维条码高速在线识别[J]. 计算机集成制造系统,2019,2(4):13-18.
- [3] 李雅静. Data Matrix 二维条码图像识别的算法研究与实现[D]. 北京:北京交通大学,2009.
- [4] 孙春江. 二维码在设备管理中的应用分析[J]. 数字通信世界,2019(3):147-148.
- [5] 肖萌. 二维码识别技术在设备管理中的应用研究[J]. 信息记录材料,2017,18(1):60-61.
- [6] 耿立明,杨威,王迪. HALCON 图像处理在机器视觉中的应用[J]. 电子测试,2019(1):125-126.
- [7] 于志飞,谢卫,杜彦清. 高速无刷直流电机的设计与优化[J]. 微电机,2019,52(3):9-13.
- [8] 梁宇. 车间数字化工程中 EtherCAT 总线技术的研究[J]. 科技资讯,2019,110(5):41-42.
- [9] 陈永生,王静,高茜. 基于 EtherCAT 总线伺服在机器人上的应用研究[J]. 科技创新与应用,2019(11):167-168.
- [10] 蔡安江,史启程. 自动化立体仓库调度模型分析及优化[J]. 机械设计与制造,2018,21(12):45-48.
- [11] 任云丽,来长胜. 西门子触摸屏在过程监控中的应用[J]. 机械工程与自动化,2017,205(6):197-198.

(责任编辑:刘 青;校对:刘 辉)