

文章编号:1007-6492(1999)02-0070-03

数字化采集数据的模型特征提取

徐旭华, 刘 凯, 杨开明, 候伯杰

(郑州工业大学机械与电子工程学院, 河南 郑州 450002)

摘 要: 数字化处理软件生成的 CNC 代码应用于数字化加工时, 存在着刀具轨迹不一致的问题。根据进给位置和模型边界的特征, 运用转角法识别原理, 识别出模型的边界, 以剔除数字化采集数据中模型边界以外的数据。该方法对采集的数据进行离线处理, 可显著提高刀具轨迹的效率 and 数字化加工效率。实验表明, 该方法效果良好, 在数字化加工中有一定的推广价值。

关键词: 数字化; 刀具轨迹; 特征提取

中图分类号: TH 161 **文献标识码:** A

0 引言

现代数控仿形铣床具有数控、仿形和数字化三大功能, 是模具和复杂形状工件制造必不可少的设备。但是在应用数字化技术加工边界特征很复杂的工件时, 刀具轨迹的效率问题一直没有得到很好的解决。如果数据采集沿 YZ 平面进行, X 向周期进给, 则采集区域是矩形区域, 如图 1 所示。按照此区域进行数字化加工, 刀具轨迹有一部分在模型边界轮廓以外, 这一部分不需要加工, 按照矩形区域进行加工, 显然影响了数字化加工的效率, 这就是刀具轨迹的效率问题。更糟的是, 刀具沿着边界轮廓以外不需要加工的区域走刀时, 很容易划伤加工零件的外轮廓表面, 从而导致数字化加工精度的下降。

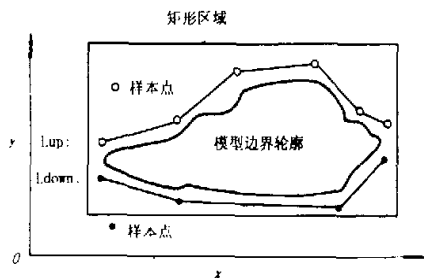


图1 软电位线设置方式

对于这个问题, 国外著名的数字化仿形系统生产厂家, 如意大利的 Fidia^[1], 英国的 Renishaw

都是在数字化采集时, 采用软电位线法来限定任意曲线边界, 从而提高仿形数字化加工的效率。具体实现过程如下:

首先, 使用者自动或手动测量被采集模型或其中部分轮廓上样本点的坐标值, 然后送入控制系统中的限位存储单元, 系统程序将样本点连成折线作为软电位线。采集时, 根据周进量的大小, 计算出周进位置, 控制仿形仪在设定范围内进行跟踪扫描运动。由于点与点之间是直线连接, 此方法无法真实反映被采集模型的外轮廓特征, 为了防止软电位线与模型轮廓边界干涉, 必须将二者间距加大, 但这将导致采集效率下降^[2]。另外, 软电位线法不能够准确给出模型的边界特征, 所以, 这种方法不能彻底解决数字化加工中任意边界的刀具轨迹加工效率问题。

本文研究的方法是从往复式仿形采集的数据出发, 识别出模型边界数据位置, 去掉模型边界以外的数据, 以提高刀具轨迹效率。具体过程如下: 首先利用转角法计算出每一个采集点的转角, 然后根据进给位置的特征识别出进给位置, 并将进给位置存入线性顺序表, 再从相邻进给位置之间的采集数据识别出模型边界的起点和终点, 并将其位置存入另一线性顺序表, 最后根据每一行采集边界的起点和终点位置生成数控加工文件, 实现对边界点以外数据的剔除, 从而提高数字化加工刀具轨迹的效率。这种方法能准确提取出模型

收稿日期: 1999-01-15; 修订日期: 1999-02-30

基金项目: 河南省科技攻关项目(988010250)

作者简介: 徐旭华(1973-), 男, 江苏省常州市人, 郑州工业大学硕士研究生。

的边界特征,且整个过程自动完成。

下面从转角法识别、进给位置特征、边界位置特征3个方面重点介绍。

1 转角法识别原理

图2为转角示意图,设第1个扫描段所采集的数据点为 p_0, p_1, \dots, p_{n-1} ,共 n 个点,组成平面曲线 c ,任意两相邻点连线均构成向量,相对于点 $p_i(x_i, y_i)$ 的 t 矢量定义为

$$U_{\vec{u}} = (x_i - x_{i+1}, y_i - y_{i+1})^T,$$

$$V_{\vec{u}} = (x_i - x_{i-1}, y_i - y_{i-1})^T,$$

t 余弦是 $U_{\vec{u}}$ 与 $V_{\vec{u}}$ 之间夹角的余弦

$$\cos \theta_i^{(t)} = (U_{\vec{u}} \cdot V_{\vec{u}}) / |U_{\vec{u}}| |V_{\vec{u}}|,$$

则

$$\theta_i^{(t)} = \arccos[(U_{\vec{u}} \cdot V_{\vec{u}}) / |U_{\vec{u}}| |V_{\vec{u}}|].$$

$p_i(x_i, y_i)$ 的转角按如下公式计算

$$\Psi_i = 180^\circ - \theta_i^{(t)}.$$

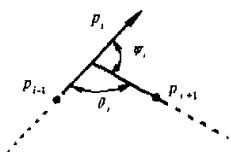


图2 转角示意图

利用此方法可计算出第1~(n-2)点的转角。图3为小汽车模型行的采集数据和采集点的转角。从图中可以看出,采集点位置不同,转角值不同,尖角位置处,转角相应突变。转角的特征反映了模型形状的特征。

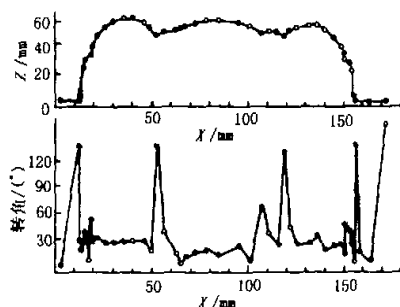


图3 转角与小汽车模型第12行轮廓形状关系图

2 进给位置的特征识别

进给位置定义了2个特征,即转角特征值和 Z 向坐标特征值。进给位置的识别与数字化采集所选的方式有关。以往复式仿形进行数字化采集为例,仿形指沿着平行于机床坐标轴的方向运动,

到达限位位置时,仿形指沿着垂直于跟踪方向进行周期进给,然后再继续沿平行于机床坐标轴方向进行跟踪扫描,这样就形成了一个数字化仿形区域,而仿形指在这个仿形区域内往复运动,完成数字化仿形跟踪扫描。在周期进给位置处,转角大于 90° 是一个重要特征。需要说明的是,仿形方式很多,对于全轮廓仿形、部分轮廓仿形等仿形方式,转角特征仍然有效,但对于软电位线仿形、单向仿形等仿形方式,转角特征需重新定义。转角的实际计算度数取决于等误差数字化采集的弦高差控制精度、最远点控制数以及周期进给量。

仅由转角特征值还不能准确识别出进给位置,如图3中尖角处好几个点,其转角均大于 90° ,但不是进给位置。这就需要定义进给位置的第2特征,即 Z 向坐标特征值。模型边界点处于同一平面, Z 向坐标特征值为一常数,是定值。根据这2个特征就能识别出进给位置。为提高进给位置识别的准确性,在模型特征识别前,通常对采集的数据进行光滑处理,以剔除掉传感器工作在线性区的坏点和偶然因素造成的坏点,并进行空间刀具矢量补偿,以提高数据的可靠性^[3]。

3 模型边界特征^[4]

模型的边界特征是通过分别识别出每一行采集数据的边界起点和终点数据的位置来实现的。模型边界的起点和终点位置用语言描述为:水平位置处转角突然增大处。具体实现过程如下:

对行采集数据中 Z 坐标值小于0.2的点进行分段,计算出分段数和各分段点的始末位置,然后将各段中转角最大点的位置依次存入线性顺序表。考虑到实际采集时有误差,故 Z 向坐标值取0.2而不取0。对分段数大于2的行,边界终点位置取最后一段转角最大点的位置。这样就允许模型凹点的 Z 向值为0,并且凹点无数多个也不会影响边界特征识别。此外,模型外轮廓边界可向外延伸,延伸量由对话框参数设定。

模型特征提取功能是数字化处理软件中的一个子功能,数字化处理软件采用VC++5.0编写。利用数字化处理软件中数据格式转换功能,可将经数字化处理后的数控文件,如平移、镜像、比例缩放等文件转换为采集数据的文件格式,以进行模型特征的提取。本方法提高了数字化处理软件的处理能力。

4 实验结果

实验是在洛阳“一拖”装备公司俄罗斯539铣

床上进行的.碗模型采用往复式仿形进行数字化采集,采集点为 1231 点,扫描行数为 33 行,如图 4、图 5 所示.特征提取后,采集点为 1016 点.为了验证特征提取方法的准确性,实验中,对碗模型和小汽车模型分别进行了阴阳模、平移、镜像、粗加工和半精加工数控文件生成的试验,效果良好.见图 6.

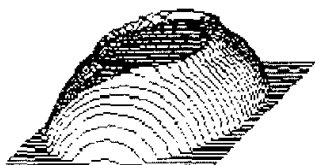


图 4 碗模型刀具轨迹三维示意图

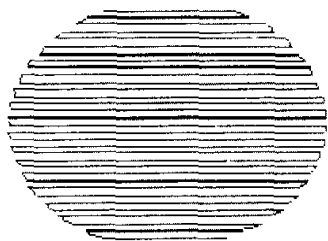


图 5 碗模型特征提取后二维示意图

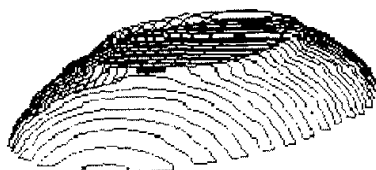


图 6 碗模型特征提取后三维示意图

5 结 论

(1)模型边界特征提取方法易于在计算机上实现,边界提取效果良好,能显著提高数字化加工的效率.试验结果表明,该方法是切实可行的.

(2)该方法亦适用于比例缩放、平移、阴阳模等数字化处理,有一定的推广价值.

参考文献

- [1] 许 伟.意大利 Fidia 公司的仿形数字化技术[J].航空工艺技术,1992(2):2-4.
- [2] 谷 强.数字化仿形系统中神经网络的应用[D].大连:大连理工大学,1996.
- [3] 卢杰持,穆连春.数控仿形系统中的数字化技术[J].大连理工大学学报,1990,30(4):413-416.
- [4] HUANG J S. Interference - free tool - path generation in the NC machining of parametric compound surfaces[J]. Computer Aided Design, 1992, 24(12): 667-676.

Extraction of Model Feature in Digital Processing Software

XU Xu - hua, LIU Kai, YANG Kai - ming, HOU Bo - jie

(College of Mechanical & Electronic Engineering, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The question "tool path does not correspond to real machining path" is found when CNC code generated from data which is acquired as WF copying is used to digitizing machining. This paper based on model feature and ZJ method can successfully get the border data of model and successfully delete unuseful data. This method can obviously increase the efficiency of tool path and digital machining. The effect is good in the test. It is worthy of popularizing in digital manufacturing.

Key words: digital manufacturing; tool path; feature extraction