

弧焊机器人虚拟示教编程系统

陈焕明,熊震宇,刘 频

(南昌航空大学 焊接工程系,江西 南昌 330063)

摘要:以 MOTOMAN-UP20 弧焊机器人为研究对象,建立了基于 ROTSYS 的弧焊机器人虚拟示教编程系统。介绍了该系统的组成和虚拟示教编程的详细过程。采用客户/服务器通信模式,通过以太网实现了弧焊机器人的远程控制。对马鞍形焊缝轨迹进行动态仿真,结果表明该系统是可行的,通过虚拟示教功能可以实现焊缝路径的规划和机器人程序的自动生成。

关键词:弧焊机器人;虚拟示教;离线编程;路径规划

中图分类号:TG409

文献标识码:A

文章编号:1001-2303(2008)06-0031-03

Research on virtual teaching programming system of arc welding robot

CHEN Huan-ming, XIONG Zhen-yu, LIU Pin

(Department of Welding Engineering, Nanchang Hangkong University, Nanchang 330063, China)

Abstract: Based on MOTOMAN-UP20 arc welding robot, a virtual teaching programming system of robot with ROTSYS was established. The system composition and the detail procedure of virtual teaching programming were described. Using client/server communication mode, robot remote control was achieved through Ethernet. Through saddle-shape weld simulation experiment, the results show that the system is feasible, and it can plan the welding paths and build the robot program automatically with the virtual teaching function.

Key words: arc welding robot; virtual teaching; off-line programming; path planning

0 前言

弧焊机器人的编程方法有两种:在线示教编程、离线编程。目前生产线上多数仍采用在线示教编程,这种编程方法简单方便,但大量占用机器人的有效工作时间,降低设备的使用效率,无法体现机器人的优越性^[1]。为了提高企业竞争力和市场反应速度,解决此问题的有效途径之一是采用离线编程^[2-5]。机器人虚拟示教编程的基本思想是利用计算机图形仿真技术,构造虚拟机器人及其工作环境,在虚拟模型中引入机器人机构和场景,对机器人的行为及其场景的交互加入约束条件,使之更自然、真实。同时操作者能够操纵机器人在场景中移动,可以选择不同的观察角度,从不同的侧面观察机器人的运动情况。操作者面向虚拟环境,通过相应的人机接口在计算机屏幕上引导虚拟机器人末端执行器运动,

进行虚拟的在线示教,产生机器人作业轨迹,由此生成机器人语言程序,并进行相应的仿真与优化,通过网络接口传给机器人执行。本研究对 MOTOMAN-UP20 弧焊机器人进行虚拟示教编程,通过局域网来实现弧焊机器人的远程控制。

1 系统组成及工作环境

系统主要由客户机、主控计算机(服务器)、机器人控制柜 XRC、六自由度机器人 UP20 和变位机等几部分组成,如图 1 所示。客户机、主控计算机和控制柜 XRC 之间通过局域网以太网连接。在客户机上完成虚拟示教编程,仿真验证后生成机器人作业文件,将作业文件通过网络上传到主控计算机;由主控计算机接受客户机的要求,实现示教、再现、程序下载、起动运行等功能,从而使机器人完成给定的作业序列。

系统软件实现的功能有:机器人及其工作环境的三维建模、运动学计算、轨迹规划、焊接参数规划、虚拟示教编程、碰撞检测、动态仿真及与机器人

收稿日期:2008-05-26

基金项目:航空科学基金资助项目(02H56007)

作者简介:陈焕明(1958—),男,福建龙岩人,教授,主要从事焊接自动化方面的研究工作。



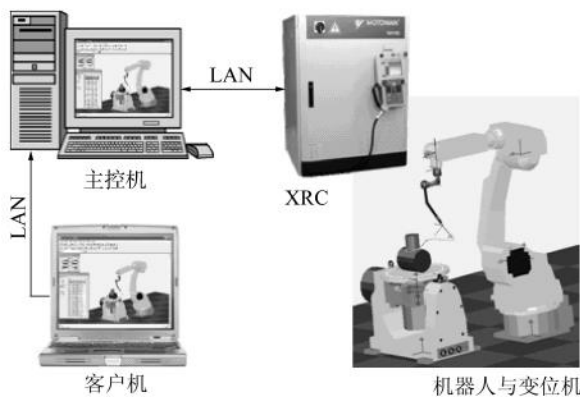


图 1 虚拟示教编程系统

通信。采用 VC++ 在 Windows 环境下编程,建立系统交互式操作界面,将现有的 ROTSY 软件和通信软件 MOTO COM32 整合在一起,操作方便,界面友好。ROTSY 软件动态仿真功能强,但计算功能弱,为此增设了运动学计算功能,以弥补其不足。

为了实现虚拟示教编程,首先要建立弧焊机器人几何模型,有了正确的运动学模型,才能控制机器人系统的运动。机器人及其工件的三维建模一般有三种方式:(1)内置建模;(2)从模型库导入;(3)从其他应用程序文件转换,如通过 CAD 软件创建模型。本研究在 ROTSY 软件平台上进行二次开发,在 ROTSY 系统视窗中建造一个虚拟的机器人工作环境,包括 UP20 机器人、焊枪、变位机、焊接工件等几何模型。

2 虚拟示教编程方法

对于简单的焊缝轨迹,系统采用简单直观的虚拟示教进行焊缝轨迹规划,即直接用鼠标点击虚拟工件模型上焊缝某一点,虚拟机器人的末端执行器焊枪随即到达该点位置,若该位置已超出机器人工作范围,系统提示出错。机器人当前位置六个关节的脉冲值作为轨迹特征点,存于程序编辑段中,如图 2 所示。这些点的集合组成机器人运动轨迹。

ROTSY 软件具有较强的动态仿真功能,但其计算功能较弱,因此对于复杂焊缝轨迹,如马鞍形曲线焊缝,首先用 Matlab 软件计算求出焊缝轨迹上编程点的空间坐标及其对应的机器人末端姿态(偏航角 R_x 、俯仰角 R_y 和滚动角 R_z),Matlab 的计算结果作为 ROTSY 的数据源。然后借助于 ROTSY 换算为六个关节角的脉冲值。

机器人沿着空间直线或者圆弧运动时,机器人末端的姿态和位置都在不断变化,这时需要进行插

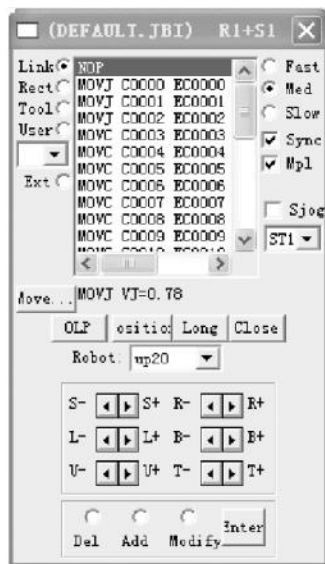


图 2 ROTSY 的编程框

补。直线插补和圆弧插补是机器人轨迹规划系统中不可缺少的基本插补算法,也是机器人轨迹规划中最常用的规划方法。对于非直线和非圆弧轨迹,可以采用直线和圆弧来逼近,以实现这种轨迹。编程点位置的选取一般遵循以下原则:在指定的焊缝区段内,在编程点之间用直线进行插补,因此用直线代替圆弧所产生的误差应在允许范围之内;同时,随曲线段的曲率不同,相应编程点的间距也不同;在焊缝曲线弯曲程度较大的区段,选取较短的直线段代替曲线,而在焊缝曲线平滑的区段,编程点的间距可大一些。ROTSY 具有以下插补功能:

(1)关节插补。机器人在未规定采取何种轨迹移动时,一般使用关节插补,其命令为 MOVJ。出于安全方面的考虑,通常在程序点上用关节插补,通过移动单一关节来插补。

(2)直线插补。用直线插补示教的程序点,以直线轨迹移动,其命令为 MOVJ。一般是以匀速直线运动来实现。对于简单的直线运动只要两个特征点就可以定下来。为避免碰撞,一般还会取几个特殊点。

(3)圆弧插补。用圆弧插补示教三个程序点,执行圆弧轨迹移动,其命令为 MOVJ。

(4)自由曲线插补。需用自由曲线段时,可示教三点,执行抛物线轨迹移动,其命令为 MOVJ。

3 运动轨迹的仿真与实验

由于虚拟机器人与实际机器人的几何尺寸和运动学规则相同,对机器人运动轨迹的仿真与采用实际机器人调试具有等效性。于是,所有示教点输入

结束后,回放再现,验证整个作业过程,通过对机器人运动轨迹的三维动态仿真来观察机器人程序的运行情况,检验是否出现碰撞、奇异位置、速度是否合适等。马鞍形曲线焊缝轨迹动态仿真的结果如图3所示。

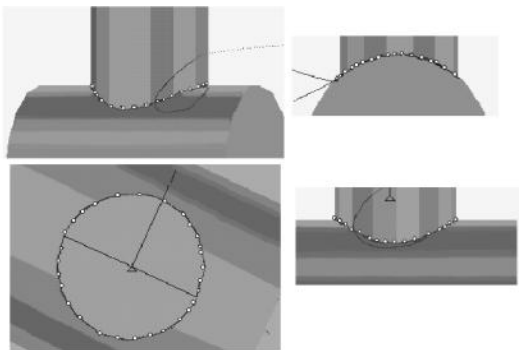


图3 马鞍形焊缝轨迹仿真

根据仿真结果,对程序中少数编程点进行虚拟示教修正,以达到满意效果。修正方法有三种:

(1)直接用鼠标点击虚拟工件的焊缝上的某一点,虚拟机器人的末端执行器焊枪随即到达该位置。机器人当前位置的六个关节的脉冲值作为轨迹特征点,存于程序编辑段中,即完成该点的插补修正。该方法直观快捷,但误差较大。

(2)通过 ROTSY 中的 Axis6 坐标编辑框来编辑插补点的坐标,如图4所示。引导机器人末端执行器焊枪准确定位,通过 R_x 、 R_y 、 R_z 调整末端执行器的位姿从而使焊缝轨迹更精确。

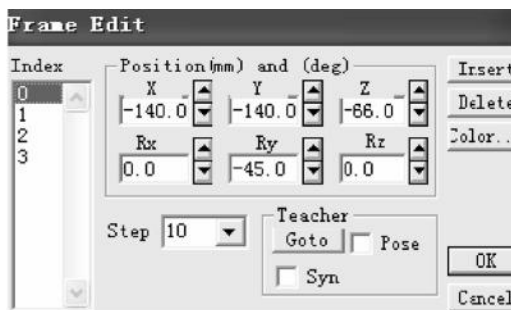


图4 焊枪位置和位姿编辑

(3)通过 ROTSY 中的 Pulse 调整末端执行器的位置和位姿来示教。减少变量 Active 的值可减小各关节(S,L,U,R,B,T)的移动脉冲值,如图5所示。从而使末端执行器更能精确地示教到所需的插入点,进行更精确的位姿示教。

完成虚拟示教编程后,系统会在“机器人名”文件中自动生成 DEFAULT.JBI 文件。这个文件就是导入现实机器人控制柜中的作业文件。采用客户

机/服务器通信模式,调用 MOTOCOM32 中的库函数,将客户端作业文件上传服务器,并控制作业下载和运行。试焊结果如图6所示。

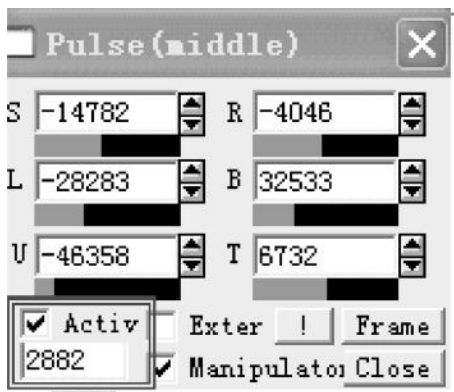


图5 六个关节角的脉冲值

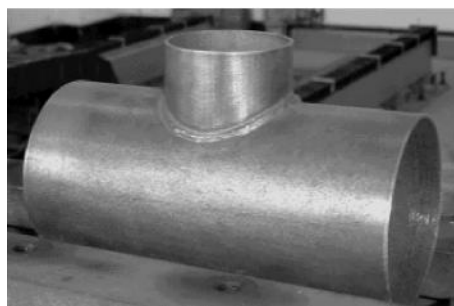


图6 试焊的马鞍形焊缝

4 结论

建立了基于 ROTSY 的弧焊机器人虚拟示教编程系统。以 MOTOMAN-UP20 弧焊机器人作为研究对象,对马鞍形焊缝轨迹进行虚拟示教编程。用 Matlab 软件计算出焊缝轨迹的空间位置,将计算结果作为 ROTSY 的数据源,并结合鼠标点击虚拟示教和轨迹插补示教的方法来修正仿真结果。将虚拟示教编程生成的作业文件下载到机器人控制器,进行试焊。实验结果表明该系统是可行的。

参考文献:

- [1] 唐新华,Paul Drews.机器人三维可视化离线编程和仿真系统[J].焊接学报,2005,26(2):64-68.
- [2] 何广忠,高洪明,张广军,等.机器人弧焊离线编程系统协调运动的实现[J].哈尔滨工业大学学报,2005,37(6):813-815.
- [3] 王克鸿,刘永,徐越兰,等.弧焊机器人离线编程系统[J].焊接学报,2001,22(4):84-86.
- [4] 陈志翔,黄勇,殷树言,等.弧焊机器人离线编程系统分析与设计[J].机械工程学报,2001,37(10):104-106.
- [5] 唐新华.焊接机器人的现状及发展趋势(一)[J].电焊机,2006,36(3):1-5.

专题讨论——焊接机器人与先进焊接设备