

逐点比较法直线插补算法的研究*

The Research of Point-to-point Comparison Method of Linear Interpolation Algorithm

王为达 樊瑜瑾 韩 腾 槐建明

(昆明理工大学 机电工程学院, 昆明 650500)

摘 要: 插补算法是数控系统的核心技术也是关键性技术, 为了能够提高数控机床的性能, 人们一直在探求一种速度快、精度高的插补算法。该文针对传统逐点比较法存在的不足, 提出了一种新型插补算法, 对新型插补算法作了详细的阐述, 并对两种算法的具体插补实例进行分析。分析结果表明, 改进算法的插补速度、精度都要高于传统算法, 将改进算法应用于数控系统中有利于提高数控机床的性能。

关键词: 插补算法 数控系统 逐点比较法

DOI: 10.3969/j.issn.1007-080x.2013.09.009

Abstract: Interpolation algorithm for CNC system is the core technology and key technologies, in order to improve the performance of CNC machine tool, the interpolation algorithm has been in search of a quick speed and high accuracy. This paper presented a new interpolation algorithm for less than traditional point-to-point comparison method, and described the new interpolation in detail, then analyzed the concrete application of two kinds of algorithms. The analysis results indicates that improved algorithm of plug fill speed and precision are above traditional algorithm. The improved algorithm is applied to the CNC system will be helpful to improve the performance of NC machine tool.

Key words: interpolation algorithm CNC system point-to-point comparison method

0 引言

在数控机床中, 刀具或工件的运动轨迹是由小段折线构成的。计算机数控系统的一个基本的任务就是根据被加工零件的外形轮廓尺寸以及精度要求编制加工程序, 计算出机床的各运动坐标轴的进给指令, 分别驱动各运动坐标轴产生协调运动, 以获得刀具相对于工件的理想运动轨迹^[1]。插补就是数控系

统按照一定的方法确定刀具轨迹的过程^[2]。插补模块作为数控机床实现高速、高精度加工的控制核心, 数控系统中插补模块功能的大小、插补算法的好坏成为数控系统性能评价的重要指标^[3]。其运算速度和精度会直接影响数控系统的性能指标, 是零件加工速度和精度的决定性因素。插补的实质就是数据点的密化^[4,5]。插补是数控系统最重要的核心技术, 新的

* 基金项目: 科技人员服务企业行动项目(2009GJF30012)。

作者简介: 王为达 1987年生, 硕士研究生。研究方向为数控技术及数控的系统开发。

樊瑜瑾 1962年生, 博士, 教授。研究方向为摩擦学、CAE及计算机模拟技术。

韩 腾 1986年生, 女, 硕士研究生。研究方向为机电系统理论研究及应用。

槐建明 1985年生, 硕士研究生。研究方向为机电系统设计理论与方法。

插补算法对于数控系统是技术提高的关键。本文研究了插补算法中的逐点比较法,表明其插补速度、精度都优于传统算法,有利于提高数控机床的性能。

1 逐点比较法直线插补原理

1.1 插补原理介绍

数控系统对插补功能的基本要求包括^[6]: (1) 必须保证插补的精度,插补结果没有累积误差,局部偏差不能超过允许的误差; (2) 硬件插补要求控制电路简单,软件插补要求计算方法简洁、速度快; (3) 控制系统运行速度快且输出脉冲均匀; (4) 插补计算所需的原始数据较少。

插补运算所采用的原理和方法很多,目前常用的各种插补算法大致分为两类——基准脉冲插补 (reference-pulse interpolator) 和数据采样插补 (sampled-word interpolator)。基准脉冲插补又称为行程标量插补或脉冲增量插补,逐点比较法是其代表算法中的一种。逐点比较法是以折线来逼近直线或圆弧曲线。逐点比较法每走一步都要计算和判别加工的偏差,根据偏差来决定下一步的进给方向,控制坐标进给,减小加工出的曲线与理论曲线的误差,每走一步都要完成4个工作环节,如图1所示^[6]。逐点比较法过程清晰,插补误差小于1个脉冲当量,只要将脉冲当量取得足够小,就可达到加工精度的要求,在两坐标数控机床中应用较为普遍。

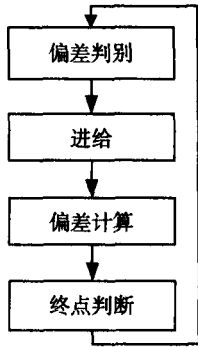


图1 逐点比较法的节拍

现以逐点比较法第一象限直线插补为例介绍插补原理。如图2所示,直线起点为坐标原点 $O(0,0)$, 终点 E 坐标为 $E(x_e, y_e)$, 动点为 $N(x_i, y_i)$ 。假设 N 正好处于直线 OE 上, 则有 $y_i/x_i = y_e/x_e$ 成立; 假设动点 N 处于 OE 的下方, 则有 $y_i/x_i < y_e/x_e$ 成立; 假设动

点 N 处于 OE 的上方, 则有 $y_i/x_i > y_e/x_e$ 成立。依此取偏差函数为 $F_i = x_e y_i - x_i y_e$ 。当 $F_i \geq 0$ 时, 向 $+x$ 方向进给一步; 当 $F_i < 0$ 时, 向 $+y$ 方向进给一步。根据上述原则从原点 $O(0,0)$ 开始, 每走一步算一算 F_i , 逐步前进, 直至终点 E 。终点判别常采用总步长法、终点坐标法和投影法。

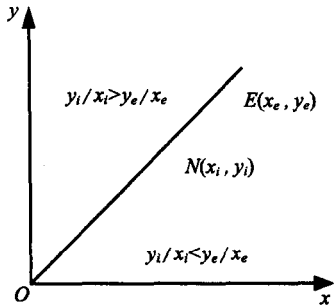


图2 逐点比较法直线插补

1.2 插补过程中的不足

从原理介绍可以看出, 传统的逐点比较法只能向 x 或 y 方向进给, 无法实现向 x 、 y 方向同时进给, 且插补的第一点从原点开始 $F_i = 0$, 插补的第一步总是向 $+x$ 方向进给, 这样对于终点在 y 轴上的直线插补会有有一个脉冲当量的误差。针对上述的不足, 本文提出了一种改进的逐点比较法直线插补算法。

2 改进插补算法

2.1 改进算法介绍

改进算法以已知直线的斜率为主线, 算出中间插补点与终点构成的直线斜率, 比较后者与前者的斜率差, 取差值最小者为该步的插补点。下面以第一象限的直线为例进行介绍。如图2所示, 直线起点 $O(0,0)$ 为坐标原点, 终点 E 坐标为 $E(x_e, y_e)$, 动点为 $N(x_i, y_i)$ 。首先计算从原点出发分别向 $+x$ 方向、 $+y$ 方向, $+x$ 和 $+y$ 各进给1步得到点的坐标, 分别为 $N_x(x_i+1, y_i)$, $N_y(x_i, y_i+1)$, $N_{xy}(x_i+1, y_i+1)$ 。这里设定直线 OE 的斜率为 K , 沿 $+x$ 方向进给得到的点 N_x 与终点 E 构成的直线斜率为 K_x , 沿 $+y$ 方向进给得到的点 N_y 与终点 E 构成的直线斜率为 K_y , 沿 $+x$ 和 $+y$ 方向进给得到的点 N_{xy} 与终点 E 构成的直线斜率为 K_{xy} ; 然后分别计算出 K_x 、 K_y 、 K_{xy} 与 K 的斜率差的绝对值。取 $U = |K - K_x|$, $V = |K - K_y|$, $W = |K - K_{xy}|$ 。比较 U 、 V 、 W 的值以确定中间插补点。插补过

程中有如下情况:

(1) 若 $U = W$ 且 $V > W$, 或 $V = W$ 且 $U > W$, 为提高插补速度, 插补沿 $+x$ 和 $+y$ 方向同时进给方向;

(2) 若 $U = V < W$ 且 $|x_e| > |y_e|$, 插补沿 $+x$ 方向进给;

(3) 若 $U = V < W$ 且 $|x_e| < |y_e|$, 插补沿 $+y$ 方向进给;

(4) 若 U, V, W 互不相等, 或(1)中且的条件不满足, 则插补沿最小值对应的方向进给。

以上提到的 4 种情况适用于其他 3 个象限。插补过程中每步都向 3 个方向进给, 最终根据 U, V, W 之间的大小关系, 确定插补方向即插补中间点。终点判别可以用总步长法和终点坐标法。具体的插补流程如图 3 所示。其他 3 个象限的插补流程与图 3 所示相似。

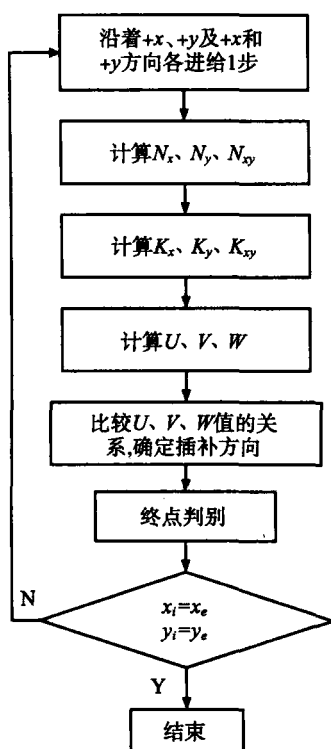


图 3 改进逐点比较法插补流程

2.2 插补轨迹对比分析

为便于直观地看出改进算法与传统算法的异同, 现以第一象限的两个插补实例进行对比分析。设直线 OA 是第一象限直线, 起点 $O(0,0)$, 终点 $A(0,4)$; 直线 OB 是第一象限直线, 起点 $O(0,0)$, 终点 $B(4,5)$,

5)。分别用两种算法进行插补。图 4 为改进插补算法的插补轨迹, 图 5 为传统算法的插补轨迹。对比可知, 改进算法解决了传统算法第一步总向 x 方向进给的不足, 可实现向 x, y 两个方向同时进给, 在一定情况下插补的步数减少。插补轨迹更加圆滑, 其插补速度、精度优于传统算法并且没有累计误差。

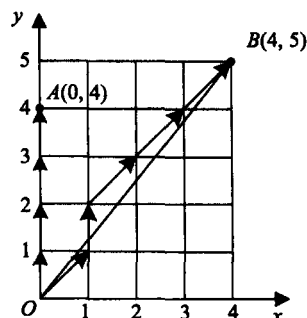


图 4 改进插补算法的插补轨迹

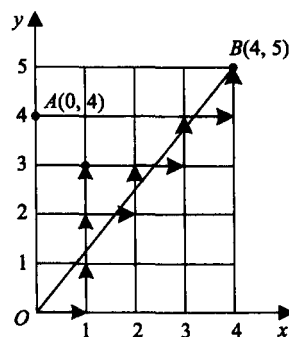


图 5 传统算法的插补轨迹

3 结束语

从制造业的需求和数控系统的发展来看, 精度和效率是当今制造技术的关键性能指标, 如何提高数控系统的性能是人们关心的热点问题, 而插补是数控系统的核心。本文针对插补算法中的逐点比较法做了一定的研究, 结果表明改进的算法在精度和插补速度方面都要优于传统算法。将改进算法应用于数控系统中, 则有利于提高数控系统的性能。本文对于更深入全面开展这方面的研究具有借鉴意义。

参考文献

- [1] YORAM KOREN. Computer Control of Manufacturing System [M]. New York: McGraw-Hill, 1983.

(下转第 64 页)

3.2.2 短消息收发实现

由于收发的短信中需要出现中文信息,所以短信模式选择所有手机均支持的 PDU (protocol description unit) 模式,编码方式采用 UCS2 编码,即 16 位宽的 Unicode 码。

首先,GSM 模块需要初始化设置:发送“AT”,检查与 GPRS Modem 的通信状态;发送“AT + CMGF = 0”,设置短消息模式为 PDU 格式;发送“AT + CMNI = 2,1,0,0,0”,设置为有新短消息时,立即发出新消息提示;发送“AT+W”,保存对 GPRS Modem 的初始化设置。

GPRS Modem 初始化设置完成后,开始准备发送报警短消息,同时进入短消息接收监控状态。

短消息发送时,单片机与 GPRS Modem 的通信过程如下:

(1) 单片机向 GPRS Modem 发送“AT + CMGS = <length>”;

(2) 单片机接收到“>”后,发送整个 PDU 数据串以及结束符 0x1A;

(3) 如果单片机接收“+ CMGS: <message reference>”和“OK”,表明短信已通过 Modem 成功发出。

接收查询短消息与回复的程序工作流程见图 10。

4 结束语

本文采用星形拓扑构建无线传感器网络,实时采集和处理各传感器数据,并将这些信息在 LCD 屏上显示;当出现异常情况时发出语音提示和声光报警,同时将报警信息通过 GSM 公共通信网络发送到指定的手机号码终端,以便及时采取措施;同时,系统也支持手机主动查询室内环境质量情况。实验测试表明,设计的室内环境质量智能监测预警和查询系统,运行稳定,实时性好,成本低,采集到的数据与实际数据误差在允许范围内。

(上接第 55 页)

- [2] 富大伟,刘瑞素. 数控系统[M]. 北京:化学工业出版社,2005.
- [3] 郑蓉建. 基于复杂曲线插补的数控关键技术的研究与实现[J]. 2008,9(2):77-79.
- [4] 梁静. 数控机床插补技术研究[D]. 沈阳:沈阳工业大

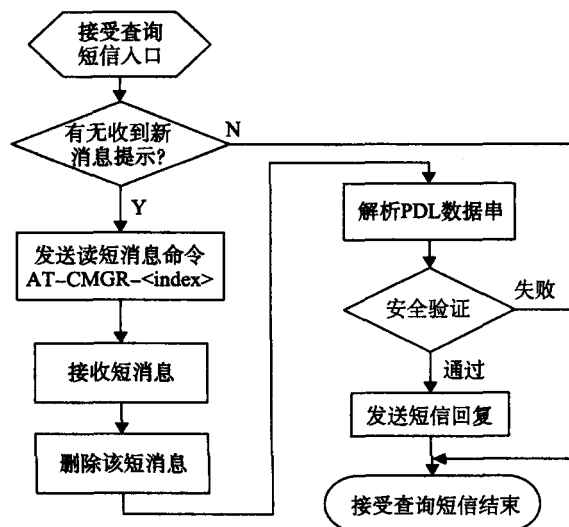


图 10 接收查询短消息与回复工作流程

参考文献

- [1] 缪希仁,谢礼龙. 我国智能家居的现状和发展[J]. 智能建筑,2010(2):17-18.
- [2] 郑志. 集散式建筑及社区空气质量监控系统[J]. 华侨大学学报(自然科学版),2004,2(2):184-187.
- [3] 周游,方滨,王普. 基于 ZigBee 技术的智能家居无线网络系统[J]. 电子技术应用,2005(9):37-40.
- [4] 陈立伟,杨建华. 物联网架构下的室内环境监控系统[J]. 电子科技大学学报,2012,41(2):265-268.
- [5] 杨利平,龚卫国,李伟红,等. 基于网络技术的远程智能家居系统[J]. 仪器仪表学报,2004,25(2):308-311.
- [6] 孙雨耕,张静,孙永进,等. 无线自组传感器网络[J]. 传感器学报,2004,17(2):331-335.
- [7] 沈晓昱,李文军,孙斌. 基于 ZigBee 的工业仪表无线数据采集系统的设计[J]. 工业控制计算机,2009,22(11):1-3.
- [8] 霍雷,刘盛德,胡咸斌. ZigBee 技术及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [9] 陈亮,李汪洋,吴国樟. 基于 SMS 远程控系统[J]. 计算机科学,2011,38(10):421-423.

学,2007.

- [5] 周凯,陆启建. 高数高精度采样插补技术[J]. 中国机械工程,1998(9):15-18.
- [6] 王爱玲,刘永姜. 数控原理及数控系统[M]. 北京:机械工业出版社,2006.