

基于 PLC 与触摸屏的码垛工业机器人操作系统设计

陈东青

(华南理工大学广州学院, 广州 510800)

摘要: **目的** 研究码垛工业机器人智能化、人性化操作系统的设计方法。**方法** 充分运用工业机器人自身控制系统, 配套 PLC 辅助工业机器人进行数据分析及逻辑判断, 并采用触摸屏作为人机交互界面。**结果** 经调试, 该操作系统能对工业机器人进行准确控制, 界面设计合理, 操作简单并具有监视功能。**结论** 该操作系统使控制机器人执行堆垛作业时操作简化, 提高机器人对不同大小物件的适应性, 并且对其他码垛工业机器人具有适用性。

关键词: PLC; 触摸屏; 码垛工业机器人

中图分类号: TP242.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)23-0084-05

Design of Stacker Industrial Robot Operating System Based on PLC and Touch Screen

CHEN Dong-qing

(Guangzhou College South China University of Technology, Guangzhou 510800, China)

ABSTRACT: **Objective** To explore intellectualization of the stacker industrial robot and the humanization design method of the operating system. **Methods** Making full use of the own control system of the industrial robot, data analysis and logical judgment could be done by the industrial robot with the assistance of PLC. A touch screen was used as human-computer interaction interface. **Results** After debugging, the operating system had features of reasonable interface design, simple operation and monitoring functions, and could accurately control the industrial robot. **Conclusion** This operating system simplified the operation of industrial robot during sorting or palletizing operations, and improved the adaptability of the robot to objects with different sizes, which is also applicable for other stacker industrial robots.

KEY WORDS: PLC; touch screen; stacker industrial robot

我国工业机器人应用从 20 世纪 70 年代开始至今, 在不断发展的同时也面临着挑战^[1-3]。随着小批量、高效率的柔性生产模式的推广, 对其应用技术提出智能化、低成本、高可靠性和易于集成控制等要求^[4]。其中工业机器人在包装流水线具有广泛的应用, 主要进行分拣、码垛等作业。我国早期投入应用的许多码垛工业机器人, 其机械性能运行良好, 但由于产品单一, 智能化程度有限, 为满足柔性生产的要求, 需配套

其他设备以提高其智能化、人性化^[5]。

目前 PLC 与触摸屏技术作为设备控制及人机交互的方法被广泛运用^[6-9], 其中在工业机器人应用领域, PLC 较工业机器人具有更好的数据分析及逻辑判断功能, 能提高工业机器人的智能化水平^[10-12], 触摸屏可以使工业机器人操作更加便捷^[13]。文中利用 PLC 与触摸屏设计码垛工业机器人操作系统, 使工业机器人满足柔性生产的需求。

收稿日期: 2014-06-06

基金项目: 华南理工大学广州学院 2013 年度质量工程项目(JY130353); 华南理工大学广州学院“学生研究计划”项目(JY130523)

作者简介: 陈东青(1986—), 男, 广东省揭阳人, 助理工程师, 华南理工大学广州学院实验教师, 主攻光机电一体化技术、工业机器人技术。

1 系统设计要求

工业机器人在包装流水线上主要负责产品的分拣、堆垛,在柔性生产的趋势下,产品改变对工业机器人运行的影响主要是产品大小的改变,这对一般码垛工业机器人程序的要求为:不同大小的物件工业机器人执行器的行进距离不同;不同物件的放置位置不同。

以往需通过修改工业机器人相关的程序及参数,来满足上述要求,物件改变一次,就需修改一次程序。在多品种、小批量的生产模式下,物件更改频繁,该操作越显不够便捷且不易管理。文中对控制系统的要求为:人机交互更加便捷,系统集中管理;工业机器人能根据预设值或传感器检测值控制执行器的行进距离,完成对不同大小物件的抓取及放置动作;工业机器人能根据预设位置或自动分配位置,将物件在该位置进行堆垛。

2 系统硬件设计

控制系统结构见图1,文中采用广州数控RB-08型工业机器人执行码垛作业。PLC作为控制核心,进行数据分析处理及逻辑判断,发送相应信号,文中采用三菱Fx2N-48MR型号PLC。触摸屏作为人机交互界面,可以接收操作指令并显示系统状态。检测传感器检测物件厚度,将数据传输给PLC。其他模块包含开关、警报等。

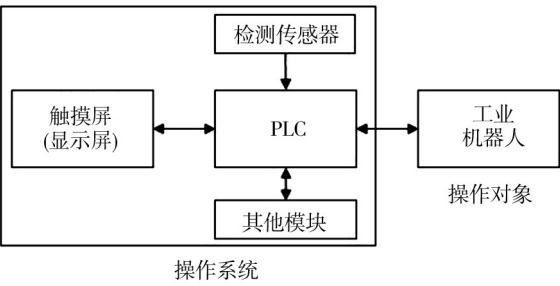


图1 控制系统结构

Fig.1 Control system diagram

对PLC、机器人进行I/O接线,编写相应控制程序,设计触摸屏界面,实现由触摸屏对工业机器人的监视及操作。PLC与机器人的I/O接口及作用见表1,PLC与工业机器对应数据及其作用见表2。

表1 PLC与工业机器人I/O接口

Tab.1 The I/O interface with PLC and industrial robot

PLC	工业机器人	作用	
Y10	IN10	开始运行	
Y11	IN11	是否修改存储数据	
Y12	IN12	调用数据是否变化	
Y13	IN13	运算是否完成	
		①模块	②③④模块
Y14	IN14	数据是否加20	A
Y15	IN15	数据是否加10	B
Y16	IN16		C
		整体程序	运算子程序
X10	OUT10	修改存储数据完成	加20运算完成
X11	OUT11	调用数据完成	加10运算完成
X12	OUT12	在位置N放置完成	加1运算完成

表2 PLC与工业机器人数据

Tab.2 PLC and industrial robots data

工业机器人数据 编号与PLC对		作用
PR001	D01	设置为固定值1,供加1程序使用
PR002	D02	设置为固定值10,供加10程序使用
PR003	D03	设置为固定值20,供加20程序使用
PR011	D11	运算数据,初始化为零,加法运算至要求的值
PR012		调用数据,将存储区调用的数据暂存于此
PR021	D21	
PR022	D22	
PR023	D23	
PR024	D24	存储数据,接收运算数据至对应编号存储;
PR025	D25	使用数据时将对应编号的数据暂存于调用
PR026	D26	数据中
PR027	D27	
PR028	D28	
PR031		
PR032		
PR033		
PR034		执行数据,与物件放置位置对应,将调用数
PR035		据传给对应位置的编号,作为物件厚度执行
PR036		工业机器人动作
PR037		
PR038		

3 操作系统设计

3.1 操作界面设计及整体流程说明

根据要求设计人机界面,为实现用户目标提供信息交互的依据^[14]。系统“设置模式”及“运行模式”的触摸屏界面见图2。“设置模式”界面可对物件厚度及放置位置进行设置,并显示设置后各位置堆垛物件的情况,最下方显示机器人存储数据。

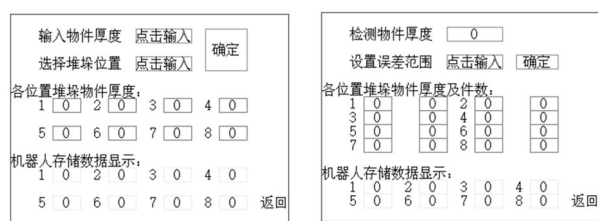


图2 触摸屏界面
Fig.2 Touch screen interface

“运行模式”界面实时显示检测传感器的检测值,可设置检测的误差范围,对堆垛情况及机器人存储数据进行监控。PLC与工业机器人各有独立的程序,其中PLC在2种模式下有不同的程序流程,见图3—4,工业机器人的主流程见图5。由于工业机器人自身软件功能有限,无法直接与触摸屏或检测传感器通讯,需PLC进行数据分析处理,向机器人发送相应的指令信息,工业机器人根据触点状态变化来执行相应步骤,执行完毕向PLC发送完成信号,等待PLC处理返回信

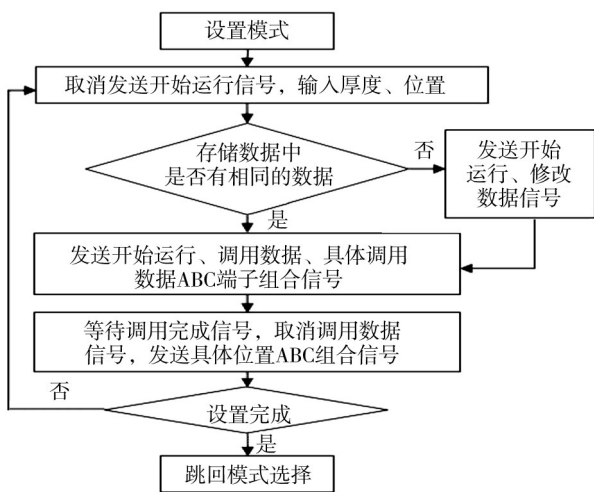


图3 设置模式
Fig.3 Set mode

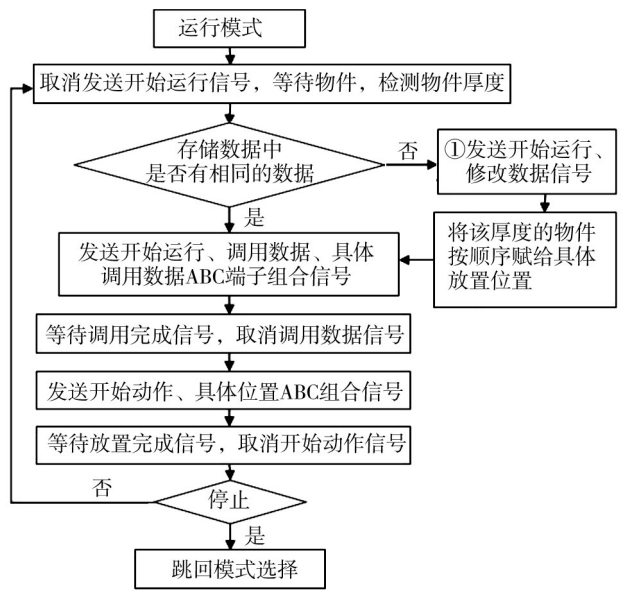


图4 运行模式
Fig.4 Operation mode

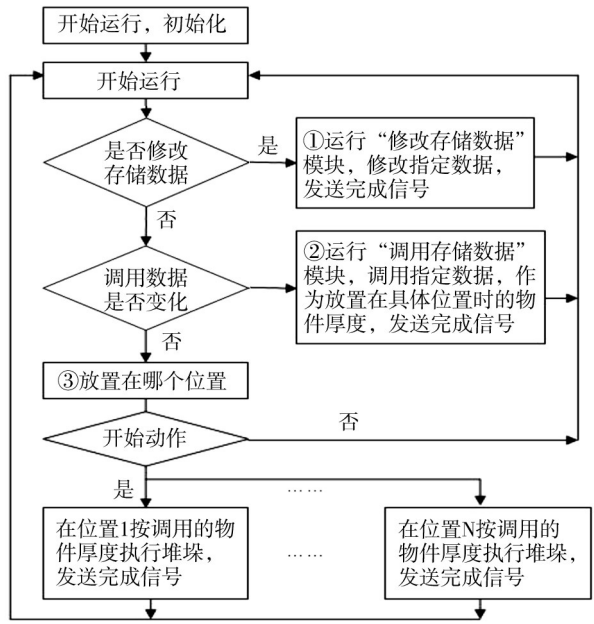


图5 工业机器人程序流程
Fig.5 The program flow chart of industrial robot

号后再发出进一步的指令。修改工业机器人存储数据模块程序流程见图6^[15]。

3.2 模块化编程

由图5可知,该系统在程序编程中采用模块化形式,各个模块功能相对独立,利用判断语句选择是否执行该模块。该系统采用模块化编程主要优点如下

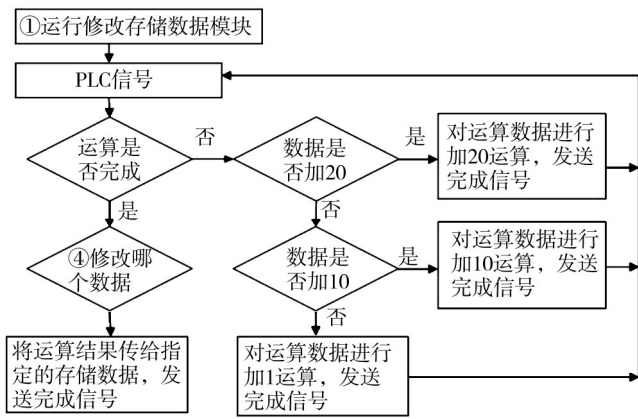


图6 修改数据程序流程

Fig.6 The program flow chart of data modification

所述。

1) 模块具有通用性。由图3—6可知,PLC与工业机器人程序主要有①—④等4个功能模块,这些模块具有通用性。为使操作系统满足不同实际情况,设置了2种模式,2种模式下通过指定条件调用这些模块即可,逻辑清晰,编程方便。

2) 提高运行效率。由于模块的通用性,模式增多在提高操作便捷性时,程序只是增加了少数的判断语句,并没有因功能细化而使程序复杂。相反,由于功能细化,在执行简单任务时,如少数已知物件的堆垛,通过操作员初始设置,可使工业机器人在运行过程中不需扫描修改存储数据模块,从而提高了运行效率。

3) 减少I/O接口,提高利用率。如表1所示,PLC与工业机器人的I/O接口中,部分接口具有多个功能,由于各个模块相对独立,在通过主要接口进入某一模块的程序流程后,I/O接口的变化仅对该模块有效。

其中3个接口为方便描述命名为ABC端子,采用端子组合的形式,见表3。利用3个端子便可区分8种状态,从而大大提高接口的利用率。

3.3 检测精度可调

由于物件加工或包装存在一定差异,加上检测时存在一定误差,因此实际检测值与预设值存在一定差异。机器人执行器在抓放物件时有一定活动范围,不同物件其活动范围不同,纸质包装范围较大,硬质外壳精度较高。

在触摸屏界面设置精度设定功能,M31作为输入精度确认开关,输入数据存放在D31。实际检测值存放在D32,比较前将数据存储区的数据D21—D28与D31数值进行加减运算,结果暂存于D41—D48,D51—D58中,再与D32值比较,判断是否属于该范围。图7示例程序为检测数据是否属于D21数据范围,M21为标志信号。

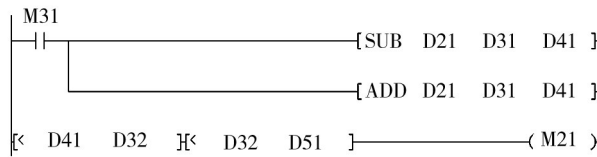


图7 示例程序

Fig.7 The sample program

3.4 适用于其他码垛工业机器人

由图1可知,该操作系统与工业机器人系统是相互独立的2个系统,操作系统主要利用工业机器人3项功能对其进行操作:I/O接口,程序中判断I/O状态并跳转的功能,数据加减运算功能。

表3 ABC端子组合

Tab.3 The combination of ABC interface

情况	A	B	C	模块②	模块③	模块④
1	1	1	1	将PR021传给调用数据	放置到位置1,将调用数据传给PR031	将运算数据传给PR021
2	1	1	0	PR022	位置2,PR032	PR022
3	1	0	1	PR023	位置3,PR033	PR023
4	1	0	0	PR024	位置4,PR034	PR024
5	0	1	1	PR025	位置5,PR035	PR025
6	0	1	0	PR026	位置6,PR036	PR026
7	0	0	1	PR027	位置7,PR037	PR027
8	0	0	0	PR028	位置8,PR038	PR028

一般工业机器人系统均具备该3项功能,因此,对于其他执行码垛作业的工业机器人,只要根据实际设备与该操作系统进行I/O接线,并按图5—6编写相应的工业机器人程序,同样可对其进行操作。特别对早期投入应用的机型,其中大部分机型对外通讯方式仅有I/O一种,在对其进行智能化控制时该系统尤为适用。

4 结语

文中采用PLC与触摸屏设计执行码垛作业的工业机器人操作系统,在触摸屏界面可以对工业机器人相关参数进行设置及监视其运行情况,操作更人性化,适应物件频繁变化的工作需求。采用模块化编程方法,易于调用,编程逻辑清晰,各功能模块相对独立,同样的I/O接口可以赋予不同的作用,减少接线,提高利用率。由于检测值存在一定误差,为减少误判,设计了“误差设置”功能,提高系统运行的稳定性,同时该操作系统对其他执行码垛作业的工业机器人具有适用性。

参考文献:

- [1] 赵臣,王刚.我国工业机器人产业发展的现状调研报告[J]. 机器人技术与应用,2009(2):9—13.
ZHAO Chen, WANG Gang. The Development Research Report of Chinese Industrial Robot[J]. Robot Technique and Application, 2009(2):9—13.
- [2] 柳鹏.我国工业机器人发展及趋势[J]. 机器人技术与应用, 2012(5):20—22.
LIU Peng. The Development and Trend of Chinese Industrial Robot[J]. Robot Technique and Application, 2012(5):20—22.
- [3] 赵杰.我国工业机器人发展现状与面临的挑战[J]. 航空制造技术,2012(12):26—29.
ZHAO Jie. Development and Challenge of Chinese Industrial Robot[J]. Aeronautical Manufacturing Gechnology, 2012(12):26—29.
- [4] 李如松.工业机器人的应用现状与展望[J]. 组合机床与自动化加工技术,1994(4):37—41.
LI Ru-song. Application Status and Prospect of Industrial Robot[J]. Modular Machine Tool & Automatic Manufacturing Technique, 1994(4):37—41.
- [5] 李晓刚,刘晋浩.码垛机器人的研究与应用现状、问题及对策[J]. 包装工程,2011,32(3):96—102.
LI Xiao-gang, LIU Jin-hao. Research and Application Situation, Problems and Solutions of Palletizing Robots[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(3):96—102.
- [6] 周亮,李珍.基于PLC的液体袋装包装机控制系统的设计[J]. 包装工程,2013,34(1):88—91.
ZHOU Liang, LI Zhen. Design of the Control System of Liquid Bag Packaging Machine Based on PLC[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(1):88—91.
- [7] 李晓娜,刘宝顺,刘瑞昌.基于PLC和触摸屏技术的制袋设备控制系统及界面设计[J]. 包装工程,2014,35(5):50—53.
LI Xiao-na, LIU Bao-shun, LIU Rui-chang. Design of Bag-making Equipment Control System and Interface Based on PLC and Touch Screen Technique[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(5):50—53.
- [8] 周国平,申冬琴.基于PLC的壁纸包装控制系统设计[J]. 包装工程,2012,33(9):108—110.
ZHOU Guo-ping, SHEN Dong-qin. Design of Wallpaper Packaging Control System Based on PLC[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(9):108—110.
- [9] WEI Da-wang, YU Jin-fan, TENG Han, et al. Application of Economic CNC System Based on PLC and Touch Screen[J]. Advanced Materials Research, 2013, 816/817:971—975.
- [10] YI Lun-han, ZHEN Guang-jiao, YAN Fang-tian, et al. Design of Loading Robot Control System Based on PLC[J]. Applied Mechanics and Materials, 2013, 441:792—795.
- [11] DUN Chen-lan. The Application of Intelligent Industrial Robotic Control System Based on PLC in Mechanical Automation [J]. Advanced Materials Research, 2013, 738:272—275.
- [12] KHAY K W. Design of PLC Control System[J]. Electric Transmission, 2001, 33(7):13—15.
- [13] Injection Molding Group. Touch Screen Control Simplifies More Than Robot Operation[J]. Injection Molding, 2005, 13(6):41.
- [14] 王熙元.交互设计中的信息传达研究[J]. 包装工程,2010, 31(12):12—14.
WANG Xi-yuan. Research on Information Transmission in Interaction Design[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(12):12—14.
- [15] 陈东青,邝禹聪.广数工业机器人堆垛参数的便捷可调设计[J]. 机械工程师,2013(5):99—100.
CHEN Dong-qing, KUANG Yu-cong. Modified Design of the Stacking Parameters in GSK Industrial Robot[J]. Mechanical Engineer, 2013(5):99—100.