

工业机器人离线编程及 无碰撞路径规划系统的开发研究

赵葛霄 邹仁海 陈广成 姚正培
广东工业大学 FMC 中心, 广东 广州 510643

TP242.2

摘要:基于柔性制造单元中的 IRB3400 型工业机器人, 开发了离线编程和无碰撞路径规划的软件系统。软件应用后, 可提高编程效率及有效防止碰撞的发生。

关键词:工业机器人; 离线编程; 路径规划

无碰撞路径规划

中图分类号:TH242.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-2265(2000)06-0015-02

Development and research for the system of off-line programming and collision-free path planning

Zhao Gexiao Zou Renhai Chen Guangcheng Yao Zhengpei

Abstract:Based on the industrial robot IRB3400 in FMC, a software system of off-line programming and collision-free path planning is worked out. The efficiency of programming can increase and the collision of robot can avoid effectively when the system is used.

Key words: industrial robot; off-line programming; path planning

1 前言

随着机器人技术的研究发展, 其应用领域不断扩大深入, 在现代工业生产中扮演着越来越重要的角色。在机器人应用系统中, 机器人任务编程是一个关键环节。早期机器人任务程序主要是以在线示教方式编制的, 这种方式有两个缺点, 一是影响整个系统的工作, 因为编程时必须中断机器人的运行, 而这在柔性制造系统或集成制造环境中是不允许的; 二是以在线示教方式编制机器人程序, 由于人为错误, 机器人运行时可能与环境设备相碰撞, 从而造成损失。为了克服上述缺点, 一般通用的工业机器人均设有离线编程接口, 离线编制的机器人程序可以通过此接口装入机器人控制器。离线编程的优点在于其有极大的灵活性, 良好的安全性和较低的成本。而机器人运动规划过程, 一个最重要的问题是要预见性地检测机器人在运动过程中是否与周围环境发生碰撞。近几年来, 计算机技术在工业生产中的应用, 使生产的自动化程度越来越高, 将计算机与机器人任务编程和路径规划结合起来, 提供一个使用方便、性能优越的工作系统, 具有很大的实用意义。本文基于广东工业大学 FMC 中心柔性制造单元的作业环境, 以 IRB3400 型工业机器人为对象, 开发设计了一套离线编程和无碰撞路径规划的软件系统。

2 IRB3400 型工业机器人简介

IRB3400 系列机器人是瑞典 ABB 公司 90 年代的产品^[1]。根据手腕活动距离和夹持重量, 分为三种规格, 本系统使用的为 IRB3400/1.95-30 型, 即机器人手腕中心与基座中心最大活动距离为 1.95 米, 最大夹持重量为 30 公斤, 外形如图 1。该机器人共有六个旋转自由度, 在柔性制造单元中负责加工机床的装料和卸料。该柔性制造单元的加工设备由一台车削中心和一台立式加工中心组成, 采用直线方式布置, 机器人可在导轨上行走, 因此, 系统中的机器人多了一个行走自由度。柔性制造单元示意图如图 2。

3 离线编程系统

IRB3400 型机器人的编程采用机器人任务编程语言——RAPID^[2]。该语言具有一般计算机高级语言的特点, 可读性很强, 语句包含了机器人工作过程的所有状态, 具有逻辑判断、循环等功能。该语言还有许多内部函数供选择, 也可以将机器人经常重复进行的一些动作编制成子程序供以后调用。在本系统中, 离线编程方式有两种:

(1) 普通编程 该方法与示教盒上的编程方式基本相同。将编程语言中的所有语句和函数分类并在编程界面中即时显示, 编程过程中用到某个语句时, 先进

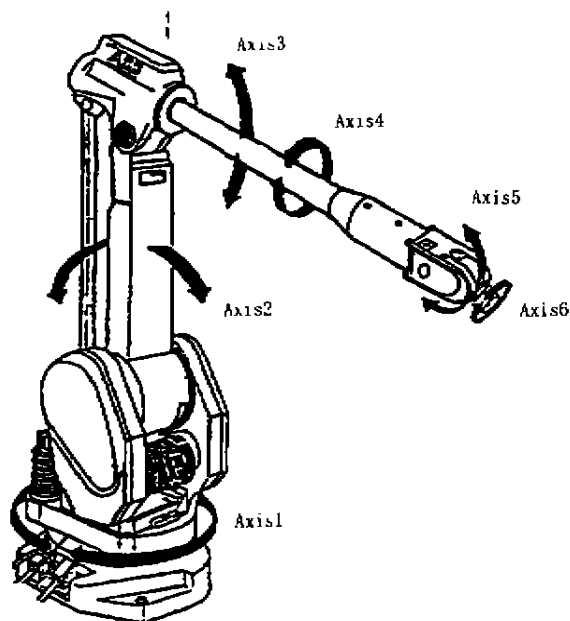


图1 IRB3400型机器人外形

行参数设置,然后再将该语句加入到程序中。当然,这种方式也可以逐字输入程序。

(2)快速规划 由于在固定的制造系统中,机器人的工作大多数是重复进行的。尤其在柔性制造单元中,机床、进出料站、暂存站等的位置固定,因此,可以将这些多次重复的程序事先制作成程序块,在编程的时候对它们进行“装配”,实现机器人程序快速规划。本系统开发的快速规划界面如图3。

4 无碰撞路径规划

4.1 坐标系及数据库的建立

系统采用的坐标系在两个,一是以机器人在导轨上的 Home 位置为原点的世界坐标系,另一是以机器人基座中心为原点的基座坐标系,两坐标系均为直角坐标系,根据机器人在导轨上的位置可以建立两个坐标系之间的变换关系。本系统所使用的数据文件共有三个:①Data1.txt 存储进料站各工位、机床夹具中心以及出料站工位等的坐标参数;②Data2.txt 存储周围环境及各工作机构上特征点的坐标参数,例如,进出料站外形、机床外壳、工作台及其配套机构、地面、墙壁和天花板的特征参数等;③Data3.txt 存储基于基座坐标的各参数,例如,随机器人一起移动的各暂存站工位、机器人机身上各特征点的参数、机器人夹具参数等。数据库中的参数是对机器人程序进行检验的依据,在硬件及作业环境改变时可以进行修改、增加或删除。

4.2 碰撞检测

机器人无碰撞路径规划有多种方法,

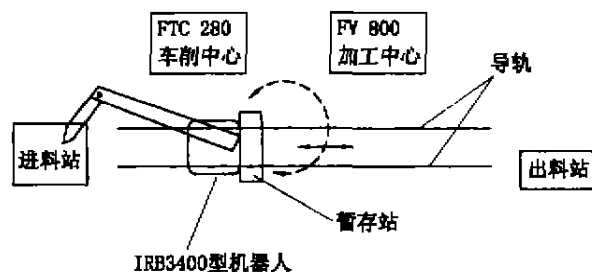


图2 柔性制造单元示意图

比如投影法^[3]、公共面法等^[4]。这些方法各有优缺点,但复杂程度较高,难以投入实际应用。本文在上述研究成果的基础上,采用一种简便但又能满足本系统精度要求的方法。该方法首先将作业环境中的障碍物抽象为简单的凸多面体或凹多面体,然后对一些复杂的设备,再加设一些特征点、线或面。比如车床,先简化为一个简单的凹面体,再将卡盘、刀库盘简化为圆柱体,顶尖简化为基本圆柱体及特征点,床身上的突出部位用特征点表示。作业环境中的其它对象则比较简单,比如进料站、出料站简化为长方体,地面、墙壁和天花板简化为平面等,对难以表达的对象则选取特征点进行描述。对于机器人,由于在固定轨道上行走,腰及底座不考虑碰撞问题,机器人的手即夹具部分,选取周边八个点作为特征点,大臂和小臂则简化为圆柱体。碰撞检测时根据程序的每一步运行,检验机器人各部分是否与作业环境中的对象发生碰撞,如果有碰撞发生,则中断程序运行,并给出碰撞对象、机器人碰撞的部位、程序中产生碰撞的语句等信息。编程人员根据这些信息对程序进行检查和修改后,再重新进行检验。由于柔性制造单元的作业环境相对固定,机器人的操作重复性大,因此,这种碰撞检测方法基本上可满足要求。

4.3 仿真系统

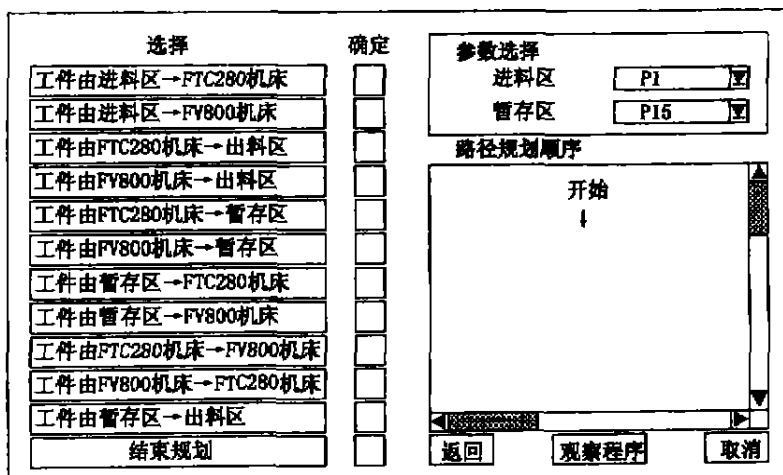


图3 离线编程快速规划窗口 (下转第49页)