

文章编号: 1005—0523(2005)05—0107—03

基于信息家电的嵌入式 Linux 操作系统 浅析及应用

杨 荣, 王林斗

(天津大学 电子信息工程学院, 天津 300072)

摘要:通过几种嵌入式操作系统的对比,说明了选择 Linux 作为信息家电嵌入式实时操作系统的原因,较系统地分析了嵌入式 Linux 的优缺点以及其作为实时系统的几点制约和要解决的关键问题,介绍了对嵌入式 Linux 的实时性改造方案,最后对嵌入式 Linux 应用于信息家电的前景进行了展望.

关 键 词:嵌入式 Linux;实时性改造;虚拟内存
中图分类号:TP391.4 **文献标识码:**A

0 引言

Linux 以其源代码开放、价格低廉、功能强大、易于移植等优点正在被广泛采用,成为新兴的力量.而又因为 Linux 不具备硬实时进程的处理机制、体积过于庞大等缺点不能直接用于嵌入式实时操作系统,因此要对其进行改造.

1 选择 Linux 作为信息家电的嵌入式实时操作系统的分析

用于信息家电的实时操作系统 (HOMENET-WORKING-RTOS)除了要满足一般实时系统相比于普通系统正确性不仅仅依赖于计算的逻辑结果而且依赖于结果产生的时间这个要求的基础上又增添了以下几种要求:

- ① 系统应有稳定高速安全的网络支持,对网络设备有较好的支持.
 - ② 可以实现多用户多任务的支持;具有一个易于控制的 GUI 接口.
- 针对当前流行的几种嵌入式 RTOS,对几种方案

进行了分析比较:

1) 专业商用实时操作系统 Vxworks、pSOS、Neculeus、QNX

(1) 优点:

① 可靠性高,经过严格测试,在对可靠性要求严格的系统中,有独特优势.

② 大部分采用模块化设计,模块十分丰富,内核十分精简,对不同应用可以添加不同模块,构成满足需要的系统内核.一般也都支持多种硬件平台.

③ 配套开发工具、各种硬件驱动程序、专家库函数、行业库函数、产品库函数等较为齐全,应用开发难度较小,技术支持有保证.

(2) 缺点:

① 价格昂贵,一套 RTOS 一般几十万元,加上开发工具超过上百万元.

② 很多系统不公布源码,这样开发中对系统内核技术无法掌握,在后续开发时会受到系统的制约.

2) 选择 PalmOS、WinCE

PalmOS 市场应用方向是手持式移动设备,不适合家庭网络操作系统.而作为 Windows 精简版的

收稿日期: 2004—12—18

作者简介: 杨荣(1982—),女,在读硕士研究生.

WinCE, Windows 程序员虽易开发,但占用存储空间大、非实时、效率低下.其次 WinCE 目前仍是个非开放系统,可定制性很差.

3) 选择 Linux 作为信息家电嵌入式互联平台的操作系统

嵌入式 Linux (Embedded Linux)是指对 Linux 经过小型化裁减后,能够固化在几百 KB 到几 MB 的存储器芯片或单片机中,应用于特定嵌入式场合的专用 Linux 操作系统,保留了 Linux 以整体式结构为基础,多任务多进程的特点,满足了对嵌入式系统高度简练、界面友好、质量可靠、应用广泛、易开发、多任务,并且价格低廉的要求.(如表 1)

表 1 专用嵌入式实时操作系统与嵌入式 Linux 比较

	专用嵌入式实时操作系统	嵌入式 Linux 操作系统
版权费	每件产品需缴纳一份版权费	免费
购买费用	数十万元	免费
技术支持	开发商独家提供有限的技术支持	全世界的自由软件开发 者提供支持
网络特性	另加数十万元购买	免费且性能优异
软件移植	难,系统封闭	易,代码开放有许多应用 软件支持
应用产品	长,可参考代码	短,新产品上市迅速,有 许多公开代码可以参考
开发周期	有限	和移植
实时性能	好	需改进
稳定性	好	较好,在高性能系统中仍 需改进

3 嵌入式 Linux 优缺点分析

1) 优点

① 免许可证费用

Linux 相对于大多数的商业操作系统例如 Windows CE 免费,且公开源代码.

② 强大的网络支持功能

Linux 支持所有标准的因特网协议包括下一代 Internet 协议 Ipv6,支持全部工业标准的 TCP/IP 协议栈和所有的 Berkeley 特性.并且可以利用 Linux 的网络协议栈开发嵌入式的 TCP/IP 网络协议栈.

③ 高稳定性

高可靠性是嵌入式 Linux 领先于其他嵌入式操作系统最明显的地方,尤其体现在 PC 硬件运行方面.Linux 的源代码公开,注释清晰,文档齐全,这样

就可以控制和处理出现的任何问题,Linux 提供了完全的内存保护,任务与内核间也是相互隔离,保证了可靠性.

④ 开发工具丰富

拥有整套工具链,并且可以跨越嵌入式系统开发中仿真工具的障碍.使用 Linux 系统作原型时,可以用内核调试器代替仿真器来调试和跟踪程序.Linux 内核-2.52 版支持最新的 USB 技术,使得大量的调试可以不用 ICE 来完成,从而降低了成本.Linux 基于 GNU C 编译器,后者作为 GNU 工具集的一部分和源码级调试器 gdb 一起工作,提供了在开发嵌入式 Linux 系统中要用到的所有软件工具.

⑤ 运行平台简单

Linux 可以有效地利用硬件,最小安装仅需要 4MB 内存,可以在 486 机器上安装 Linux 并将其用做防火墙或 Web 服务器.甚至在 386 上建立路由器和防火墙.

2) 缺点:

① 不具备硬实时进程的处理机制

② 体积过于庞大,不适于嵌入式系统对体积的要求

③ 存在最大进程数限制和最小内存的要求.

4 Linux 不能直接应用于嵌入式实时系统的几点制约

现有的 Linux 虽然力求通过最大限度利用各种资源,最“公平”地调度各个进程来提高整体性能,但它本质上不是一个嵌入式的实时操作系统,有以下几点制约:

1) Linux 核心态进程不能被抢先,进程调度方式不是完全抢先的

Linux 的系统调用运行在核心态,因此不管优先级多低的进程进行系统调用时,其他任何实时进程都必须等待.Linux 为提高速度,其内核进程经常关闭中断.如果低优先级进程关闭了中断,系统无法响应高优先级实时进程的中断.

2) Linux 采取“虚拟内存”的内存管理方式

虚拟内存也即 Linux 利用交换空间使进程运行在一个比实际内存大的虚拟内存空间.当进程访问的虚拟内存内容在交换空间里时,Linux 就要把在交换空间里的页面交换到实际内存里.这项操作费时不可预测性.内存不足时,Linux 为了高效使用硬件,不止释放一个页面而是搜索整个页面链表以释

放尽可能多的页面.该操作延迟了包括实时进程在内的所有进程的执行.

5 对嵌入式Linux系统进行实时改造

实时是指在规定实时限内能够传递正确的结果.实时系统分为“硬实时系统”“软实时系统”,前者是如果在不满足响应时限的情况下会导致灾难性后果,如航天系统;后者则在不满足时限情况下,系统性能退化,但不会导致灾难性后果,如交换系统.为了确保稳定性和时间精确,严格的实时要求通常由中断或其它内核环境驱动程序处理.已实现的可控制调度算法等由于Linux的内核非抢先只能完成软实时功能.因此必须对内核进行改造.

1) 去除虚拟内存

在嵌入式Linux中保存虚拟内存的代码但可以将交换空间设置为零,这样如果编写程序大过实际内存,则系统认为程序用尽了虚拟空间,程序则无法运行或者malloc失灵.或者彻底修改Linux内核源代码来去除其虚拟内存机制如目录/ipc下要对shm.c进行修改,此文件含有以共享虚拟内存的形式进行进程间通信的函数实现代码.

2) 双内核机制

为了提高嵌入式系统的硬实时性能来有效处理来自串口等设备的大量信息,采用双内核方案.在Linux内核进程与硬件中断之间增加一个虚拟层,作为实时内核,该内核任务的优先级高于Linux本身和其下的一般任务.Linux的控制信号都要先交给实时内核先进行处理.在实时内核中实现了一个虚拟中断机制,Linux本身永远不能屏蔽中断,它发出的中断屏蔽信号和打开中断信号都修改成向本系统发送一个信号,解决了Linux长时间关中断的问题.在标准Linux里面使用“sti”和“cli”宏指令来屏蔽和使能中断,修改宏指令,执行cli时不是屏蔽中断,而是简单地重定向到某些实时内核处理代码,如果实时内核收到的中断信号是普通Linux中断,则设置标志位,然后当执行sti开中断后继续执行未解决的Linux中断,若是实时中断就继续执行.由于sti将中断打开之后,那些设置了标志位表示的Linux中断继续执行.因此,cli并不能禁止实时内核的运行,而可以用来中断Linux.使Linux具有了“硬”实时能力.

这种双内核策略不干扰原Linux来增强实时功能,新增加的实时内核只需完成底层任务创建、中断服务程序、并为底层任务、ISR和Linux进程之间进行通信排队的工作.采用模块化设计,两个内核结合工作,小内核可以设计得很简单.

双内核系统对于面向信息家电的嵌入式系统尤其实用,可以看作是两个域实时域和非实时域.前者专门完成实时处理,后者可以利用整个Linux资源处理其他工作.两个域之间可以通过多种途径通信,例如FIFO,共享内存等.

6 结 语

嵌入式系统的涵盖面非常广泛,其中,家电市场包括机顶盒、数字电视、可视电话、家庭网络等信息家电;工业市场包括工业控制设备、仪器;商用市场包括掌上电脑、瘦客户机、POS终端等;通信市场包括WAP手机、无线PDA等.其中信息家电市场容量较高,嵌入式系统的强大生命力和优势,使得越来越多的企业和高校表现出对它极大的研发热情.它将成为Internet时代嵌入式系统的最强音.

参考文献:

- [1] 王田苗.嵌入式系统设计与实例开发[M].北京:清华大学出版社,2003.
- [2] 刘云,殷岚,等.[美]M.Drew Streib,Michael Turner,etal.[M].北京:清华大学出版社,1999.
- [3] 王学龙.嵌入式Linux系统设计与应用[M].北京:清华大学出版社,2001.
- [4] 许海燕,付炎.嵌入式系统技术与应用[M].北京:机械工业出版社,2001.
- [5] 陈向群.现代操作系统[M].北京:机械工业出版社,2000.
- [6] 李晓平.嵌入式Linux的开发[J].共创软件,2002.
- [7] 何丽.嵌入式Linux:挑战与发展共存[J].微电脑世界,2001.
- [8] 探砂工作室.嵌入式系统开发圣经[M].中国青年出版社,2002.
- [9] 沈绪榜,何立民.2001嵌入式系统及单片机国际学术交流会议论文集[C].北京:北京航空航天大学出版社,2001.
- [10] 邹勇,王青,等.Linux内核的实时支持的研究与实现[J].计算机研究与发展,2002,39(4).

(下转第117页)



图4 两正交圆柱旋转状态

3.4 复杂立体虚拟现实模型的构造

立体虚拟现实远程教育网站作为一个具有图学教学性质的综合网络资源,立体虚拟现实模型不能只是简单的、单调的,还需存在着复杂的立体虚拟现实模型,而直接用 VRML 代码编写复杂的立体虚拟现实模型则较困难,甚至不能按照设想的效果进行解决,但是,有许多图形软件可以直接以 VRML 的格式导出虚拟现实模型.本文是先应用 AutoCAD 建立复杂立体的三维实体模型,再将 DWG 格式文件导入 3DMAX 中,在 3DMAX 中可对该模型进行适当的动画设置,并将此模型转化为 VRML 格式.

4 结束语

随着 Internet 技术的不断发展,VRML 技术的日趋完善,开发基于 Web 的虚拟现实远程教育软件具有广泛的前景,因此,本软件的研制成功对开发以三维动画、图形图像为主要媒体的远程教育软件提供了范例.

参考文献:

- [1] 段新昱.虚拟现实基础与 VRML 编程[M].北京:高等教育出版社,2004.
- [2] 张金钊,张金锐.虚拟现实三维立体网络程序设计 VRML [M].北京:清华大学出版社,2004.
- [3] 韦有双,杨湘龙,王飞.虚拟现实与系统仿真[M].北京:国防工业出版社,2004.
- [4] 基于 Web 的虚拟真实漫游系统中的交互技术[J].工程图学报,2001.7.

Software Design of Virtual Reality Remote Education of *Engineering Drawing*

LIU Zhi-hong¹, TU Xiao-bin¹, HU Jian-hong²

(1.School of Nature Science, East China Jiaotong University, Nanchang 330013;2.School of Jiangxi Electronic Information Eng., Nanchang 330029, China)

Abstract: This paper introduces the structure of this system of virtual reality remote education of engineering drawing, and discusses the key technology about Web and VRML of the system.

Key words: engineering drawing; virtual reality; remote education; VRML

(上接第 109 页)

Analysis of Embedded Linux Operating System Based on Information Appliance and its Application Foreground

YANG Rong, WANG Lin-dou

(College of Electronic Information, Tianjin Univ., Tianjin 330072, China)

Abstract: We explain why we choose Linux as Information Appliance embedded real-time Operating System through contrast among several Embedded OS. We analyze embedded Linux' advantages and disadvantages and its several restricts and key problems as a real-time system systematically. Real-time reconstruction schemes to embedded Linux are introduced. At last we make some prospects about embedded Linux applied in Information Appliance.

Key words: embedded linux; real-time reconstruction; virtual memory