

码垛机器人控制系统的设计与实现

李成伟, 负超

(北京航空航天大学 机器人研究所, 北京 100083)

摘要: 介绍了混联机构的搬运码垛机器人控制系统的设计与实现方法, 根据工作现场的实际需求, 对离线码垛过程进行了研究, 通过码垛关键参数的输入和码垛空间判断, 建立离线编程的基础, 给出了机器人码垛的路径规划, 硬件控制系统采用工业 PC (IPC) 作为主计算机, 利用分布式二级控制结构实现系统的监控和作业管理, 协调各关节的运动, 准确地跟踪轨迹规划。软件系统运用了 PLC 来控制机械人手爪且自主开发码垛机器人控制软件, 通过码垛关键参数的输入及示教盒控制方式, 经实际使用结果证明控制系统的有效性与合理性。

关键词: 离线编程; 硬件控制系统; PLC 控制; 示教盒控制

中图分类号: TP24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-6673 (2008) 05-009-03

0 引言

近几年机器人自动化生产线已经不断出现, 机器人自动化生产线的市场也会越来越大, 并且逐渐成为自动化生产线的主要方式, 而过去的自动化码垛作业大部分是由机械式码垛机完成或人工搬运, 由于机械式码垛机其结构等因素的限制, 存在着占地面积大、程序更改麻烦 (甚至无法更改)、耗电量较大等缺点; 而人工搬运劳动量大, 完成同一工作量所需不少工人, 在一些实际场所应用中, 码垛机器人与传统码垛机一样, 一次能搬运一整层箱子, 有些顾客在传统码垛机坏了时, 就用机器人代替, 通常这些机器人系统都有层成型平台和臂尾加工装置, 能将整层箱子搬起来, 功能较强的码垛机器人还能更换不同的货盘; 其码垛速度甚至可以达到 100 个小箱/分钟; 码垛机器人装有低水平纸箱横进给装置, 使用灵活底盘, 有利于车间的良好布局; 另外其性能可靠, 大多用户容易掌握使用的软件, 能够迅速转换对进行不同箱子的码垛。

1 机器人的机构

图 1 所示为北京航空航天大学机器人所研制的具有高速码垛功能的混联式机器人系统, 该系统由机器人及

收稿日期: 2008-06-30

作者简介: 李成伟 (1982-), 男, 硕士研究生。主要从事机械设计及理论、机器人、机电控制及软件方面的研究; 负超 (1952-), 男, 教授, 博士生导师。研究方向: 机器人、机电控制、机械设计及理论。

电气控制柜所组成。该机器人主要由 4 个关节组成, 能实现以下 4 种运动: 腰座旋转 (X 轴), 水平前后运动 (Y 轴), 垂直上下运动 (Z 轴) 和腕部回转运动 (U 轴), 腰座电机、腕部电机通过谐波减速器驱动腰座、机械手旋转, 水平关节电机、垂直关节电机通过同步带轮减速后带动水平关节丝杠、垂直关节丝杠旋转, 而丝杠通过其上的滑块驱动前大臂、后大臂沿各自导轨作水平前后运动、垂直上下运动, 这 4 种运动全部由交流伺服电机驱动, 可以满足驱动大惯性力矩负载和快速运动精确定位的要求, 且根据实际作业的需要可以在机器人腕部安装机械手。

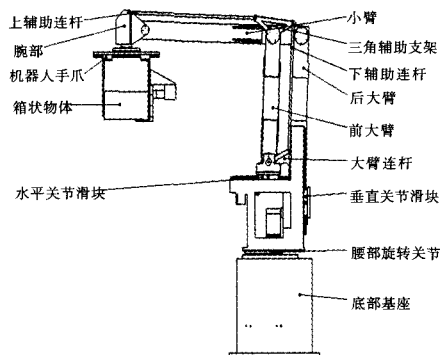


图 1 机器人系统结构图

Fig.1 Robot system diagram

2 硬件控制系统的设计

由图 2 可看出, 系统设计采用了模块化的形式, 且总体结构采用了分布式控制结构, 上位机采用普通工业控制计算机, 主要处理系统的监控和作业管理, 如示教盒控制, 显示服务, 坐标转换, 自动加减速计算, I/O 控制, 机器人语言编译等任务等, 根据使用者的命令和动作程序语句的要求进行轨迹规划、插补运算及坐标变

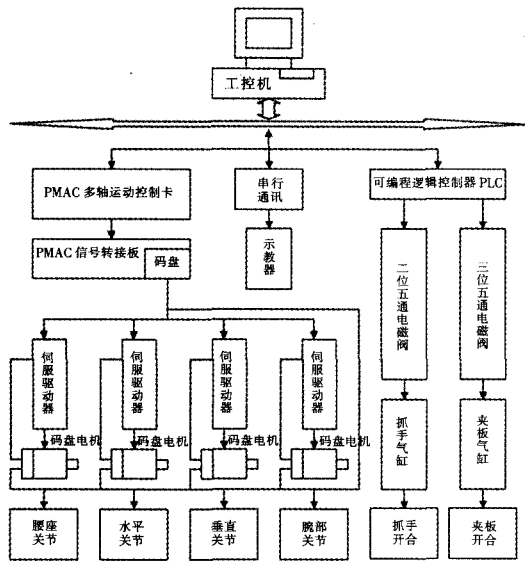


图2 硬件控制系统结构

Fig.2 Hardware structure of the control system

换,计算出各轴电机的位置,并接收根据下一级的反馈信号和外传感器的信号,判断任务的执行情况和环境状态,然后向下一级各关节位置伺服系统传送一次与设定点相应的位置更新值,实现对各关节运动的协调和控制作用,下位机采用DSP控制器和PLC可编程逻辑控制器,DSP控制器即为所采用的PMAC104运动控制卡,主要是执行实时运动学计算、轨迹规划、插补计算、伺服控制等,不断地读取各轴编码器的脉冲量,计算机器人的现行位置,并用软件方法与给定位置进行比较,对偏差进行PID调节,而PLC主要处理机器人周边外围设备的控制,如机器人手爪气动吸盘,周边各种输送机的监控等。

3 机械手爪的控制设计

机器人在现场工作时,根据不同的码垛物品,在腕部安装相对应的机械手,来实现抓手分袋状物机械手、箱状物机械手、吸盘机械手、桶状物机械手,本文利用PLC控制方式为箱状物机械手上抓手或夹板的开合由PLC控制,主要完成以下几个动作:待机-取箱-移箱-码

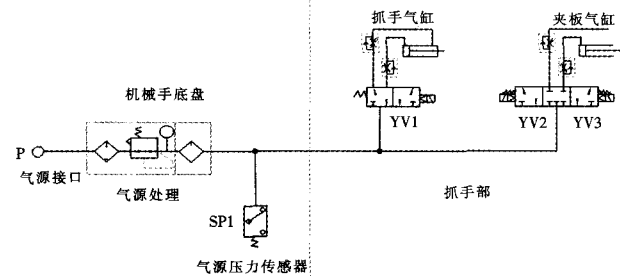


图3 机械手爪电气图

Fig.3 Electrical machinery gripper plans

箱-复位。机械手爪的电气图如图3。

4 软件控制系统的设计

开放式通用机器人控制系统的软件应在标准的语言环境下进行开发,做到可移植,易修改、重构及扩充,并能提供用户接口和程序接口。所以我们采用面向对象的模块化的工程设计方法,与硬件结构相对应,控制系统软件也分为上下两层,各个模块都具有自己独立的功能,相互调用关系简单。由于存在外界干扰的因素,如果还是采用固定模式的和缺乏抗干扰能力的伺服控制系统的话,那么机器人系统就很难产生高速和高精度的动态响应,为了适应时刻变化的对象,必须使伺服系统的动作具有某种柔性,这种柔性是通过计算机程序来实现的,故称为软伺服(soft-ware servo)。

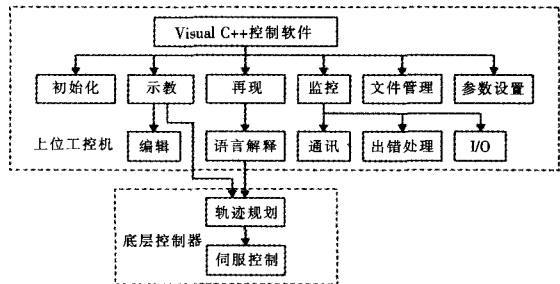


图4 软件控制系统结构

Fig.4 Software structure of the control system

4.1 示教盒的软件设计

如图5所示,通过串口和示教盒之间进行通讯,将接收到的控制指令按照软件设计的要求判断是控制指令的类型,调用相应的控制指令子程序实现对各轴运动参数的修改、运动方式的控制和示教点位置信息的存储。

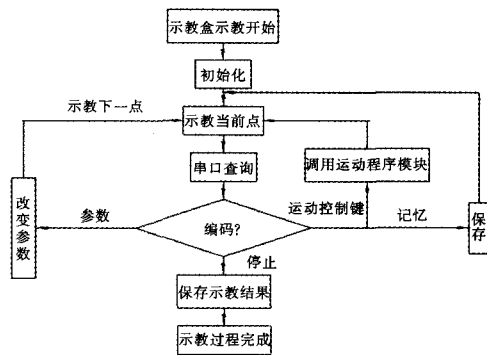


图5 示教盒流程

Fig.5 Demonstration box process

此外,在保存当前的示教点特征值时,用一个结构体来记录数据。结构体定义(略)。

4.2 作业点示教及实现

机器人运动轨迹的示教我们采用PTP方式,即只需确定各段运动轨迹端点,而端点 (下转第27页)

4 结束语

反求工程是一出现比较迟的研究领域,但其应用领域迅速扩大,尤其是在军事领域具有广阔的应用前景。反求工程的含义不仅仅是反求产品结构的原始设计意图,而是反求与产品设计相关的全面信息,反求结果也不局限于追求设计内容与反求对象的形似或者神似,而是能够找出反求对象的设计瑕疵并克服之进而设计生产出更加理想的产品来。反求工程的一个关键点是曲面重

构,曲面插值是针对非均匀型值点云曲面重构较有效的一种算法,但要实现更为复杂的曲面重构,还需进一步的研究。

参考文献:

- [1] Tamas Varady ,Ralph R Martin ,Jordan Cox.Reverse Engineering of Geometric Models—an Introduction.CAD,1997,4.
- [2] 田晓东,等.带有精确截面信息的一种曲面重构方法[J].模具技术, 2001, 27.
- [3] 施法中.计算机辅助几何设计与非均匀有理 B 样条[M].北京:北京航空航天大学出版社,1994.

An Algorithm of Surface Interpolation in Reverse Engineering

ZHANG Wen-Xin, HUANG Yang, PAN Wei-Guo

(The First Aeronautic Institute of Air Force, Xinyang Henan 464000, China)

Abstract: This paper puts forward a reconstruct method accordingly based on different features of data set. That is, an algorithm of surface interpolation is achieved. The knots vectors are established, via Accumulative Chord Length method. So the precise surface can be attained.

Key words: reverse engineering; surface reconstruction; NURBS; surface interpolation

(上接第 10 页)

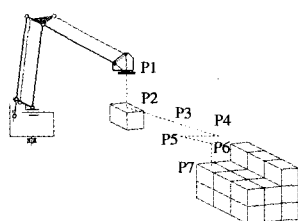


图 6 示教码垛流程

Fig.6 Demonstration stack processes

之间的连续运动轨迹 (CP) 由规划部分插补运算产生,以图 6 所示的码垛流程为例,说明编写程序的步骤: P1—机械手的初始位置; P2—物品最初放置位置; P3—首次旋转后的机械手位置; P4—机械手首次伸长后的点; P5—最终旋转后的机械手位置; P6—机械手最终伸长后的点; P7—下降位置点,一次动作完成。我们将编辑程序点间的轨迹插补方式和再现速度,确认后存储(此时系统将记录当前位姿参数、插补方式和再现速度等数据,以便再现时调用这些数据)。

5 结论

本文介绍码垛机器人应用完善的、标准化的产品作为设计的基础,不但可以缩短研制周期,还可大大提高

产品的可靠性,同时,体系结构、硬件软件的兼容性,为产品系统软件的开发提供了便利。分布式控制结构的引进使得示教功能的扩展成为可能,并且可以实现由主控计算机协调各关节的运动,准确地跟踪轨迹规划所给定的空间轨迹并通过码垛关键参数的输入和码垛空间判断,建立离线编程的模型,针对已有的示教再现作业方式,工作量大,示教点多等问题,分析了机器人码垛的路径规划过程,实验结果证明,该机器人可实现物料的搬运、存储、装卸、运输等物流活动,同时也能加快物流的速度,保护工人,完全满足了现代物流自动化的需求。

参考文献:

- [1] 孙迪生,等.机器人控制技术[M].北京:机械工业出版社,1998.
- [2] 曹彤,员超,孙杏初.电视机搬运码垛机器人应用研究[J].机械设计与制造,2002,2.
- [3] 曾孔庚,王宏庆,丁原彦.高速机器人搬运码垛系统构成及技术特点[J].机器人技术及应用,2001,4.
- [4] 蔡自兴.机器人学[M].清华大学出版社,2000.
- [5] 杨汝清,高建国,胡洪国.高速码垛关键技术研究[J].高技术通讯, 2004,1.

Palletizing Robot Control System Design and Implementation

LI Cheng-Wei, YUN Chao

(Beijing University of Aeronautics and Astronautics Robot Institute, Beijing 100083, China)

Abstract: This paper introduced the mixed stack of bodies moving robot control system design and implementation methods, according to the work site of the actual demand, the offline-stacking process was studied by stacking the key parameters of inputting and stacking space Judgment, the basis for the establishment of off-line programming is a robot stack the path planning, control system using industrial PC (IPC) as the main computer, the use of distributed control structure to achieve the second system of monitoring and operations management, coordination of Joint movement, accurately track trajectory planning. Software systems use the PLC programming to control robot gripper and independent development palletizing robot control software, by stacking the key parameters of the inputting and teaching-playback operations, the actual results prove the effectiveness and reason of control systems.

Key words: off-line programming; hardware control system; PLC control; demonstration control box