

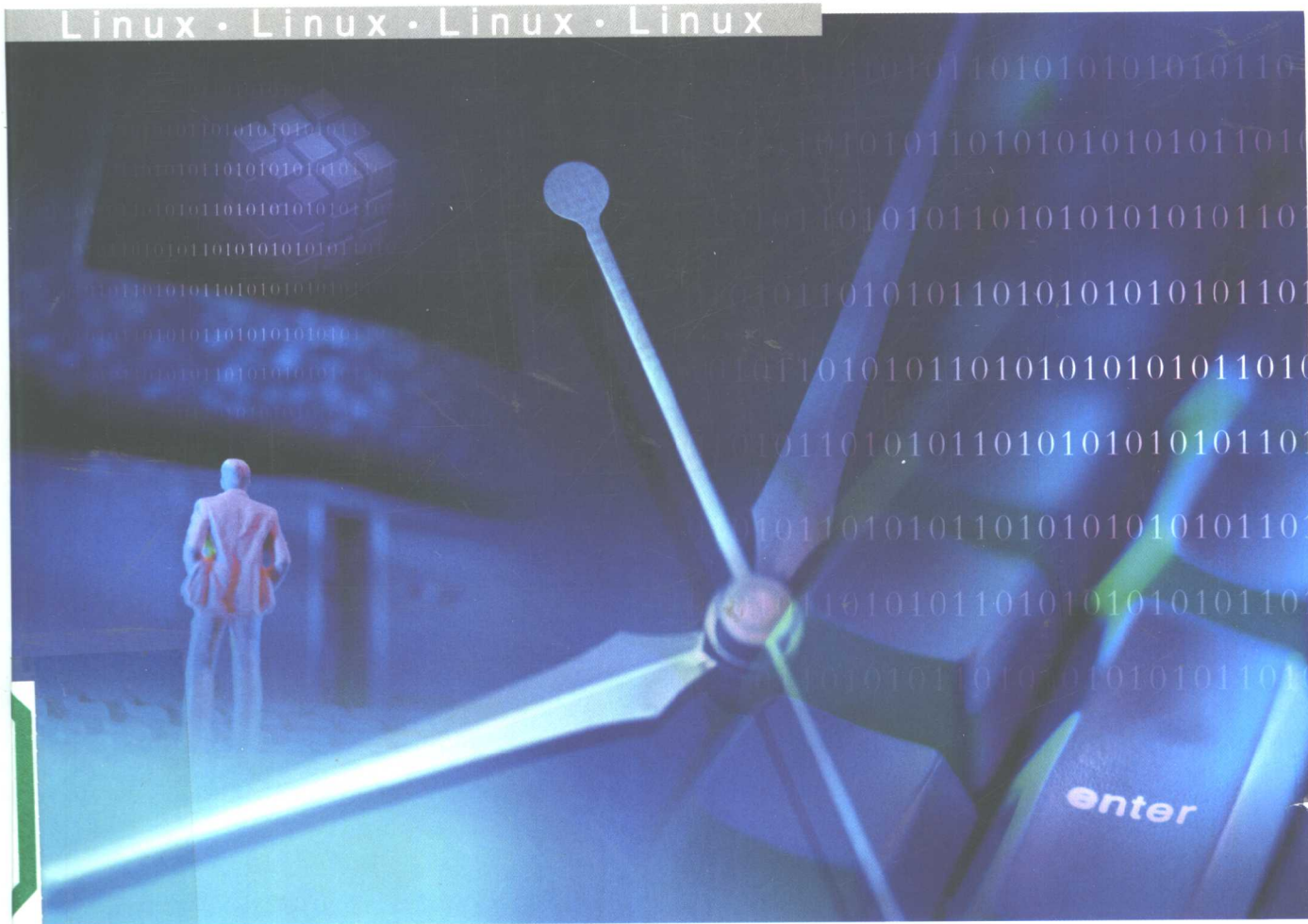
打造“IT”高级人才系列丛书

Linux

嵌入式

设计与应用

邹思轶 主编



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



打造“IT”高级人才系列丛书

嵌入式 Linux 设计与应用

邹思轶 主编

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 提 要

嵌入式 Linux 技术是近年来发展最为迅猛、最受人们关注的一门新兴技术。本书分为四篇。第一篇是基础知识,包括第 1 章到第 3 章,简要介绍了嵌入式 Linux 操作系统的基本原理和编程技巧。第二篇是开发入门,包括 4、5 两章,介绍了所采用的开发平台、开发模式和调试方法。第三篇是应用与提高,包括第 6 章到第 8 章,介绍了基于 uClinux 开发平台进行嵌入式 Linux 开发的网络通信、添加小键盘和 LCD 的显示、时钟机制、进程控制与多任务等。第四篇是专题讨论,包括第 9 章到第 13 章,以专题的方式讨论了实时 Linux、嵌入式 Linux 的图形用户界面、uClinux 的移植、嵌入式 Linux 的存储器、在设计中使用 Java 等。在附录中包括了通用公共产权说明(GPL)、GDB 调试器串行通信协议和嵌入式 Linux 的重要网上资源。

本书是根据编者实践经验而精心编制的一本关于嵌入式 Linux 的入门、应用开发及提高的参考书,无论是刚入门的新手,还是有丰富编程实践经验的开发人员,都会从本书中得到启示。对于从事嵌入式系统开发与应用的科研人员、高校相关专业师生,本书也是一本具有较高实用价值的自学参考书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书 名:嵌入式 Linux 设计与应用

作 者:邹思轶 主编

出 版 者:清华大学出版社(北京清华大学学研大厦 A 座,邮编 100084)

责任编辑:宋 韬

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

发 行 者:新华书店总店北京科技发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:25.75 字数:606 千字

版 次:2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-04979-3/TP·2933

印 数:0001-5000

定 价:38.00 元

打造“IT”高级人才系列丛书编委会

主 任:罗特军

副主任:王 松

委 员

孙 忠	刘小伟	邓 勇	欧阳劲
张云勇	卢 军	唐 寅	邹思轶
张炯明	李 彬	卫 星	贺玉龙
陈 明	李宋琛	邓 海	吴文锦

前 言

4~5年后,嵌入式智能电脑将是PC和因特网后的最伟大的发明。

——尼葛洛庞帝访华时的预言

在当今中国的IT领域中,最热门的话题是什么?从事硬件开发的人会毫不犹豫地回答:是信息家电;从事软件开发的人同样也会毫不犹豫地回答:Linux。事实上,多年以前,当人们在谈论PDA、手持电脑、机顶盒时,后PC时代就到来了,或者说信息家电时代到来了。现在信息家电之所以变得火爆,一个很重要的原因就是Linux的加入。廉价的Linux资源与信息家电结合,真正宣告了信息家电时代的到来!其实无论在信息家电领域还是在工业控制、远程监控、通信设备等领域,小型化的嵌入式Linux都大有用武之地。

计算机用于嵌入式控制设备领域的历史和计算机本身的历史一样久远。最初的用于控制机电式电话交换器的通讯设备中的“固态控制程序”就是嵌入式程序。当时的嵌入式系统还没有使用操作系统,它们仅仅包含一些控制流程。在嵌入式系统相对简单的情况下,这些控制流足以应付。但是,当嵌入式系统的功能复杂后,就必须使用操作系统,否则会使控制系统逻辑结构复杂混乱,很容易出错。再者,有些嵌入式系统需要接入网络系统,比如宾馆的门锁控制已经需要接入网络,因此就更需要嵌入式的操作系统来支持应用软件。因此,挑选一个好的、满足特定需求的、有良好可伸缩性的操作系统是当务之急。

总的来说,理想的嵌入式操作系统的特点是:适应于多种CPU和多种硬件平台;性能稳定,裁剪性很好;开发和使用都很容易,生成的代码质量高,可靠性好;有一定的实时处理能力,并且能接入Internet——这简直就是在讲Linux!其开放的源码,强大稳定的内核,完善的网络,图形管理功能,丰富的硬件支持等等诸多优点,让用户义无反顾地挑选它作为嵌入式系统的操作系统。

编写本书的目的

虽然嵌入式Linux的开发与应用在国外已经是如火如荼,但在中国它还是个新生事物。虽然有很多热心的爱好者和狂热的黑客们正将他们的目光转向这个让人心动的领域。但是除了互联网上零星的帖子以外,还一直没有一本较为完整和详细的书来对嵌入式Linux的各种开发思想和技巧进行系统的归纳和总结,于是笔者心中就萌生了写这么一本书的念头。一则是对所做过的工作的总结,提供点经验给新老用户参考,以免大家走弯路;二则是为了在中国普及对嵌入式Linux的学习和开发;三则也是为宣扬Linux所倡导的自由开放精神,尽己所能做一点贡献。如果这三点能够或多或少的实现,那么笔者就觉得为编写这本书所付出的精力没有白费。

本书所面向的读者

本书是一本关于嵌入式Linux系统开发入门与提高的参考书,面向的读者最好对C

语言有一定的了解,有一定的单片机和互联网的基本知识,对计算机的硬件有点了解。对于初学者,本书也是一本很好的了解嵌入式 Linux 技术的入门教材。如果您已经是一个嵌入式系统编程的高手,希望这本书能给您些启迪和帮助。

本书从面向读者的角度出发,深入地介绍了嵌入式 Linux 的编程、运行原理、开发机理。通过对本书的阅读,读者可以在短时间内了解并掌握嵌入式 Linux 这门新兴技术的基本原理和开发思想。本书重点突出,集中介绍嵌入式 Linux 的原理、开发技巧和它比其他嵌入式操作系统的优势所在。本书语言简练,内容丰富,逻辑清晰,思路连贯,有很强的可读性。值得一提的是 Linux 的嵌入式应用被认为是 Linux 最有希望的发展方向之一,而本书则是目前市场上较早介绍这门技术的书籍。

致谢

在开始准备编写本书时,也正是作者准备应用嵌入式 Linux 开发平台来开发一些实用的东西的时候。很多先前的工作需要总结,更多的东西等着来做,正是作者和其他开发人员协同合作才促成写出这本书。

首先,感谢博嘉科技资讯有限公司总经理王松先生对本书的大力帮助。正是在他的关心和指导下,本书才得以写成。

同时还感谢华恒高科技公司(<http://www.hhcn.com>)所提供的 uClinux 开发平台和宝贵的技术资料;感谢该公司的一如既往的技术支持,特别感谢温新峰先生的大力协助;

感谢朗讯公司的宋立新硕士提供的有关嵌入式 Linux 下 GUI 的开发的宝贵资料;

感谢邹建伟先生和陈丽娟小姐的大力支持和热心帮助;

感谢冯依雅女士为本书的编写提供的宝贵技术资料。

本书由邹思铁编著,韦凯和赵卓麟负责审稿。另外参加编写的还有乐明、李瑞光、林凯凯、张丽丽、冯夏、柳亚、邓慧敏、蒋嘉毅、张晶、郭佳、都东伟、王彦宇、文敏、李勇泉、曾慧杰、蔡晶泽、李阳、黎杰、程征、秦军、周笑、邹星、范舟、谢慧等,在此对他们表示感谢。

由于时间仓促,再加上嵌入式 Linux 的开发和应用是一个飞速发展着的全新领域,书中的不足在所难免。虽然我们力图做到精益求精,但难免有所疏忽,敬请读者批评指正。您中肯的意见将是对我们最大的信任和帮助。

延伸服务:如果读者愿意参加“嵌入式 Linux 的开发和应用”的学习培训,或是在学习过程中发现问题,或需要本书相关光盘,欢迎致电。联系电话:(028)5404228;E-mail:bojiakeji@163.net。通讯地址:成都四川大学(西区)建筑学院成都博嘉科技资讯有限公司;邮编:610065。

最后,愿此书能够对推动嵌入式 Linux 的发展助一臂之力!

作者

2001 年 8 月

目 录

第一篇 基础知识

第1章 嵌入式系统与嵌入式的 Linux	(3)
1.1 无所不在的嵌入式系统	(3)
1.1.1 身边的嵌入式系统	(3)
1.1.2 嵌入式系统的特点	(4)
1.1.3 RTOS 简介	(6)
1.1.4 RTOS 在中国	(7)
1.2 自由的企鹅——Linux	(8)
1.3 本章小结	(13)
第2章 Linux 概论	(14)
2.1 走进自由天地——初识 Linux	(14)
2.1.1 Linux 的成长	(14)
2.1.2 Linux 与 GNU	(16)
2.2 Linux 常用的版本	(17)
2.3 Linux 操作系统基本构成	(18)
2.3.1 系统概述	(18)
2.3.2 Linux 内核	(20)
2.3.3 系统数据结构	(23)
2.3.4 子系统的结构	(23)
2.4 Linux 的基本指令	(28)
2.4.1 Shell	(28)
2.4.2 Linux 命令的使用说明	(28)
2.5 五脏俱全的嵌入式 Linux	(39)
2.5.1 嵌入式 Linux 的其他版本	(39)
2.5.2 RT-Linux	(40)
2.5.3 uClinux	(42)
2.6 本章小结	(42)
第3章 Linux 下的 C 语言编程入门	(43)
3.1 C 语言和 Linux	(43)
3.1.1 C 语言的发展历史	(43)
3.1.2 C 语言的特点	(44)
3.1.3 C 语言和 Linux	(44)
3.1.4 C 语言和嵌入式系统的设计	(44)
3.2 GCC 编译器的使用	(45)
3.2.1 GNU C 编译器	(46)

3.2.2 使用 gdb	(48)
3.3 使用 make	(54)
3.3.1 makefile	(55)
3.3.2 make 命令	(57)
3.3.3 makefile 变量	(59)
3.3.4 在 makefile 中使用函数	(60)
3.4 实例分析	(61)
3.5 本章小结	(62)

第二篇 开发入门

第4章 嵌入式 Linux 的开发平台	(65)
4.1 华恒嵌入式 Linux 开发套件简介	(65)
4.2 软件系统配置	(67)
4.3 uClinux 操作系统	(71)
4.3.1 uClinux 简介	(71)
4.3.2 uClinux 的小型化	(73)
4.3.3 uClinux 的开发环境	(74)
4.3.4 uClinux 针对实时性的解决方案	(75)
4.3.5 uClinux 的内存管理	(76)
4.3.6 uClinux 系统对进程和线程的管理	(78)
4.4 uClinux 开发环境的建立	(81)
4.4.1 通过源代码建立开发环境	(81)
4.4.2 从所购买的正式发行的 CD-ROM 安装	(82)
4.4.3 使用 minicom	(85)
4.5 uCsim	(91)
4.5.1 uCsim 简介	(91)
4.5.2 加入 uCsim 的邮件列表	(93)
4.6 系统的核心——CPU	(93)
4.6.1 CPU 主要特性	(93)
4.6.2 CPU 各个部分的功能概述	(96)
4.7 其他的外围设备和接口	(99)
4.8 本章小结	(101)
第5章 嵌入式 Linux 的开发	(102)
5.1 如何构造一个嵌入式 Linux 系统	(102)
5.1.1 嵌入式 Linux 系统的概述	(102)
5.1.2 关于嵌入式 Linux 开发的一些问题和概念	(111)
5.1.3 构造一个嵌入式 Linux 的实例	(111)
5.2 嵌入式 Linux 的应用程序的编译和调试	(113)
5.2.1 嵌入式 Linux 的应用程序	(114)

5.2.2 gcc 在嵌入式 Linux 系统中的使用	(115)
5.2.3 GNU 的链接工具——ld	(119)
5.2.4 嵌入式 Linux 程序的调试——使用 gdb	(124)
5.3 应用软件的开发	(130)
5.3.1 建立开发环境	(131)
5.3.2 熟悉开发环境	(134)
5.3.3 在开发板上编写应用程序	(139)
5.4 本章小结	(153)

第三篇 应用与提高

第 6 章 嵌入式 Linux 网络功能的实现	(157)
6.1 接入互联网的嵌入式系统	(157)
6.1.1 嵌入式因特网技术的兴起与前景	(157)
6.1.2 嵌入式 Internet 的应用	(159)
6.1.3 嵌入式 Internet 的原理	(160)
6.2 使用 Linux 来构建嵌入式网络设备	(163)
6.2.1 低成本的嵌入式网络电器设备	(163)
6.2.2 使用 Linux 将 8/16 位的嵌入式设备接入互联网	(167)
6.3 Linux 下的网络编程	(171)
6.3.1 TCP/IP 协议概述	(171)
6.3.2 Linux 环境下的 socket 编程	(176)
6.3.3 应用实例:网口通信	(186)
6.4 连接上 Web	(190)
6.4.1 HTTP 协议	(190)
6.4.2 一个简单的 Web 服务器的样例	(196)
6.5 本章小结	(210)
第 7 章 嵌入式 Linux 下的串行通信	(211)
7.1 串行口的物理标准	(211)
7.1.1 关于总线	(211)
7.1.2 RS-232 串行口	(214)
7.2 Linux 下的串行通信编程	(215)
7.2.1 串行通信的基础	(215)
7.2.2 串行口的设置	(220)
7.2.3 MODEM 的通信	(226)
7.2.4 串行编程进阶	(228)
7.3 串行通信的实例	(231)
7.4 本章小结	(239)
第 8 章 嵌入式 Linux 系统的键盘和 LCD	(241)
8.1 嵌入式系统所用到的键盘和 LCD	(241)

8.2 为嵌入式系统接上小键盘实例	(242)
8.3 LCD 的显示和控制	(251)
8.3.1 LCD 的控制与 uClinux 对 LCD 的支持	(251)
8.3.2 应用程序的编制	(258)
8.4 本章小结	(282)

第四篇 专题讨论

第 9 章 嵌入式实时操作系统与实时 Linux	(287)
9.1 嵌入式实时操作系统简介	(287)
9.1.1 RTOS 的要求	(287)
9.1.2 各种流行的实时操作系统	(288)
9.1.3 实时系统的设计	(291)
9.2 实时 Linux——RT-Linux	(297)
9.2.1 RT-Linux 综述	(297)
9.2.2 RT-Linux 的实时内核	(303)
9.2.3 RT-Linux 的实现机理	(304)
9.3 RT-Linux 下的编程	(306)
9.3.1 RT-Linux 的 API	(306)
9.3.2 RT-Linux 的编程方法示例	(307)
9.3.3 程序原理	(308)
9.3.4 程序实现	(308)
9.3.5 例 9-5 执行结果	(314)
9.4 嵌入式 RT-Linux 的设计	(315)
9.4.1 将 RT-Linux 嵌入	(315)
9.4.2 设计嵌入式 RT-Linux	(317)
9.5 本章小结	(317)
第 10 章 嵌入式 Linux 图形用户界面	(318)
10.1 嵌入式系统的图形用户界面概述	(318)
10.1.1 图形用户界面	(318)
10.1.2 嵌入式系统下的图形用户界面	(321)
10.1.3 嵌入式 Linux 环境下的 GUI	(325)
10.2 MiniGUI	(326)
10.2.1 MiniGUI 的起源	(326)
10.2.2 MiniGUI 的重要特色	(327)
10.2.3 MiniGUI 的结构	(329)
10.2.4 面向对象技术的运用	(331)
10.2.5 MiniGUI 的算法	(332)
10.3 MiniGUI 下的 Native Engine	(333)
10.3.1 开发私有引擎的必要性	(333)

10.3.2	Native Engine 的结构	(334)
10.3.3	鼠标驱动程序	(335)
10.3.4	键盘驱动程序	(337)
10.3.5	图形驱动程序	(338)
10.3.6	Native Engine 的典型应用	(342)
10.4	嵌入式 Linux 下图形用户界面的展望	(344)
10.5	本章小结	(344)
第 11 章	uClinux 的移植	(345)
11.1	uClinux 的移植简介	(345)
11.2	交叉开发工具	(346)
11.3	设备驱动程序	(350)
11.4	本章小结	(355)
第 12 章	嵌入式 Linux 的存储设备	(356)
12.1	使用紧缩闪存卡进行系统设计	(356)
12.1.1	Compactflash 适配器	(356)
12.1.2	安装硬件	(357)
12.1.3	安装软件	(358)
12.1.4	将 Compactflash 分区并格式化	(358)
12.1.5	构建嵌入式内核	(358)
12.1.6	构建 root 文件系统	(358)
12.1.7	设置 Webserver	(361)
12.1.8	安装 Boot Loader	(362)
12.1.9	测试系统	(362)
12.1.10	结论	(363)
12.2	使用 EPROM 进行系统设计	(363)
12.2.1	概况	(363)
12.2.2	系统操作	(363)
12.2.3	开发过程	(371)
12.2.4	实验结果	(375)
12.3	嵌入式 Linux 的网络存储设备	(375)
12.4	本章小结	(377)
第 13 章	嵌入式 Linux 与 Java	(378)
13.1	Java 和嵌入式系统	(378)
13.2	嵌入式 Linux 和 Java	(380)
13.3	本章小结	(386)
结束语		(387)
附录 A	GNU GPL —— GNU 通用公共许可证	(389)
附录 B	GDB 远程串行通信协议	(394)
附录 C	嵌入式 Linux 开发的相关网络资源	(397)

第一篇 基础知识

第 1 章 嵌入式系统与嵌入式的 Linux

本章要点：

什么叫嵌入式系统？嵌入式 Linux 又是什么？为什么用 Linux 来做嵌入式系统的操作系统呢？嵌入式 Linux 有什么样的特点？本章主要回答这些问题。

本章主要内容：

- ☐ 无所不在的嵌入式系统
- ☐ 嵌入式系统的特点
- ☐ RTOS 简介
- ☐ 嵌入式系统与 Linux 的绝配
- ☐ 各种版本的嵌入式 Linux

1.1 无所不在的嵌入式系统

1.1.1 身边的嵌入式系统

如果有人告诉读者，现在每个人都生活在一个满是嵌入式的世界里，是否会感到惊奇呢？但事实如此，不得不信，在手表、电话、手机，甚至电饭锅里，都有嵌入式系统的身影。嵌入式系统小到一个芯片，大到一个标准的 PC 板，种类繁多，让人顿生目不暇接之感。传统上一般按照计算机的体系结构、运算速度、适用领域等方面将其分为大型计算机、中型机、小型机和微计算机。近年来随着微电子技术的迅速发展，实际应用领域产生了很大变化。微型计算机虽然占据了全球计算机工业的 90% 市场，但是各种各样的应用于工业设备、电子产品中专用的计算机却大量涌现。这些计算机隐藏在各种产品和系统中，嵌入式计算机由此而得名。嵌入式计算机系统的正式定义为：以应用为中心，以计算机技术为基础，软件硬件可裁剪，符合应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗的严格要求的专用计算机系统。

事实上，嵌入式计算机在数量上远远超过了各种通用计算机，PC 的各种输入输出和外部设备均是由嵌入式处理器控制的。每台 PC 的外部设备中包含了 5~10 个嵌入式微处理器，在工业流水线控制、通讯、仪器仪表、汽车、船舶、航空航天、军事装备、消费类产品

等领域更是嵌入式计算机的天下。现在,嵌入式系统带来的工业年产值已超过了 1 万亿美元,1997 年美国嵌入式系统大会的报告预测:未来 5 年仅基于嵌入式计算机系统的全数字电视产品,就将在美国产生一个每年 1500 亿美元的新市场。美国汽车大王福特公司的高级经理也曾宣称:“福特出售的‘计算能力’已超过了 IBM”,由此可以推测嵌入式计算机的应用规模。美国著名未来学家尼葛洛庞帝 1999 年 1 月访华时预言:4~5 年后,嵌入式智能产品将是继 PC 和因特网之后的最伟大的发明。

嵌入式产品可分为如下几类:

(1) 信息电器

后 PC 时代,计算机将无处不在,家用电器将向数字化和网络化发展。电视机、电冰箱、微波炉、电话等都将嵌入计算机并通过家庭控制中心与 Internet 连接,转变为智能网络家电。届时,人们在远程用手机等就可以控制家里的电器,还可以实现远程医疗、远程教育等。目前,智能小区的发展打开了机顶盒市场,机顶盒将成为网络应用的终端。它不仅可以使模拟电视接收数字电视节目,而且还可以上网。

(2) 移动计算设备

移动计算设备包括手机、PDA、掌上电脑等各种移动设备。中国拥有最大的手机用户。而掌上电脑或 PDA 由于易于使用、携带方便、价格便宜等特点,未来几年将在我国得到快速发展。PDA 与手机已呈现融合趋势,用掌上电脑(或 PDA)上网,人们可以随时随地获取信息。

(3) 网络设备

网络设备包括路由器交换机、Web server、网络接入盒等各种网络设备。基于 Linux 的网络设备,其价格低廉,将为企业提供更为廉价的网络方案。

(4) 工控、仿真等

在工控领域,嵌入式设备早已得到了广泛应用。我国的工业生产需要完成智能化、数字化改造,智能控制设备、智能仪表自动控制等为嵌入式系统提供了很大的市场。而工控、仿真、数据采集等军用领域一般都要求操作系统支持。

1.1.2 嵌入式系统的特点

嵌入式系统是将先进的计算机技术、半导体技术和电子技术与各个行业的具体应用相结合后的产物。这一点就决定了它必然是一个技术密集、资金密集、高度分散、不断创新的知识集成系统。嵌入式系统工业的基础是以应用为中心的芯片设计和面向应用的软件产品开发。

1. 嵌入式系统的产品特征

嵌入式系统是面向用户、面向产品、面向应用的。如果独立于应用自行发展,则会失去市场。

与通用计算机不同,嵌入式系统是针对具体应用的专用系统。一般具有成本敏感性,它的硬件和软件都必须高效率地设计,量体裁衣去除冗余,力争在同样的硅片面积上实现更高的性能。好的嵌入式系统是完成目标功能的最小系统,这样的产品才更具有竞争力。

嵌入式处理器的功耗、体积、成本、可靠性、速度处理能力、电磁兼容性等方面均受到应用要求的制约。这些也是各个半导体厂商之间竞争的热点。嵌入式处理器针对用户的具体需求,对芯片配置进行裁剪和添加,才能达到理想的性能,但同时还会受用户订货量的制约。因此,不同的处理器面向的用户也不同,可能是一般用户、行业用户或单一用户。

嵌入式系统一般要求高可靠性。在恶劣的环境或突然断电的情况下,要求系统仍然能够正常工作。还有许多嵌入式应用要求实时功能,这就要求嵌入式操作系统(EOS)具有实时处理能力。

嵌入式系统和具体应用有机地结合在一起,它的升级换代也是和具体产品同步进行。因此,嵌入式系统产品一旦进入市场,便具有较长的生命周期。嵌入式系统中的软件一般都固化在只读存储器中或闪存中,而不是存储在磁盘等载体中。

2. 嵌入式系统软件的特征

嵌入式处理器的应用软件是实现嵌入式系统功能的关键。对嵌入式处理器系统软件和应用软件的要求也与通用计算机有所不同。

(1) 软件要求固化存储。为了提高执行速度和系统可靠性,嵌入式系统中的软件一般都固化在存储器芯片或单片机中,而不是存储于磁盘等载体中。

(2) 软件代码高质量和高可靠性。尽管半导体技术的发展,使处理器速度不断提高,芯片上存储器容量不断增加,但在大多数应用中,存储空间仍然是宝贵的,还存在实时性的要求。为此,要求程序编写和编译工具的质量要高,以减少程序二进制代码长度,提高执行速度。

(3) 许多应用要求系统软件(OS)具有实时处理能力。在多任务嵌入式系统中,对重要性各不相同的任务进行统筹兼顾的合理调度是保证每个任务及时执行的关键。单纯通过提高处理器速度是无法完成和没有效率的。这种任务调度只能由嵌入式操作系统来完成,因此要求操作系统具有实时处理能力。

(4) 多任务操作系统是知识集成的平台,也是走向工业化道路的基础。

3. 嵌入式系统开发需要的开发工具和环境

通用计算机具有完善的人机接口界面,增加一些开发应用程序和环境即可进行对自身的开发。而嵌入式系统本身不具备自行开发能力。即设计完成后,用户通常不能对其中的程序功能进行修改,必须有一套开发工具和环境才能进行开发。这些工具和环境一般是基于通用计算机上的软硬件设备、各种逻辑分析仪和混合信号示波器等。

4. 嵌入式系统软件需要 EOS 开发平台

通用计算机具有完善的操作系统和应用程序接口(API),是计算机基本组成不可分割的一部分。应用程序开发以后,应用软件都在 OS 平台上运行。嵌入式系统则不同,应用程序可以没有操作系统而直接在芯片上运行。但为了合理地调度多任务、利用系统资源、系统函数以及专家函数接口,用户必须自行选配嵌入式操作系统(EOS)开发平台。这样才能保证程序执行的实时性和可靠性,并减少开发时间,提高软件质量。一个优秀的 EOS 是嵌入式系统成功的关键。

1.1.3 RTOS 简介

上面谈到了嵌入式实时系统。嵌入式系统大多工作在对实时性要求很高的环境中,这样的操作系统往往称为实时多任务操作系统(RTOS)。从性能上讲,RTOS 和普通的 OS 存在的区别主要是在“实时”二字上。在实时计算中,系统的正确性不仅依赖于计算的逻辑结果,也依赖于结果产生的时间。从这个角度上看,可以把实时系统定义为“一个能够在指定或者确定的时间内,完成系统功能和对外部或内部、同步或异步时间做出响应的系统”。这就是嵌入式应用软件的基础和开发平台。目前,大多数嵌入式开发还是在单片机上直接进行,没有 RTOS,但仍要有一个主程序负责调度各个任务。

RTOS 是一段嵌入在目标代码中的程序,系统复位后首先执行,相当于用户的主程序。用户的其他应用程序都建立在 RTOS 之上的。不仅如此,RTOS 还是一个标准的内核,将 CPU 时间、中断、I/O、定时器等资源都包装起来,留给用户一个标准的 API 接口,并根据各个任务的优先级,合理地在不同任务之间分配 CPU 时间。RTOS 是针对不同处理器优化设计的高效率实时多任务内核。RTOS 可以面对几十个系列的嵌入式处理器如 MPU、MCU、DSP、SOC 等提供类似的 API 接口。这是 RTOS 应用程序的开发基础。因此,基于 RTOS 上的 C 语言程序具有极大的可移植性。据专家测算,对于优秀的 RTOS 应用程序,其跨处理器平台的移植只需要修改 1%~4% 的代码。在 RTOS 基础上,可以编写出各种硬件驱动程序、专家库函数、行业库函数和产品库函数,与通用性的应用程序一起作为产品销售,促进行业的知识产权交流,因此 RTOS 又是一个软件开发平台。

RTOS 的结构如图 1-1 所示。其中,RTOS 的核心位于硬件抽象层和系统 API、网络模块、图形驱动函数库之间,占有重要的位置。

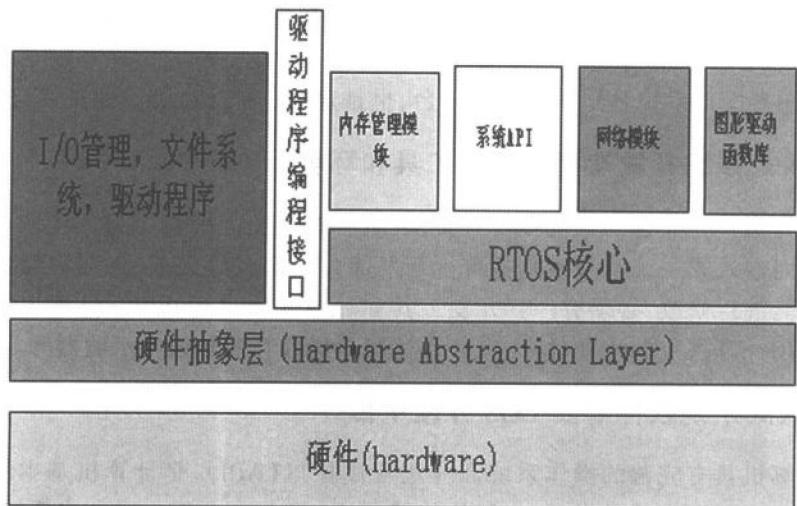


图 1-1 RTOS 体系结构图

从 1981 年 Ready System 发展了世界上第一个商业嵌入式实时内核(VRTX32)起,到今天已经有近 20 年的历史。在 20 世纪 80 年代,RTOS 的产品还只支持一些 16 位的微