

文章编号: 1001-3482(2007)11-0058-03

嵌入式数控操作系统与任务模块划分研究

徐爱莉, 陈东, 朱洪涛

(青岛科技大学 机电工程学院, 山东 青岛 266061)

摘要:采用嵌入式计算机技术构建数控系统是实现开放式数控的重要方式。研究分析了系统中操作系统实时性实现和数控功能划分2个关键性技术。选择RT-Linux作为嵌入式操作系统,在此平台上根据操作系统特点和数控任务实时性和多任务要求,划分了数控任务模块,并对其优先级和相互间数据交换进行了设计。

关键词: RT-Linux; 数控系统; 嵌入式系统

中图分类号: TE9.05 **文献标识码:** A

Study on OS and CNC Function Module Division of Embedded CNC System

XU Ai-li, CHEN Dong, ZHU Hong-tao

(Qingdao University of Science & Technology, Qingdao 266061, China)

Abstract: Adopting embedded computer technology is an important way to construct an open architecture CNC system. In this paper, two key techniques of embedded CNC system, realization of operating system and the division of CNC function module are studied. Having adopted RT-Linux as OS and new division of CNC function module as architecture, the embedded CNC system is realized.

Key words: RT-Linux; numerical control; embedded computer system

嵌入式系统是面向应用,以计算机技术为基础,软件硬件可裁剪,对功能、可靠性、成本、体积、功耗要求严格的专用计算机系统^[1]。嵌入式数控系统具有3个特点:基于实时操作系统;基于嵌入式工业控制计算机或专门设计的CPU板;程序固化在DOC或Flash等中。其数控功能基于实时操作系统平台,采用软件数控技术实现,通过改变数控任务模块的程序,就可以灵活配置、扩展数控系统,实现了软件的开放性,同时也保护了投资。如何正确选择实时操作系统,以及依据该操作系统如何对数控任务模块合理划分以满足数控系统的多任务、实时控制要求,就成为关键技术。

1 RTLinux 强实时性及多任务实现

嵌入式操作系统能实现软硬资源的分配、任务

调度、控制协调并发活动、进程之间的通信等功能,是开发和运行嵌入式数控的平台。数控系统中位置控制、插补等任务实现要求操作系统必须具有强实时性;另外,多个数控任务在一段宏观的时间内要求同步,这要求操作系统支持多任务调度和中断响应。

Linux操作系统支持分时多任务,具有一定的实时性,而且因为其开放源代码,功能可裁减,健壮而且效率高,在嵌入式领域得到广泛的应用。但是它的分时调度策略和内核线程的不可抢占性使其不符合数控任务强实时性要求。对Linux强实时性改造有2种方式:第1,直接修改Linux内核而具有强实时性;第2,重新编写一个简单的实时内核,和原Linux内核共同构成混合体系结构来实现。RT-Linux采用第2种方法实现强实时性。其原理为编写一个实时内核作为系统核心,并将原Linux内核

收稿日期:2007-04-07

作者简介:徐爱莉(1952-),女,山东济南人,副教授,主要从事机械设计技术方向的研究工作。

作为新实时内核的一个具有最低优先级的任务运行。RT-Linux 的实时内核负责实时任务调度、中断处理等,所有原 Linux 内核中断请求都被实时内核通过软件中断仿真的方式截获,记录后返回给 Linux 内核,这样 Linux 内核就不能真正地设置硬件中断。所以无论 Linux 处于什么状态对实时系统的中断响应时间都没有影响,而实时任务可以随时中断 Linux 任务而执行。RT-Linux 操作系统结构如图 1 所示^[2],强实时任务由实时内核采用基于优先级的抢占式策略调度;实时性要求不高或者非实时任务由 Linux 内核采用分时的方式调度。因此,RT-Linux 既具有强实时性,又能随 Linux 升级,利用丰富的 Linux 开源软件资源,有利于开发自主知识产权的嵌入式数控系统。

经过测试,对于普通 X86 的硬件结构,RT-Linux 拥有很好的实时性和稳定性,其最大中断延迟时间不超过 15 μ s,最大任务切换延迟小于 35 μ s。而且实时性能参数只取决于系统的硬件,与系统负荷无关。因此,是实现开放式自主知识产权高精度数控系统的合适选择。

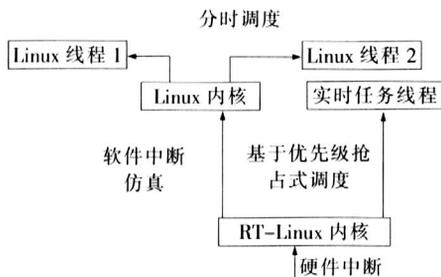


图 1 RT-Linux 结构原理

2 嵌入式数控系统任务模块划分

嵌入式数控系统要针对采用的嵌入式操作系统,根据数控任务的实时性要求和同步的要求划分任务模块,并设计任务模块的优先级和通信方式,形成嵌入式数控系统设计方案。Linux 通过模块加载方式增删功能,把数控任务分别编写为独立的任务模块,当系统启动时加载,有利于系统任务模块的配置、编写、修改和调试。在 RT-Linux 中,每个数控任务模块作为系统线程来执行,共享内存空间和文件描述符等资源,相互之间能以很短时间切换,满足任务在一段宏观时间内同步的要求。

为保证对轮廓加工的精度和连续性,与加工性能直接相关的代码解释、刀补、插补、位置控制、伺服数据采集反馈、PLC 逻辑控制和外部中断请求响应

等任务必须在规定的时限周期内完成,具有强实时性要求^[3]。每个强实时性任务需要作为独立的实时内核线程,由实时内核按优先级进行抢占式调度。不直接影响机床的加工性能的 G 代码编辑管理,数控参数设置,仿真、显示、监控工作状态等任务则不是强实时性任务,可作为 Linux 内核线程来运行,由 Linux 内核分时管理调度。

根据对 RT-Linux 操作系统和数控系统实时性与同步性分析,可把嵌入式数控系统分为由 Linux 内核调度的管理单元和由 RT-Linux 实时内核调度的核心控制单元 2 部分,其结构如图 2。

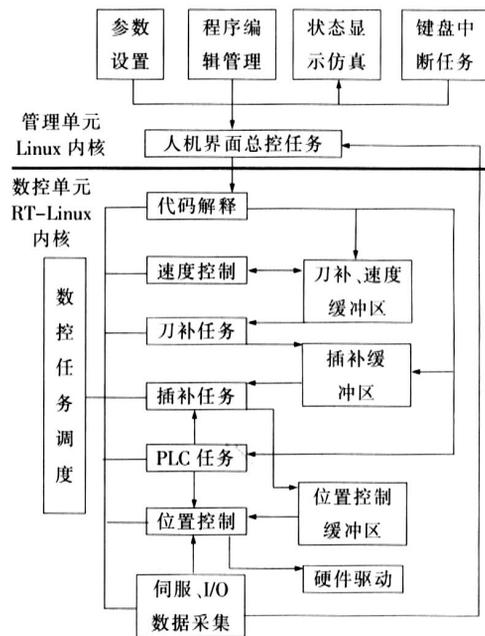


图 2 嵌入式数控系统结构

该系统基本数据流程为:首先,程序解释任务对数控 G 代码进行解释后将数据放到刀补缓冲区,进行刀补处理;然后,刀补处理后的数据存入插补缓冲区交给插补处理,插补处理在插补任务周期内完成各个轴的位置增量计算;最后,位置控制任务根据伺服数据反馈的情况和理想位置比较,产生位置增量,发出运动指令控制各个轴的运动。PLC 主要处理机床 I/O,进行逻辑控制和机床辅助功能的控制,处理突发事件等。

3 任务模块优先级设计

实时内核按优先级抢占 CPU 策略调度强实时数控任务,保证 CPU 优先级任务能及时占用 CPU,使强实时任务能够及时执行、切换。数控系统实时任务按优先级由高到低划分如下:第 1 级,位置控制

文章编号: 1001-3482(2007)11-0060-03

交流变频电机自动送钻系统的原理和应用

张晓军¹, 王建才¹, 戴克文¹, 钟文²

(1. 辽河石油勘探局 装备工程公司, 辽宁 盘锦 124010; 2. 兰州石油机械研究所, 甘肃 兰州 730050)

摘要:通过对自动送钻系统的产生、形式、原理、构成、应用以及存在的问题和解决办法的分析,有助于全面、深入地了解自动送钻系统。进一步明确了在各种形式的电机自动送钻系统中,小电机自动送钻系统由于安全可靠、安装方便、控制准确等特点,在变频钻机中有很好的应用效果。

关键词: 自动送钻系统;变频电机;变频钻机

中图分类号: TE928 **文献标识码:** B

Brief Introduction of Principle and Application of AC Motor Auto-Driller System

ZHANG Xiao-jun¹, WANG Jiang-cai¹, DAI Ke-wen¹, ZHONG Wen²

任务,为周期 100 μ s 的周期任务;第 2 级,PLC 任务,为周期 400 μ s 的周期任务,因为顺序控制完成后才能进行插补,所以此任务的优先级比插补任务高;第 3 级,插补任务,为周期 100 μ s 周期任务;第 4 级和第 5 级,刀补任务和速度控制任务,为条件启动实时任务;第 6 级,伺服数据采集任务和 I/O 处理任务,为周期任务;第 7 级,代码解释任务。其他管理单元中实时性要求不高的任务和 Linux 内核优先级相同,为最低优先级。这些任务作为 Linux 内核线程,为一次性启动循环任务,只要 CPU 空闲就循环执行任务。

4 任务模块间同步和数据交换设计

数控系统中的任务之间往往需要同步和数据交换。RT-Linux 提供了信号、信号量、互斥、条件变量、消息队列等线程间的同步、互斥等交互机制,同时还提供了共享内存、实时 FIFO 等机制以实现线程间的数据传输和共享,所以可以保证数控系统实时任务之间、实时任务和非实时任务之间的同步和数据交换^[4]。各个实时任务之间因为要求响应速度很快,而且有时涉及到位置控制数据量很大,所以一般通过共享内存的方式来交换数据。而对于实时任务和非实时任务之间一般采用实时 FIFO 来交换数

据。实时 FIFO 通过 RT-Linux 提供的 API 函数来实现。共享内存实现的基本原理是在各个线程的程序中定义相同的结构体数据,都具有相同的唯一关键字,从而实现在内存中分配一段固定的内存空间,线程间就能进行共享内存操作。

5 结束语

在 RT-Linux 操作系统和工业控制计算机上,采用软件数控技术构建嵌入式数控系统,通过合理选择实时操作系统和划分任务模块,可以满足数控任务强实时性、多任务和开放式要求。这种方式对构建我国自主知识产权的高精度开放式数控系统具有重要意义。

参考文献:

- [1] 冯继超. 面向 21 世纪的嵌入式系统及发展方向[J]. 工业控制计算机, 2001(5): 33-35.
- [2] Michael Barabanov, Victor Yodaiken. Real-Time Linux [Z]. <http://www.fsmlabs.com/>, 1996.
- [3] 胡建中, 周云飞, 李左章. 数控系统软件任务划分与调度[J]. 机械与电子, 1999(2): 25-27.
- [4] 周巍松. Linux 系统分析与高级编程技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.

收稿日期: 2007-04-28

作者简介: 张晓军(1974-), 男, 甘肃庆阳人, 工程师, 1997年毕业于兰州理工大学机械设计与制造专业, 现主要从事钻采工艺及设备的研究与开发工作。