

基于直线插补的机器人的轨迹规划与实现

张玉硕 冯暖 李东阁 李天奇 林世超

(辽宁科技学院 辽宁 本溪 117004)

[摘要]工业机器人是世界上重要生产工具,是现在自动化领域的新技术和机械制造业中的重要部分,对于人们有着重要的意义和作用,具有高度的应用性、智能性等。对于工业机器人的轨迹规划一直受到人们的关注。本文基于matlab下直线插补使机器人末端执行器平滑的从A点移动B点,同时采用姿态插补算法进行机器人的轨迹规划,从而减少机械损耗以及减少工作成本。

[关键词]直线插补;姿态插补;matlab

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.03.309

1 直线插补算法

此方法用等时间间隔的空间直线插补,是在一个确定的时间间隔 ΔT 内完成一次插补的计算,为运动提供数据。但是该方法仅用于理论上的轮廓是直线的插补方式,如果不是直线可以把该曲线用一段直线段去逼近,从而直线段就可以使用直线插补的方法了。机器人控制器得到数据,控制各关节完成运动,使机器人执行器末端经过规划的插补点。

1.1 插补原理

这种对机器人的末端机械手进行了笛卡尔坐标系下的描述,位置插补就是求出一个插补周期内机器人末端执行器从当前的位置 (x_1, y_1, z_1) 沿插补直线方向截取线段长 ΔL ,所达到的下个插补点位置。

1.2 直线插补算法

一般最简单的做法为,在已知空间直线的起始点S位置坐标为 (x_1, y_1, z_1) (x_2, y_2, z_2) 和插补次数N,则有

$$\begin{cases} \Delta x = (x_2 - x_1) / (N + 1) \\ \Delta y = (y_2 - y_1) / (N + 1) \\ \Delta z = (z_2 - z_1) / (N + 1) \end{cases}$$

对于机械臂运动只需要加上RPY角的变化。基于抛物线过渡(梯形加减速)的空间直线插补的核心在于归一化参数 λ 的计算,同时加入速度规划的物理条件和约束条件。因此得到的直线插补算法需要初始化的参数有机械臂末端线速度 v_s 、加速度 a_a 。需要计算得到的插值参数有总位移S和插值点数N。插值点数的计算公式: $N = P_n \frac{S}{v_s}$ 。其中 P_n 为插值参数,插值点数N和总位移S成正比,与机械臂末端的线速度成反比。如果位移越大,在速度不变的情况下,一定要保证更多的插值点才能对规划曲线进行有效的拟合。插值过程是一个等时间间隔的过程,插值点数越多,所需时间越长,程序执行时间越长。

2 姿态插补算法

2.1 姿态插补

姿态插补研究执行器的姿态问题在它的运动轨迹中。分为一般线性插值、正规化线性差值和球面线性差值。

2.2 四元数姿态插补

本文应用四元数来对刚体的姿态进行插补,单位四元数具有较小的计算量和方便插值的特点,更加适用于表达刚体的姿态变换。四元数的球面线性插补SLERP和传统的线性插值相似,它是沿着球体表面的圆形弧线进行插值而不是沿着直线进行插值,它可以在圆弧上进行等速插值,但是在转接点时速度会出现大的改变。一般来说线性插值可以满足大多数的情况,但是对于旋转来说线性插值效果不好。线性插值的旋转结果是不均匀的,这主要考虑的是旋转角度。如果两个单位四元数之间进行线性插值,得到的四元数一定不是单位

四元数,我们期望对于旋转的插值应该是不改变长度的,显然球面插值更为合理。

① 旋转最短路径:

解决方案:使用对比点之间的夹角的乘积的结果,结果为负四元数为负。

② 如果当夹角无限接近0时候将变为线性方程处理;

解决方案:对一个线性方程的值进行函数处理;

2.3 NLERP

NLERP是将Lerp的值单位化,NLERP正规化了线性插值,并将每一个t对应下插的四元数值存到一个数组里去,LERP这样插值出来只需要把它除以模长就可以得到单位四元数,前提是该插补角度接近0。

注意:Nlerp插值算法在单位时间内,Vt扫过的角度(角速度)是不同的,所以Nlerp插值不能保证均匀的角速度。

3 总结

本文在基于直线插补等算法的基础上研究机器人的轨迹规划问题,以实现机器人平滑的运动,在理论分析和matlab仿真的基础上得出此算法的优化可行。主要研究的三方面(1)为了使机器人的机械臂能更好的完成连续作业目标,采用直线插补的算法,目的是使电机平稳工作。(2)应用四元数进行姿态插补更好的实现机器人的机械臂的姿态变换,从而达到准确的控制运动。

本文还存在许多改进的地方。(1)直线插补还是有些局限性且误差较大,可以使用圆弧插补。(2)四元数算法是一种近似算法,计算中存在一定的误差,还需要进一步的对误差进行控制。本文在仿真平台上验证,如果落实到现实中的机器人中还需要考虑实时性问题。

参考文献

- [1]宋婧,六自由度机器人的运动优化和轨迹算法研究[D]武汉科技大学 2011
 - [2]王添 牛雪娟,基于单位四元数机器人多姿态轨迹平滑规划[D]2018
 - [3]杨淞,一种六自由度机械臂的运动控制系统设计[D]上海交通大学2014
- 基金项目: 课题项目: 教育厅科学研究经费项目: “基于共融合的移动机器人导航技术研究” L20201kyjc-06 (202007121)

作者简介:

张玉硕,男(2000.04.05-)辽宁省盘锦市,汉族,本科,辽宁科技学院2019级机器人工程专业学生,研究方向:机器人轨迹规划。

通讯作者:冯暖,女,(1981.07-)辽宁省锦州市,汉族,硕士研究生,副教授,工业机器人系统集成,多传感器融合技术。