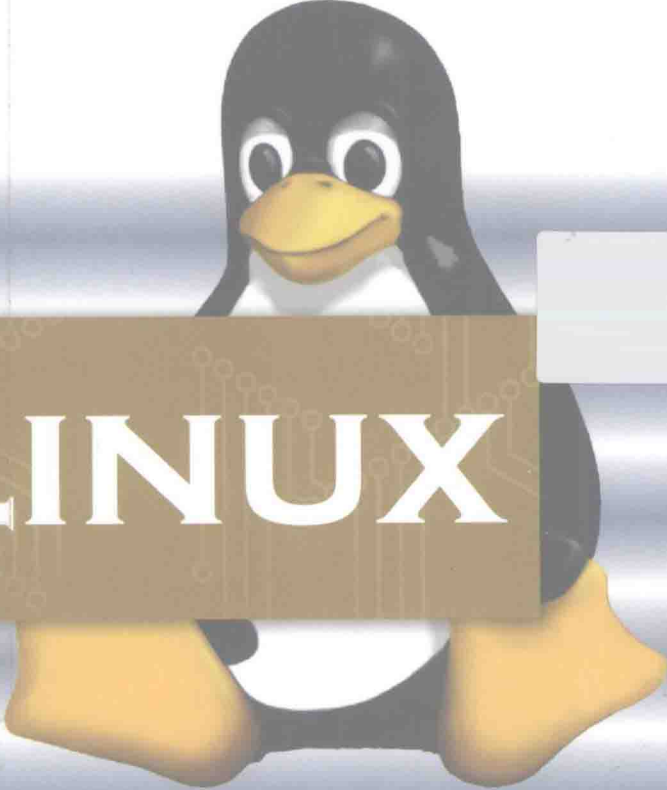


嵌入式Linux系统 软硬件开发与应用

申 华 刘 龙 张云翠 主编
张新强 图 雅 肖莹莹 参编

A cartoon penguin, Tux, is standing behind a brown rectangular sign. The sign has the word "LINUX" in white capital letters. The background of the cover is a light blue and white gradient with some faint circuit-like patterns.

LINUX



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

嵌入式 Linux 系统软硬件 开发与应用

申 华 刘 龙 张云翠 主 编
张新强 图 雅 肖莹莹 参 编

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书全面介绍了嵌入式 Linux 系统开发过程中,从硬件设计到系统移植、软件开发的各方面内容。内容涵盖了硬件设备的设计原理(囊括了常见硬件,如 SDRAM、Flash、EEPROM、UART、USB、LCD 和电源管理等);Linux 操作系统的安装及相关嵌入式开发软件的使用;嵌入式 Linux 编程所需的基本知识(Makefile 语法、SHELL 编程等);Bootloader 和内核、文件系统、Qt4、SQLite 的移植;驱动程序的编写、测试;Qt4 与数据库 SQLite 应用程序的编写。

本书从底层系统设计到上层应用开发,均以具体的电路或程序实例来进行讲解。目的是带领读者熟悉嵌入式产品开发的全流程。本书由浅入深、循序渐进、内容丰富、取材典型、可作为大中专院校嵌入式相关专业的本科生、研究生的教材使用,也可供从事嵌入式 Linux 开发的工程师参考。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式 Linux 系统软硬件开发及应用 / 申华, 刘龙,
张云翠主编. -- 北京: 北京航空航天大学出版社,
2013.9

ISBN 978-7-5124-1197-5

I. ①嵌… II. ①申… ②刘… ③张… III. ①
Linux 操作系统—程序设计 IV. ①TP316.89

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 156578 号

版权所有,侵权必究。

嵌入式 Linux 系统软硬件开发与应用

申 华 刘 龙 张云翠 主编

张新强 图 雅 肖莹莹 参编

责任编辑 苗长江 王 彤

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:24 字数:511 千字

2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1197-5 定价:49.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前言

近十年以来,嵌入式系统技术和嵌入式产品发展势头迅猛,其应用领域涉及通信产品、消费电子、汽车工业、工业控制、信息家电、国防工业等各个方面。嵌入式产品在 IT 产业以及电子工业的经济总额中所占的比重越来越大,对国民经济增长的贡献日益显著。随着手机、媒体播放器、PDA、数码相机和机顶盒等嵌入式产品的普及,嵌入式系统的知识在广大民众中间的传播也越来越广泛。出于对嵌入式高科技知识的追求,广大在校学生纷纷选修嵌入式系统课程,以获得嵌入式系统的理论知识和开发技能。嵌入式系统课程目前已经成为高等院校计算机及相关专业的一门重要课程,也是相关领域研究、应用和开发专业技术人员必须掌握的重要技术之一。

为了适应嵌入式技术的发展,当前国内众多院校都开设了这门课程,教学目标和内容各有特色和侧重。由于嵌入式系统的设计与开发作为一项实践性很强的专业技术,光有理论知识是无法真正深刻理解和掌握的。因此嵌入式系统课程教学的问题是:讲授理论原理比较容易,难在如何让学生能够有效地进行实践。因此根据近年嵌入式系统设计教学和工程实践的经验体会到,只通过书本难以让学生提高嵌入式系统的实际设计能力。传统的以课堂讲授为主,以教师为中心的教学和学习方法会使学生感到枯燥和抽象,难以锻炼嵌入式系统设计所必需的对器件手册、源代码和相关领域的自学能力,难以提高嵌入式系统的实际设计能力。本书则本着以实用、切合实际为原则,为读者提供直观、易懂的内容。书中采用了列举实例的方式,深入浅出地揭示嵌入式系统技术在一些具体项目中的应用。

本书共分 6 章,其中第一、二、三章详细地介绍了基于 S3C2410 实验平台,包括嵌入式硬件系统设计、嵌入式 Linux 开发环境搭建、嵌入式 Linux 操作系统移植、根文件系统制作内容。这些内容都是嵌入式系统开发中的基本内容也是嵌入式系统开发者的必备技能。第四章介绍嵌入式 Linux 驱动开发内容,第五章介绍 Qt 及数据库 SQLite 的移植和简单的一些应用,通过具体实例带领读者入门驱动及应用开发。第六章则介绍了两个具体的实用项目。通过对具体项目的讲解,读者可以清楚地看到运行的现象或结果,从而留下直观和深刻的印象。并且能迅速理解和掌握嵌入式系统的基本工作原理、一般设计流程和常用的设计技巧,具备初步的系统设计能力。

本书由申华、刘龙、张云翠主编,张新强、图雅、肖莹莹等参与了第 1、2、3 章的编写。周国顺、闫慧琦、孙丽飞、陈功、张阳、韩媿、宋文斌、李德胜等为本书提供了一些

前 言

基础实例,并对本书的章节结构提出了有益的建议,同时本书部分章节中的实例来自郎彦懿,党震,张子龙等同学的课程设计实例,在此一并表示感谢。

在本书的编写过程中,大连东软信息学院电子工程系主任孙晓凌教授给予了全面的支持和建设性的指导,在此表示特别感谢。

由于水平有限,书中难免有遗漏和不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见。本书作者的联系方式是 edaworld@yeah.net 或 QQ:915897209,欢迎来信交流。

刘 龙

2013年6月

目 录

绪 论	1
第 1 章 嵌入式系统硬件设计	8
1.1 硬件系统整体介绍	8
1.1.1 硬件开发平台介绍	9
1.1.2 系统整体硬件原理图	9
1.2 核心板电路设计	9
1.2.1 处理器介绍	10
1.2.2 开发板中地址分配	11
1.2.3 SDRAM 硬件设计原理	13
1.2.4 NOR Flash 硬件设计原理	17
1.2.5 NAND Flash 硬件设计原理	20
1.3 外围接口电路设计	23
1.3.1 蜂鸣器原理及电路设计	23
1.3.2 EEPROM 硬件电路设计	25
1.3.3 发光二极管电路设计	29
1.3.4 按键电路设计	31
1.3.5 异步串行通信接口电路设计	33
1.3.6 USB 电路及相关知识	36
1.3.7 数码管显示电路设计	41
1.3.8 LCD 驱动电路设计	44
1.3.9 触摸屏电路设计	47
1.3.10 电源及复位电路设计	49
项目小结	52
思考与练习	53

第 2 章 嵌入式 Linux 开发环境构建	54
2.1 搭建开发环境	54
2.1.1 基本概念	55
2.1.2 软件包安装及配置	56
2.1.3 宿主机服务器配置	76
2.1.4 共享文件设置	76
2.2 基础知识回顾	82
2.2.1 开发过程中常用 Linux 命令	82
2.2.2 Makefile 语法	85
2.2.3 Shell 编程	90
本章小结	96
思考与练习	96
第 3 章 嵌入式 Linux 系统移植	97
3.1 Bootloader 移植	97
3.1.1 Bootloader 概念	98
3.1.2 U-Boot 简介	99
3.1.3 U-Boot 移植过程	101
3.1.4 U-Boot 命令格式	122
3.1.5 U-Boot 启动参数	123
3.2 Kernel 移植	124
3.2.1 Kernel 介绍	124
3.2.2 Kernel 目录介绍	125
3.2.3 Kernel 内核裁剪与配置	126
3.2.4 配置 tftp - sever 服务器	128
3.2.5 Kernel 移植过程	129
3.3 根文件系统制作	142
3.3.1 根文件系统组成	142
3.3.2 BusyBox 简介	143
3.3.3 根文件系统制作	143
3.3.4 设置 NFS 共享文件夹	149
3.4 制作独立启动的系统	151
3.4.1 制作原理	151
3.4.2 制作过程	152
3.4.3 如何使我们的程序能够启动自运行	154

项目小结	154
思考与练习	154
第 4 章 嵌入式 Linux 驱动开发	155
4.1 基础知识	155
4.1.1 调试驱动程序常用命令	156
4.1.2 Makefile 模板	156
4.1.3 系统调用	157
4.1.4 字符框架驱动程序	160
4.1.5 设备驱动中的并发处理控制	177
4.1.6 设备驱动中的阻塞处理机制	183
4.1.7 IO 端口方式控制端口点亮 LED	189
4.1.8 IO 内存方式控制端口点亮 LED	197
4.1.9 位控制法控制端口点亮 LED	202
4.1.10 调试驱动程序的方法	211
4.1.11 创建设备节点的方法	212
4.1.12 中断与 TASKLET	217
4.1.13 中断与工作队列	228
4.1.14 内核定时器	235
4.2 应用实例	241
4.2.1 普通按键驱动	241
4.2.2 输入子系统下的按键驱动	250
4.2.3 虚拟总线管理下按键驱动	260
4.2.4 定时器控制的蜂鸣器驱动	264
4.2.5 四位串行控制的数码管驱动	271
4.2.6 模数转换器驱动	277
4.2.7 电阻式触摸屏驱动	285
本章小结	293
思考与练习	293
第 5 章 Qt 及数据库应用	294
5.1 Qt4 及触摸库移植	294
5.1.1 Tslib1.4 的移植	295
5.1.2 Qt4.6.3 的移植	295
5.2 SQLite 移植及使用	299
5.2.1 SQLite 的移植	299

目 录

5.2.2 控制台方式应用范例	300
5.3 Qt4 实例	306
5.3.1 动态控制 LED	306
5.3.2 简易计算器	315
5.3.3 五子棋	321
5.3.4 电话簿	333
项目小结	346
思考与练习	346
第 6 章 综合项目	347
6.1 化工液位控制系统	347
6.1.1 项目背景	347
6.1.2 项目简介	348
6.1.3 硬件设计	348
6.1.4 软件设计	348
6.2 工厂生产流水线计数系统	355
6.2.1 项目背景	355
6.2.2 项目简介	355
6.2.3 硬件设计	355
6.2.4 软件设计	356
附 录 原理图	361
参考文献	374

绪 论

目前各种各样的嵌入式系统大量应用到各个领域,从国防武器装备、网络通信设备到智能仪器、日常消费电子设备,再到生物微电子技术,处处都可以见到嵌入式系统的身影。嵌入式产品已经渗透到人类社会生活的各个领域。

1. 嵌入式系统的定义

根据美国电气和电子工程师协会(IEEE)的定义,嵌入式系统是用来控制、监视或辅助设备、机器或工厂操作的装置。

中国计算机学会微机专业委员会的定义是,嵌入系统是以嵌入式应用为目的的计算机系统,可分为系统级、板级和片级。

系统级:各种类型的工控机、PC104 模块。

板级:各种类型的带 CPU 的主板及 OEM 产品。

片级:各种以单片机、DSP、微处理器为核心的产品。

嵌入式系统是以应用为中心,以计算机技术为基础,软硬件可裁剪,适用于对功能、可靠性、成本、体积、功耗等方面有特殊要求的专用计算机系统。

2. 嵌入式系统的特点

嵌入式计算机系统与通用计算机系统相比具有以下特点。

(1) 嵌入式系统是面向特定系统应用的。嵌入式处理器大多数是专门为特定应用设计的,具有低功耗、体积小、集成度高等特点,一般是包含各种外围设备接口的片上系统。

(2) 嵌入式系统涉及计算机技术、微电子技术、电子技术、通信和软件等各行各业,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。

(3) 嵌入式系统的硬件和软件都必须具有高度可定制性。只有这样才能适应嵌入式系统应用的需要,在产品价格性能等方面具备竞争力。

(4) 嵌入式系统的生命周期相当长。当嵌入式系统应用到产品以后,还可以进行软件升级,它的生命周期与产品的生命周期几乎一样长。

(5) 嵌入式系统不具备本地系统开发能力,通常需要有一套专门的开发工具和环境。

(6) 嵌入式系统的目标代码通常是固化在非易失性存储器(ROM、EPROM、EE-

绪 论

PROM 和 FLASH) 芯片中。嵌入式系统开机后,必须有代码对系统进行初始化,以便其余的代码能够正常运行,这就是建立运行时的环境。比如,初始化 RAM 放置变量、测试内存的完整性、测试 ROM 完整性以及其他初始化任务。为了系统的初始化,几乎所有系统都要在非易失性存储器中存放部分代码(启动代码)。为了提高执行速度和系统可靠性,大多数嵌入式系统常常把所有代码(或者其压缩代码)固化。存放在存储器芯片或处理器的内部存储器件中,而不使用外部存储介质。

在计算机后 PC 技术时代,嵌入式系统将拥有最大的市场。计算机和网络已经全面渗透到日常生活的每一个角落。各种各样的新型嵌入式系统设备在应用数量上已经远远超过通用计算机,任何一个普通人可能拥有从大到小的各种使用嵌入式技术的电子产品,小到 MP3、PDA 等微型数字化产品,大到网络家电、智能家电、车载电子设备。而在工业和服务领域中,使用嵌入式技术的数字机床、智能工具、工业机器人、服务机器人也将逐渐改变传统的工业和服务方式。

3. 嵌入式系统的体系结构

嵌入式系统的硬件平台是以嵌入式处理器为核心,由存储器、I/O 单元电路、通信模块、外部设备等必要的辅助接口组成的,如图 0-1 所示。硬件平台是整个嵌入式实时操作系统和实时应用程序运行的硬件基础。

不同的应用通常有不同的硬件环境,硬件平台的多样性是嵌入式系统的一个主要特点。在实际应用中,除了微处理器和基本的外围电路以外,其余的电路都可根据需要和成本进行裁剪、定制。

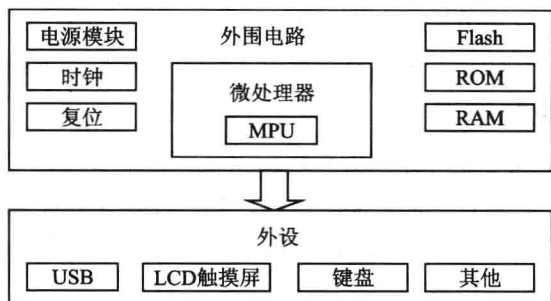


图 0-1 嵌入式系统硬件平台构成

4. 嵌入式系统的分类

(1) 按嵌入式微处理器的位数分类。

嵌入式系统可分为 4 位、8 位、16 位、32 位和 64 位等,其中,4 位、8 位、16 位嵌入式系统已经获得了大量应用,32 位嵌入式系统正成为主流发展趋势。

(2) 按软件实时性需求分类。

嵌入式系统可分为非实时系统(如 PDA)、软实时系统(如消费类产品)和硬实时系统(如工业实时控制系统)。

实时系统并非是指“快速”的系统,而是指有限定的响应时间,从而使结果具有可预测性的系统。实时系统与其他普通的系统之间最大的不同之处就是要满足处理与时间的关系。在实时计算中,系统的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。

大多数嵌入式系统都属于实时系统,根据实时性的强弱,可进一步分为“硬实时系统”和“软实时系统”。

硬实时系统是指系统对响应时间有严格要求,如果不能满足响应时限,响应不及时或反应过早,都会引起系统崩溃或致命错误,甚至导致灾难性的后果。比如说核电站中的堆芯温度控制系统,如果没有对堆芯过热做出及时的处理,后果不堪设想。

软实时系统是指系统对响应的时间有一定要求,如果在系统负荷较重的时候,响应时间不能满足,会导致系统性能退化,但不会造成太大的危害。比如,程控电话系统允许在 105 个电话中有 1 个接不通。

(3) 按嵌入式系统的复杂程度分类。

嵌入式系统可分为小型嵌入式系统、中型嵌入式系统和复杂嵌入式系统。

小型嵌入式系统是采用一个 8 位或者 16 位的微控制器设计的,硬件和软件复杂度很小,需要进行板级设计。它们甚至可以是电池驱动的。当为这些系统开发嵌入式软件时,主要的编程工具是使用的微控制器或者处理器专用的编辑器、汇编器和交叉汇编器。通常利用 C 语言来开发这些系统。C 程序被编译为汇编程序,然后将可执行代码存放到系统存储器的适当位置上。为了满足系统连续运行时的功耗限制,软件必须放置在存储器中。

中型嵌入式系统是采用一个 16 位或者 32 位的微控制器、DSP 或者精简指令集计算机(RISC)设计的,其硬件和软件复杂度都比较大。对于复杂的软件设计,可以使用的编程工具包括 RTOS、源代码设计工具、模拟器、调试器和集成开发环境(IDE)。软件工具还提供了硬件复杂性的解决方法。汇编器作为编程工具来说用处不大。中型嵌入式系统还可以运用已有的 ASSP 和 IP 来完成各种功能,例如,总线接口、加密、解密、离散余弦变换和逆变换、TCP/IP 协议栈和网络连接功能(ASSP 和 IP 可能还必须用系统软件进行适当的配置,才能集成到系统总线上)。

复杂嵌入式系统的软件和硬件都非常复杂,需要可升级的处理器或者可配置的处理器和可编程逻辑阵列。它们用于边缘应用,在这些应用中,需要硬件和软件协同设计,并且都集成到最终的系统中。但是,它们却受到硬件单元所提供的处理速度的限制。为了节约时间并提高运行速度,可以在硬件中实现一定的软件功能。例如,加密和解密算法、离散余弦变换和逆变换算法、TCP/IP 协议栈和网络驱动程序功能。系统中某些硬件资源的功能也可以用软件来实现。

5. 嵌入式系统的应用

嵌入式系统概念的提出已经有相当长的时间,其历史几乎和计算机的历史一样长。但在以前,它主要用于军事领域和工业控制领域,所以很少被人们关注和了解。

绪 论

随着数字技术的发展和新的体积更小的控制芯片和功能更强的操作系统的出现,它才能广泛应用于人们的日常生活中。由于网络连接的实现,特别是 Internet 设备的出现,嵌入式系统在多个方面的应用迅速增长。

现在,嵌入式产品已经在很多领域得到广泛的使用,如国防、工业控制、通信、办公自动化和消费电子领域等。嵌入式技术不仅为各种现有行业提供了技术变革、技术升级的手段,同时也创造出许多新兴行业。

(1) 工业过程控制。

工业过程控制即对工业生产过程中的生产流程加以控制。这种控制是建立在对被控对象和环境不断进行监控的基础上的。在控制过程中,嵌入式的计算机处于中心位置,它通过分布在工业生产中的各个传感器收集信息,并对这些信息进行加工处理和判断,然后向执行器件发出控制指令。

目前,在工业控制和自动化行业中使用嵌入式系统非常普遍,例如,智能控制设备、智能仪表、现场总线设备、数控机床、机器人等。机器人是很复杂的嵌入式设备,甚至配置多个嵌入式处理器,各个处理器通过网络进行互连。

工业嵌入式系统的发展趋势是网络化、智能化和控制的分散化。

(2) 网络通信设备。

众多网络设备都是使用嵌入式系统的典型例子,如路由器、交换机、Web 服务器、网络接入设备等。另外,在后 PC 时代将会产生比 PC 时代多成百上千倍的瘦服务器和超级嵌入式瘦服务器。这些瘦服务器将为人们提供需要的各种信息,并通过 Internet 自动、实时、方便、简单地提供给需要这些信息的对象。设计和制造嵌入式瘦服务器、嵌入式网关和嵌入式因特网路由器已成为嵌入式系统的一大应用方向,这些设备为企业信息化提供了廉价的解决方案。

(3) 消费电子产品。

后 PC 时代的消费电子产品应具有强大的网络 and 多媒体处理能力、易用的界面和丰富的应用功能。这些特性的实现,都依赖于嵌入式系统提供的强大的数字处理能力和简洁实用的特性。

作为移动计算设备的 PCA 和手机已出现融合趋势,未来必然是二者合一,提供给用户随时随地访问 Internet 的能力。同时它还具有其他信息服务功能,如文字处理、邮件管理、个人事务管理和多媒体信息服务等,而且简单易用、价格低廉、维护简便。

信息电器是指所有能提供信息服务或通过网络系统交互信息的消费类电子产品。它是嵌入式系统在消费类电子产品中的另一大应用。如前几年打得火热的“维纳斯”与“女娲”之战就是信息家电中的机顶盒之争。如果在冰箱、空调、监控器等家电设备中嵌入计算机并提供网络访问能力,用户就可以通过网络随时随地地了解家中的情况,并控制家中的相应电器。

(4) 航空航天设备。

嵌入式系统在航空航天设备中也有着广泛的应用,如空中飞行器、火星探测器等。

1992年,美国兰德公司提交美国国防部高级研究计划署(Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)的一份关于未来军事技术的研究报告首次提出了微型飞行器(Micro Air Vehicle, MAV)的概念。由于对微型飞行器的超微型、超轻质量的要求、引起对控制器件、系统、能源等一系列挑战性和革命性的技术问题的探讨。

典型的微型飞行器有美国 AeroVironment 公司的“黑寡妇”(Black Widow)、加利福尼亚理工学院的“MicroBat”、Lutronix 公司与 Auburn 大学合作研制的“Kolibri”等。

(5) 军事电子设备和现代武器。

军事电子设备和现代武器是早期嵌入式系统的重要应用领域。军事领域从来就是许多高新技术的发源地,由于内装嵌入式计算机的设备反应速度快、自动化程度高,所以威力巨大,自然很得军方青睐。从“爱国者”导弹的制导系统到战斗机的瞄准器,从 M1A2 的火控系统到单兵系统的通信器,都可觅得嵌入式系统的踪迹。

例如,美国 iRobot 公司研制出新型反狙击机器人,它能够察觉躲在暗处的敌人的一举一动。

6. 常见的嵌入式操作系统

据调查,目前全世界的嵌入式操作系统已经有两百多种。从 20 世纪 80 年代开始,出现了一些商用嵌入式操作系统,它们大部分都是为专有系统而开发的。随着嵌入式领域的发展,各种各样嵌入式操作系统相继问世。有许多商业的嵌入式操作系统,也有大量开放源码的嵌入式操作系统。其中著名的嵌入式操作系统有 $\mu\text{C}/\text{OS}$ 、Vx-Works、Nucleus、Linux 和 Windows CE 等。下面介绍一些主流的嵌入式操作系统。

(1) Linux

在所有的操作系统中, Linux 是一个发展最快、应用最广泛的操作系统。Linux 本身的种种特性使其成为嵌入式开发中的首选。在进入市场的头两年中,嵌入式 Linux 设计通过广泛应用获得了巨大的成功。随着嵌入式 Linux 的成熟,其提供更小的尺寸和更多类型的处理器支持,并从早期的试用阶段迈入嵌入式的主流,它抓住了电子消费类设备的开发者们的想象力。

根据 IDC 的报告, Linux 已经成为全球第二大操作系统。预计在服务器市场上, Linux 在未来几年内将以每年 25% 的速度增长, 中国的 Linux 市场更是保持 40% 左右的增长速度。

嵌入式 Linux 版本还有多种变体。例如: RTLinux 通过改造内核实现了实时的 Linux; RTAI、Kurt 和 Linux/RK 也提供了实时能力; 还有 μCLinux 去掉了 Linux 的 MMU(内存管理单元), 能够支持没有 MMU 的处理器等。

(2) $\mu\text{C}/\text{OS}$

绪 论

$\mu\text{C}/\text{OS}$ 是一个典型的实时操作系统。该系统从 1992 年开始发展,目前流行的是第 2 个版本,即 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 。它的特点是:公开源代码,代码结构清晰,注释详尽,组织有条理,可移植性好;可裁剪,可固化;抢占式内核,最多可以管理 60 个任务。自从清华大学邵贝贝教授将 JeanJ. Labrosse 的《 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$; the Real Time Kernel》翻译后,在国内掀起 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 的热潮,特别是在教育研究领域。该系统短小精悍,是研究和学习实时操作系统的首选。

(3) Windows CE

Windows CE 是微软公司的产品,它是从整体上为有限资源的平台设计的多线程、完整优先权、多任务的操作系统。Windows CE 采用模块化设计,并允许它对于从掌上电脑到专用的工控电子设备进行定制。操作系统的基本内核需要至少 200KB 的 ROM。从 SEGA 的 DreamCast 游戏机到现在大部分的高价掌上电脑都采用了 Windows CE。

(4) VxWorks

VxWorks 是 WindRiver 公司专门为实时嵌入式系统设计开发的操作系统软件,为程序员提供了高效的实时任务调度、中断管理、实时的系统资源以及实时的任务间通信。应用程序员可以将尽可能多的精力放在应用程序本身,而不必再去关心系统资源的管理。该系统主要应用在单板机、数据网络(以太网交换机、路由器)和通信方面等。其核心功能主要有以下几个。

- 微内核 wind。
- 任务间通信机制。
- 网络支持。
- 文件系统和 I/O 管理。
- POSIX 标准实时扩展。
- C++ 以及其他标准支持。

这些核心功能可以与 WindRiver 公司开发的其他附件和 Tornado 合作伙伴的产品结合在一起使用。谁都不否认这是一个非常优秀的实时系统,但其昂贵的价格使不少厂商望而却步。

7. 嵌入式 Linux 的发展历史

所谓嵌入式 Linux 是指 Linux 在嵌入式系统中的应用,而不是什么嵌入式功能。实际上嵌入式 Linux 和 Linux 是同一件事。

我们了解一下 Linux 的发展历史。

Linux 起源于 1991 年,由芬兰的 Linus Torvalds 开发,随后按照 GPL 原则发布。

Linux 1.0 正式发行于 1994 年 3 月,仅支持 386 的单处理器系统。

Linux 1.2 发行于 1995 年 3 月,它是第一个包含多平台(Alpha、Sparc、Mips 等)支持的官方版本。

Linux 2.0 发行于 1996 年 6 月,包含很多新的平台支持。最重要的是,它是第一个支持 SMP(对称多处理器)体系的内核版本。

Linux 2.2 于 1999 年 1 月发布,它带来了 SMP 系统性能上的极大提升,同时支持更多的硬件。

Linux 2.4 于 2001 年 1 月发布,它进一步提升了 SMP 系统的扩展性,同时它也集成了很多用于支持桌面系统的特性:USB、PC 卡(PCMCIA)的支持,内置的即插即用等。

Linux 2.6 于 2003 年 12 月发布,它的多种内核机制都有了重大改进,无论对大系统还是小系统(PDA 等)的支持都有很大提高。

最新的 Linux 内核版本可以从官方站点 <http://www.kernel.org> 获取。

Linux 是一种类 UNIX 操作系统。从绝对意义上讲,Linux 是 Linus Torvalds 维护的内核。现在的 Linux 操作系统已经包括内核和大量应用程序,这些软件大部分来源于 GNU 软件工程。因此,Linux 又叫做 GNU/Linux。目前 Linux 操作系统的发行版已经有很多,例如:Redhat Linux、Suse Linux、Turbo Linux 等台式机或者服务器版本,还有各种嵌入式 Linux 版本。

越来越多的个人、社团和公司已经和正在参与 Linux 社区的工作,他们为 Linux 系统开发、测试以及应用做了大量贡献。这使得 Linux 系统成为标准化的操作系统,功能日趋完善,应用更加广泛。

8. 嵌入式 Linux 开发

嵌入式 Linux 开发就是基于某种硬件平台构建一个 Linux 系统,需要熟悉项目所实用的硬件平台,该平台对应的 Linux 系统组成,熟悉 Linux 开发工具,还要熟悉 Linux 驱动开发及应用编程。

嵌入式 Linux 系统包含 Bootloader(引导程序)、内核和文件系统 3 部分。对于嵌入式 Linux 系统来说,这 3 个部分是必不可少的。当这 3 部分在硬件平台上运行成功后,即建立了一个基本的运行系统,相当于在用户电脑上面刚刚装好了 Windows 操作系统,用户需要的完成特定功能的应用程序还没有安装,接下来开发人员将要完成的是个性化的应用程序的编制,应用程序编制成功后加入到制作成功的嵌入式 Linux 中即完成了基本的嵌入式 Linux 开发过程。

第 1 章

嵌入式系统硬件设计

引言:

S3C2410 微处理器搭配 NAND Flash、NOR Flash 存储器及 SDRAM 等构成了基本的嵌入式系统运行的硬件平台,但一个实际的嵌入式应用系统还需配置一些外部设备。外设的种类很多,而且选择的硬件设备不同,用法就不同,与微处理器接口的方法、电路、设计的程序也随之而异,本项目中介绍最基本、最常用的外围扩展器件及其接口技术。

本章要求:

理解 S3C2410 硬件平台的核心板设计原理及方法,掌握 S3C2410 核心板的外围接口电路的工作原理及与微处理器的设计方法。

教学目标:

- 了解 NAND Flash 及 NOR Flash 工作原理。
- 理解各存储器地址分配。
- 掌握核心板外围接口电路设计原理。

内容介绍:

本章首先分析 S3C2410 核心板的设计原理,掌握各种存储器如 Flash、RAM 的设计方法,然后在此基础上,根据特定需求设计核心板外围电路,重点掌握串行通信接口电路、LCD 驱动电路、触摸屏电路及电源和复位电路设计方法,以此熟悉嵌入式产品硬件平台的基本设计流程。

1.1 硬件系统整体介绍

本节要求:

了解本书硬件开发平台构成。

本节目标:

- 了解 S3C2410 微处理器的特点。