新型的数控译码模块结构的研究与实现

王琦魁 李 伟 陈友东

(中国农业大学 工学院, 北京 100083) (北京航空航天大学 工程系统工程系, 北京 100191)

王田苗

(北京航空航天大学 机械工程及自动化学院, 北京 100191)

摘 要: 为了能为用户快速开发出使用不同指令格式的数控系统译码模块,提出了一种新型的译码模块结构. 将译码模块划分为输入数据子模块、内部数据接口子模块和功能函数子模块三个独立的子模块. 在内部数据接口子模块中,把数控指令进行了形式化表达,实现了输入数据子模块与功能函数子模块的隔离,减弱了译码数据计算对于数控指令格式的依赖. 分析了数控加工指令与特征的对应关系,利用基于特征的思想对数控加工指令进行了分类. 利用这一分类将功能函数子模块的计算结果以数据集合的方式输出,促进了功能函数子模块的独立. 结果表明这种结构中的各子模块具有良好的可重用性,提高了译码模块的开发效率.

关 键 词: 程序处理器; 数控系统; 模块化结构; 可重用性

中图分类号: TP 273

文献标识码: A **文 章 编 号**: 1001-5965(2009)01-0122-04

Novel structure of NC program processor for CNC system

Wang Qikui Li Wei

(College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Chen Youdong

(Dept. of System Engineering of Engineering Technology, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100191, China)

Wang Tianmiao

(School of Mechanical Engineering and Automation, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100191, China)

Abstract: A novel structure of the interpreter for the special vendors using different standards was presented. A new structure was proposed for the purpose of reducing the time while developing a new interpreter for computer numerical control (CNC) system. The interpreter was divided into three sub-modules called input data, internal data interface and functions. Numerical control codes were formally expressed in internal data interface so as to separate the other two sub-modules. The computation in the interpreter could be independent of the input data format because of this internal interface. Relationship between the numerical control codes and features was studied. Numerical control codes were sorted based feature. And gathering concept was introduced in functions sub-module to export data by means of this classification. This method facilitates functions independence. The results show that sub-modules could be reused with this structure. The development efficiency of the interpreter could be rapidly improved for different NC program formats.

Key words: program processors; numerical control systems; modular construction; reusability

随着开放式数控系统的发展,进行系统的组件式开发已经成为可能,但是不同的数控系统生产厂商使用不同的编程指令使数控系统译码模块的通用性不易保障. 产生这种现象的主要原因是

收稿日期: 2008-03-10

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60404019)

作者简介: 王琦魁(1982 -),男,辽宁沈阳人,博士生, qkwang@126.com.

一直广泛使用的 RS274, ISO 6983以及 DIN 66025标准都不能完全满足当今复杂的加工需要,所以CNC系统生产商不得不增加指令来解决这个问题.这就迫使数控系统开发者不得不为每一个厂商编制不同的译码模块.为了使数控系统生产商能够为用户提供具有不同指令标准的系统,就需要一种能够快速开发出译码模块的方法.国内外很多学者对数控系统的译码模块进行了研究.文献[1-2]对于译码中的各模块功能的实现进行了研究.文献[3]利用编译器工具,对 NC代码解释器功能的可扩充、代码可重用等方面进行了研究,并利用了 VC++平台进行了实现.文献[4]对数控系统的译码模块进行了研究,并针对工循环功能数据量大的特点提出了局部编译的方法.文献[5]在译码器的兼容性方面做了独特的研究,通过使用 NC指令说明库,使译码模块可以处理多种数控编程指令.与文献[3,5]中注重提高数控系统译码器通用性的方法相比,本文从数控系统开发者与生产商的角度提出了一种新型的译码器结构,使开发者能为用户迅速开发出具有不同指令功能的数控系统译码模块.由于本文中的译码模块是基于嵌入式数控系统控制器,译码器应具有很好的执行效率,所以选用了解释式的译码形式.文中将译码模块进行了划分并形成了各子模块,分析了加工指令与形状特征之间的关系,将面、型腔、侧面、槽、孔等特征分解成若干加工指令的集合.根据指令的特点进行了分类,使数据以集合的形式进行输出.

1　译码模块的总体设计

由译码模块在数控系统中的作用可知,其输入为 NC程序、MDI数据、DNC数据等,输出为运动指令数据、PLC指令数据、报警数据等.本文设计了一种结构,把译码器中进行数据计算的部分作为一个独立的子模块——功能函数子模块,并把译码模块划分为输入数据子模块、内部数据接口子模块、功能函数子模块3个子模块.

在输入数据子模块中,译码器把 NC程序中的有效信息进行提取与分类.主要有预处理和指令字匹配2个过程,完成数据由 NC程序段向指令字的转化.在内部数据接口子模块中,把 NC指令中指定的各地址字的值存入具有特定含义的变量中,以便功能函数子模块使用.功能函数子模块的主要功能就是将 NC程序段中的各指令的功能所需的译码计算进行实现.

另外,NC程序是对一段或是一组轨迹进行的加工.这些轨迹构成了一系列的特征,而 NC程序指定了进行这些加工的方法.文中通过分析特征的加工方法,并根据 NC指令输出数据要求的不同,将指令分为直线、圆弧、螺旋插补功能,螺纹插补功能,圆柱、极坐标插补功能,工循环功能和自由曲线插补功能等5大类.这个分类使数据点以集合的形式按组输出,并且每一个特征由若干数据集合组成.同时将一个 NC指令的所有计算整合成一个函数,提高子模块中功能函数的可重用性.模块的总体结构如图1所示.

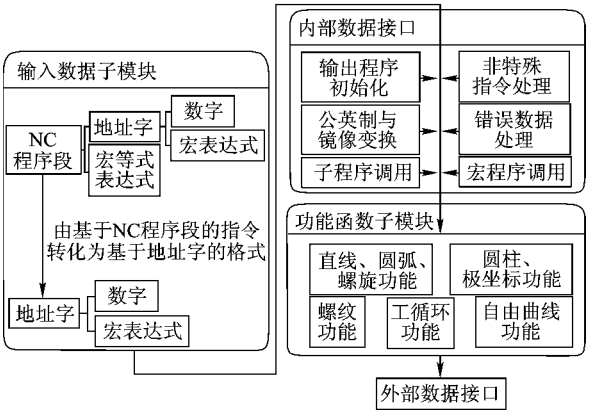

图1　译码模块的总体结构

2　输入数据子模块的实现

该子模块用于提取 NC程序中的运动与逻辑信息,将其分为数据预处理和指令字匹配两部分.

1) 数据预处理.将 NC程序中的注释行、空格等空信息滤去,把地址字、数字、宏符号、等式等形式完全进行分析与存储.在进行数据预处理子模块设计的时候主要将 NC程序段分为2种形式:一类是等式求解形式;另一类是地址字引导下的数据分离(见图2).

2) 指令字匹配.把预处理后的数据进行匹配,即把数值与地址字进行对应.这样就使得每一

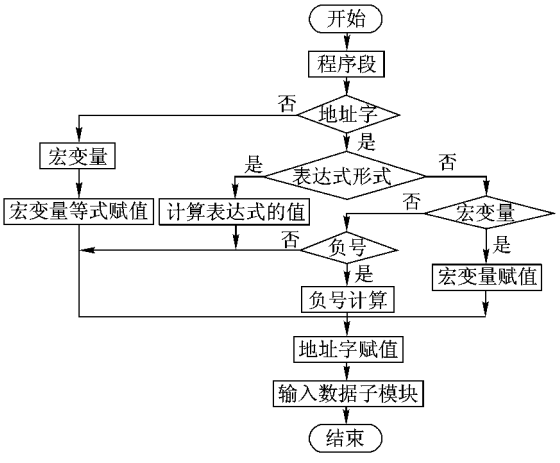

图2　数据预处理流程

程序段中的每一地址字对应的数值存入内部数据接口输入端的特定变量中.

为了便于与内部数据接口子模块进行数据传递,将其分为功能指令、辅助指令、位置指令、其它指令数据存储等 4个部分 (如图 3所示).

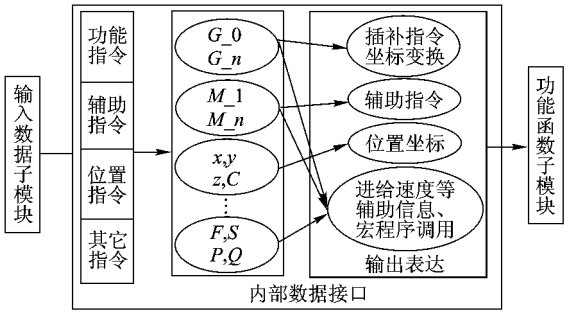

图 3 内部数据接口结构

3 内部数据接口子模块的设计

内部数据接口是功能函数子模块与输入的数据之间的一个中间层函数接口. 这一接口的作用是将输入数据子模块中生成的数据存入一系列具有特定意义的空间中 (如图 4所示).

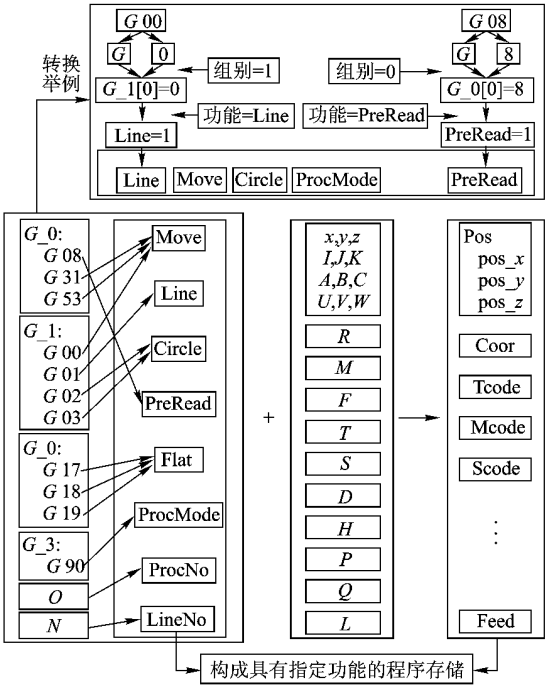

图 4 内部数据接口子模块实现过程

内部数据接口使 NC程序中的变量具有了相应的含义,则可以使在功能函数子模块进行数据计算时使用的变量与 NC程序中使用的变量无关,即系统生产商可以通过改变内部数据接口来改变输入与输出接口变量的对应关系. 从而可以使功能函数子模块的计算与输入数据子模块相分离,将功能函数子模块独立出来.

4 功能函数子模块的设计与实现

功能函数子模块用于计算控制机床所需的各位置坐标及提供相应的机床状态. NC程序一般是针对某一个或某一些特征进行的加工,为了更好地与 NC编程中的思想相一致,使译码数据的生成与加工过程更加接近,就对 NC指令进行了分类,得到了基于特征的数据集合输出方法.

4.1 基于特征的输出数据子模块的划分

为了能使加工类型的划分更加科学,需要把 ISO 6983中的指令与 ISO 14649中相关的特征进行对照. 在 ISO 14649中,定义的特征有面、型腔、侧面、槽、孔等等. 结合 NC指令把 ISO 6983中的指令分为以下 5种类型: ①直线、圆弧、螺旋插补功能:这 3种操作的共同特点是两者都是单一步骤的特征加工. ②螺纹插补功能:这一类型的特征加工的特点是具有确定加工步骤的特征加工. ③圆柱、极坐标插补功能:这类插补功能指令中首先是要确定指令有效,并指定相应的圆柱与极坐标信息. 而后的程序段中指定相应的加工指令,这是一种具有状态指令的多程序段指令. ④工循环功能:该指令的特点是每个指令都指定一个固定的加工单元,并对其进行循环执行. ⑤自由曲线插补功能:自由曲线加工的特点是需要读入加工参数和控制点才能进行加工.

4.2 功能函数子模块的实现

功能函数子模块通过内部数据接口子模块接收数据并进行计算,如计算工循环中所有的坐标点等等. 在该子模块中,结合加工要求使用了基于特征的思想,但此方法的难点在于既要把一个特征的所有运动与逻辑数据都封装起来,又要能够配合系统的运行,即其随时可以为其它模块提供数据来满足系统实时性的要求. 本文中把由内部数据接口传来的数据存放到栈中,把功能函数子模块计算出的数据按队列存放 (如图 5所示).

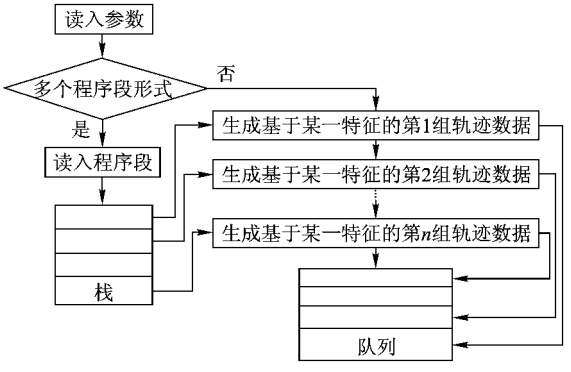

图 5 工循环指令的数据处理与存储

5　译码模块实现验证

利用上述译码模块结构,分别开发了车床和铣床译码模块.程序 *O* 0006是车削的 NC加工程序. *O* 0001, *O* 9010和 *O* 9002构成了铣削加工程序.

```
O 0006                    O 0001
G 50 x 220 z 50;          G 92 x 200. 0 y 40. 0 z 0;
G 00 x 176 z 10;          G 90 G 01 x[#15 + #16];
G 72 W 10 R 5;            F 300;
G 72 P 50 Q 90 U 1
W 0. 5 F 5000;            G 00 x 0. 0 y 10. 0 z 300;
N 50 G 00 z -55;          x 120. 0 y 60. 0;
G 1 x 160 F 1200;         G #103 y 560;
x 80 W 20;                G 65 P 9010 R 500 A 250;
W 15;                     B 2. 0;
N 90 x 40 W 20;           M 03;
G 0 x 220 z 50;           y -200;
G 70 P 50 Q 90;           x 0;
G 0 x 220 z 50;           G 00 y 0 z 0;
M 30;                     M 30;
O 9010                    O 9002
G 01 x #18;               G 01 z -#19 F 800;
#3 = #2 * 100;            x 600 y 1000 z 0;
G 42 x #1 y #3            M 99;
F 600;
G 00 x[#1 + 300] y-#1;
M 99;
```

车削程序解释执行共输出 36组数据,耗时 16ms,平均每个指令耗时 0. 45ms铣削程序共计算输出 14组数据,耗时 15ms,平均每个指令耗时 1. 07ms这是由于铣削程序中执行了宏计算并且其功能函数库中的函数也较多.两个程序的仿真效果如图 6和图 7所示.

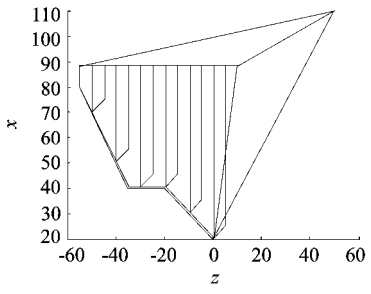

图 6　数控车床译码数据轨迹图

由于模块以解释方式进行译码,指令耗时能够满足系统实时性的要求.

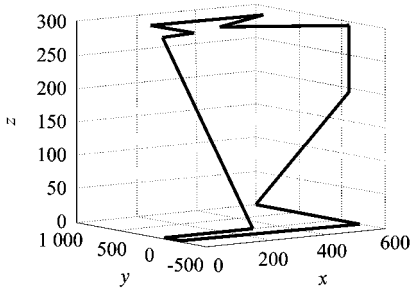

图 7　数控铣床译码数据轨迹图

6　结 束 语

本文研究了一种新型的模块化译码体系结构.基于特征的数据集合的方法使得用于译码数据计算的功能函数子模块能够独立出来.通过内部数据接口使功能函数子模块与输入的指令格式无关.系统生产商可以自主定义指令所实现的功能,快速实现译码模块.在译码模块的实现中,使用了通用性较好的 C语言.仿真结果的执行效果表明,利用这一体系结构开发出的译码模块具有较好的灵活性,使得 CNC生产厂家可以更加灵活地改变系统的指令格式,提高市场竞争力.

参考文献 (References)

[1] 胡俊,王宇晗,黄冲. CNC系统用户宏程序功能的译码实现[J].制造技术与机床, 2004(9): 142 - 145
Hu Jun, Wang Yuhan, Huang Chong. Realization of decoding macro program for CNC system[J]. Manufacturing Technology and Machine Tool, 2004(9): 142 - 145(in Chinese)

[2] 黄冲,胡俊,王宇晗. 车床 CNC系统复合固定循环功能的译码实现[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2004(3): 8 - 10
Huang Chong, Hu Jun, Wang Yuhan. Realization of decoding fixed multiple repeating function for lathe CNC system[J]. Modular Machine Tool & Automatic Manufacturing Technique, 2004(3): 8 - 10(in Chinese)

[3] 伍抗逆,李斌,陈吉红. 面向开放式数控系统平台的 NC代码解释器开发[J]. 中国机械工程, 2006, 17(2): 168 - 171
Wu Kangni, Li Bin, Chen Jihong. Implementation of NC code interpreter of open architecture NC system platform[J]. China Mechanical Engineering, 2006, 17(2): 168 - 171(in Chinese)

[4] 曹宇男,陈友东,王田苗,等. 数控系统复合工序车削固定循环的译码分析[J]. 机床与液压, 2006(1): 31 - 35
Cao Yunan, Chen Youdong, Wang Tianmiao, et al. Decode analysis of the fixed multiple repeating function for numerical system[J]. Machine Tool and Hydraulics, 2006(1): 31 - 35(in Chinese)

[5] Liu Yadong, Guo Xingui, Li Wei, et al. An intelligent NC program processor for CNC system of machine tool[J]. Robotics and Computer Integrated Manufacturing, 2007, 23(2): 160 - 169

(责任编辑:文丽芳)