

视觉反馈系统的直角坐标式机械手研制与应用

田素玲

黑龙江东方学院 黑龙江哈尔滨 150060

摘要: 根据“中国制造2025”战略发展目标,广泛应用于智能制造行业。直角坐标机器人其工作效率高,稳定性好,一直在码垛方面占有重要地位。本文设计一种基于视觉反馈的直角坐标机器人系统,给机器人加上“眼睛”使得机器具有“人工视觉”。首先,进行机械结构设计,搭建系统框架,并对机器人进行运动学分析,得出最有结构。之后,搭建控制系统硬件,设计PID控制器。最后对香蕉拍摄图像进行预处理,并运用相应软件完成图像处理,和相机于机器人之间的通讯。

关键词: 视觉反馈; 直角坐标; PID调节

直角坐标机器人作为一种应用广泛的控制类机器人,一般具有2到4个自由度,大多数自由度主要用于实现水平或垂直运动,各个轴之间相互垂直,整个工作空间为长方体或正方体,因此它的主要运动单元一般为直线运动单元,同时配合相应的末端执行机构、动力驱动装置、传感检测机构和控制系统组成整个机器人系统。^[1]

一、直角坐标机器人系统的机械结构设计

目前市场上应用最多的机器人主要是六轴机器人和直角坐标机器人。六轴机器人具有工作范围广,灵活性好等优点,但其效率不高,控制系统复杂,不适合高速运动的场合;直角坐标机器人主要在直角坐标系内进行直线运动或转动,具有运动形式简单、控制方便、速度快、效率高、经济性好等特点。

直角坐标机器人一般主要由动力驱动机构、传动机构和执行机构等组成。主要由步进电机或伺服电机提供动力,考虑到精度要求及经济性,最常见的是采用步进电机进行控制。传动机构主要是将电机输出的旋转运动变成直线运动,并进行适当的减速,常见采用蜗轮蜗杆,同步带及丝杠螺母机构,考虑到传动效率、及精度的要求本次设计中采用丝杠螺母机构。

由于直角坐标机器人主要在直角坐标系中完成运动,因此采用三自由度,包括X、Y、Z三个相互垂直的运动

轴,为了保证稳定性采用龙门式结构,同时可配合相应的视觉传感检测机构及末端执行机构完成搬运、钻孔和攻丝等工作。^[2]机器人模型如图1.1所示。

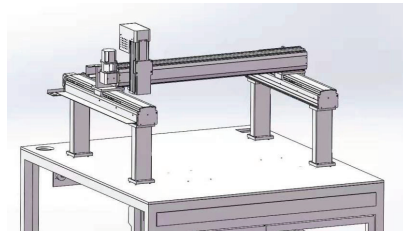


图 1.1 机器人模型

可见,整个机构每个自由度都是由步进电机带动滚珠丝杠螺母机构来实现X轴、Y轴和Z轴的移动,最底层为X轴,可实现前后移动;Y轴上位于X轴上,跟随X轴一块移动,同时独立控制左右方向移动;同理Z轴位于在Y轴上,可实现上下移动,总体完成矩形运动的工作空间。

二、直角坐标机器人的运动学分析

将整个机器人的工作空间水平面和垂直面,整个运动学分析通过笛卡尔坐标系在这两个面内进行。^[3]对直角坐标机器人建立坐标系,连杆的坐标系,变换后示意图如图1.2所示。

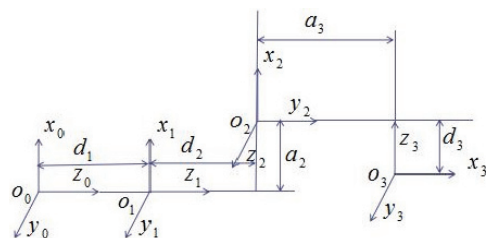


图 1.2 变换后的连杆坐标系

作者简介: 田素玲(1981-06—),女,汉族,黑龙江哈尔滨市,黑龙江东方学院,讲师,硕士,研究方向:机电一体化。

基金项目: 校级科研项目—全自动多功能护理床(项目编号: HDFKY200121)。

进行相应的矩阵变换:

$$A_i = \begin{bmatrix} c\theta_i & -c\alpha_i s\theta_i & s\alpha_i s\theta_i & \alpha_i c\theta_i \\ s\theta_i & -c\alpha_i c\theta_i & -s\alpha_i c\theta_i & \alpha_i s\theta_i \\ 0 & s\alpha_i & c\alpha_i & d \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1-1)$$

同时要要进行机器人的逆运动学分析,即已知末端机构位姿,求解各个关节参数的变化量,根据“最短行程”的原则,可求得连杆的最短位移量。

三、直角坐标机器人运动控制研究

(一) 控制系统硬件

整个机器人的控制系统主要由上位机和单片机等组成。上位机可用PC机,主要进行算法运算,指令传输和控制,单片机主要进行运动控制,单片机可采用51系列或者DSP系统。

(二) 运动控制算法

本设计直角坐标机器人的主要配合视觉传感器使用,对整个控制系统要求精度高并且性能稳定。通过经典控制理论设计PID控制器。

位置偏差 $e(t)$ 由期望末端位置 $r(t)$ 与末端当前位置 $y(t)$ 构成

$$e(t) = r(t) - y(t) \quad (1-2)$$

进行计算后,可得到被控对象的控制值 $u(t)$

$$u(t) = K_p \left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right] \quad (1-3)$$

式中: K_p - 比例系数, T_i - 积分时间, T_d - 微分时间。

机器人通过采样点进行直线拟合完成路径规划。

四、视觉系统

(一) 视觉系统

视觉系统的硬件部分主要包括相机和光源。

相机主要常见的为CCD相机和CMOS相机,针对工业相机的特点,CMOS相机的集成度更高,功耗更低,性价比更好,因此选用海康威视工业相机MV-CA060-11GM型黑白CMOS相机。该款相机的分辨率为 3027×2048 ;

在整个视觉系统中需要由合适的光源,才能将要拍摄的图像清晰表达出来,本系统采用LED光源。LED光源具有形式多样、能耗低、寿命长等特点。本项目中采用环形红外光源。

采用双线性插值法进行边缘检测,提取相应边缘点后,在水平方向和垂直方向上进行线性插值,并将获取值提取为该点待插像素点的灰度值。

(二) 视觉实验

对边缘检测算法实验的平台使用的是机器视觉软件—Halcon。实验背景选用汽车音响的螺钉锁紧机构,对螺钉是否安装进行识别检测。图1.3是在视觉识别装置。

采用黑白相机取图,采用条形光源,并用MVS对产品进行初步定位,采用专业VisionMaster专业软件工具对产品作检测识别。

检测效果如图1.4所示。



图1.3 视觉检测装置图

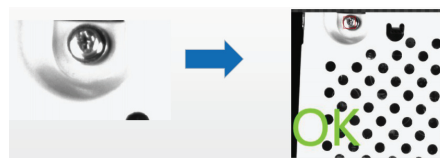


图1.4 检测效果如图

(三) 推广应用价值

随着工业的自动化水平越来越高,机器人的使用率也越来越高。国内外很多学者对视觉引导技术和轨迹规划技术做了大量的研究,但是将视觉引导技术在直角坐标机器人的轨迹规划中用的很少。直角坐标机器人是机器人分类中很重要的一部分,直角坐标机器人具有结构简单,紧凑,可以适应高强度工作,工作范围可选,运行稳定的特点。因其高精度,高可靠性,得到广泛应用。本课程研究的直角坐标机器人将应用到自动拧紧螺钉机构中。

结束语

本文设计的机器人是在直角坐标机器人的基础上融合视觉检测技术,应用到螺钉机构,使得工作更加智能化,可以应用到不同的产品装配,应用范围更广,同时,有效的提高自动拧紧螺钉机构的准确率,减少废品率,提高生产效率和产品合格率,具有广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 魏哲.视觉引导工业机器人运动轨迹规划与控制技术研究[D].沈阳建筑大学,2020.
- [2] 连宇民.CANDU-6核燃料芯块烧制自动上下料系统研制及其应用[D].湖南大学,2017.
- [3] 卢成锦.一种带操作臂的全方位移动焊接机器人运动规划和控制系统设计[D].南昌大学,2021.