

ARM Linux

嵌入式网络控制系统

邴哲松 李 萌 邢东洋 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

ARM Linux 嵌入式网络控制系统

邴哲松 李 萌 邢东洋 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书以嵌入式网络控制系统为设计目标,使用目前嵌入式开发中使用频率较高的 ARM9 和 ARM7 作为硬件平台的 CPU,在软件上使用了嵌入式 Linux、 μ C/OS-II 操作系统,并在其基础上移植了 BOA 服务器、SQLite 数据库等软件。网络控制系统采用了基于 Web 服务器的设计方法,利用 HTML 和 Java Applet 实现网络监控界面。

本书以产品开发为线索由浅入深地详细介绍了嵌入式网络控制系统的实现过程。除了上述的软硬件平台外还对于嵌入式 Linux 的开发方法和网络编程进行了系统地讲解,并介绍了 Eclipse 软件平台的编译和调试方法。全书的各个环节都通过示例代码进行讲解,以便加深读者对知识的理解并提高实际的应用能力,进而达到学有所用、用有所成的目的。此外,全书硬件的选型都采用工业级芯片,特别适合读者在工业级产品开发中参考使用。

阅读本书的读者只需具备一定的 C 语言编程基础和了解嵌入式开发的一些基本概念即可。本书既可以作为嵌入式开发初学者的入门书籍,也可作为嵌入式开发爱好者、初学者、学生和研发工程师的参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

ARM Linux 嵌入式网络控制系统 / 邴哲松等编著. —

北京:北京航空航天大学出版社,2012.9

ISBN 978-7-5124-0863-0

I. ①A… II. ①邴… III. ①微处理器—系统设计②

Linux 操作系统—系统设计 IV. ①TP332②TP316.89

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 152927 号

版权所有,侵权必究。

ARM Linux 嵌入式网络控制系统

邴哲松 李 萌 邢东洋 编著

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:31.5 字数:690 千字

2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-0863-0 定价:69.00 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

学习体会

记得当初刚刚开始接触嵌入式 Linux 和 ARM 时,那个时候自己其实连单片机还没有学明白,每天就是在学校的图书馆或者上网去论坛看如何学习嵌入式 Linux 和 ARM,看有没有什么学习的捷径,慢慢地已经有 8 年的时间了,到现在我觉得,要想真正学好嵌入式 Linux 和 ARM 技术并用于产品开发,只有这两项技术是远远不够的。嵌入式开发是一门综合的技术,还涉及数字/模拟电路、数据库、各种通信协议、电路设计、系统设计、网络技术,甚至 Java 和 FPGA 技术也需要了解,要想精通嵌入式开发不是一朝一夕的事情,但只要做到坚持学习、勤于思考、找对方向并善于总结,还是能尽快走入嵌入式开发的大门并成为一名优秀研发人员的。

本书的写作初衷和计划

从小到大我们的教育和学习一直秉承着这样一种方式,就是概念、概念、还是概念、到最后仅能起到一点点应用。这样的方式让我们从一开始就不知道所要学的东西是做什么用的,能解决什么样的实际问题,在实际的开发和设计中学习的知识处在一个怎样的环节里,是一个什么样的水平和层次,这种方式的学习很难做到学以致用。本人在学习嵌入式 Linux 和 ARM 的初期,翻看了很多嵌入式 Linux 及 ARM 方面的书籍,发现这些书籍同质化严重,书中的内容和结构都非常相似,甚至书中的很多代码都是相同的。当我看完这些书后感觉大多数书中的内容都是概念的罗列,对于实际的产品开发的指导作用非常有限。书中提供的代码只适合用来让学生实验和了解基本概念,对于从事产品开发的研发人员所需要的硬件选型、程序数学模型的建立、软件优化、硬件调试、软件调试、开发中的难点和注意事项等方面很少有书籍涉及。所以我在从事实际嵌入式产品开发中,将工作中的点点滴滴,无论简单还是困难、无论成功还是失败,只要是对提高嵌入式水平、对大家有帮助的地方都记录下来,希望有一天能把这些笔记重新整理出来,以一种全新的角度编写一本书,从产品开发入手,一切的知识都围绕这个产品编写,最终让大家在学习完本书后也能自己亲自动手制作出实际的产品来,体会到成功的喜悦。

既然说到本书要以实际产品设计为导线贯穿始终,那么选择什么样的产品设计

前 言

最能体现出嵌入式 Linux 和 ARM 的优势、同时这个产品又是目前嵌入式行业的主流方向、对大家有实际的指导意义,这是个值得好好考虑的问题。

目前基于以太网的相关产品开发正在国内外如火如荼的展开。以太网在实时操作、可靠传输、标准统一、高速通信等方面的卓越性能及其便于安装、维护简单等优点,已经被国内外很多监视、控制领域的研究人员广泛关注,并在实际应用中展露出显著的优势。基于嵌入式技术的网络产品无论在工业还是民用产品上都有着广泛的应用前景。嵌入式技术和 Internet 技术的结合,更便于整个工业自动化控制网络与 Internet 的无缝连接,在现场仪表和工业设备层应用嵌入式技术是工业系统的发展趋势。Internet 技术的渗透使嵌入式设备的远程控制和管理方式均有了改变。利用嵌入式设备通过 Web 浏览器,使得无论是工业产品还是商业产品都具有更加友好的网络特性,更加方便地用于远程监视和控制。由上述可以看出,把嵌入式网络方面的产品开发作为本书贯穿始终的主线,设计出一套功能完备,具有远程 Web 浏览器访问、网络服务器、智能网络节点的嵌入式以太网控制系统是一个不错的选择。

本书包含的硬件和软件方面的内容

本书介绍如何开发一个嵌入式以太网控制系统,我们将本书分为 3 个部分,分别是嵌入式 Web 服务器平台设计、嵌入式网络智能节点设计、Web 浏览器界面设计。每一部分都涉及对应的嵌入式相关技术以及在开发过程中的硬件、软件调试经验总结。

硬件开发方面涉及以下主题:

- 器件选型;
- ATMEL 系列 ARM9 - AT91SAM9G20、ARM7 - AT91SAM7x256 硬件电路设计;
- DAVIDCOM 系列 DM9161BIEP、DM9000CIEP 网络芯片硬件电路设计;
- 基于 AT91SAM9G20 嵌入式网络服务器的硬件设计;
- 网络节点部分输入、输出电路设计;
- 电路调试经验总结;
- 多层 PCB 绘制技巧。

软件开发方面涉及以下主题:

- 嵌入式 Linux 系统构建(U - Boot、内核、驱动、根文件系统等方面的编译和烧写);
- 嵌入式开发环境的建立;
- Linux 下代码调试方法介绍;
- Eclipse 编译和调试 Linux 代码、Java 代码的方法;

- 嵌入式 Web 服务器选型和 BOA 服务器移植及应用实现;
- 基于 Java 技术的 Web 动态浏览器界面设计;
- 嵌入式数据库选型和 SQLite 数据库的移植和应用实现;
- 服务器程序数学模型的建立(多线程、多路并发 I/O 服务器模型);
- TCP、UDP 服务器模型的建立和 TCP、UDP 通信程序;
- μ C/OS-II 移植和应用;
- LwIP 移植和应用。

本书适合的读者

本书的写作初衷是写一本以产品开发为线索由浅入深的书,写作的目的也是以一种另外的角度去讲解嵌入式系统、Linux 及 ARM 的开发技术。希望这种编写方法让初学的读者能够尽快熟悉专业概念并将刚刚学到的知识用到本书的产品设计中来,加深知识的理解并提高实际的应用能力,以达到学有所用、用有所成的目的。

同样,本书所介绍的嵌入式 Web 服务器程序数学模型建立、Java 动态 Web 页面开发、TCP/UDP 服务器模型的建立、SQLite 数据库应用、硬件选型(特别是本书涉及的硬件均为工业级芯片、特别适合要求严格的工业产品设计)、硬件设计、软硬件调试经验等方面的内容对于实际产品的开发还是有着很强的帮助作用,适合高校研究生进行学习和研发工程师参考使用。书中的代码都是本人经过多次修改调试后最终优化确定的,在书中也会介绍代码的修改完善过程以及修改的原因,并将硬件调试过程中遇到的问题和最终的解决方法一并和大家分享。

希望本人在开发这套系统中的点滴经验能够为嵌入式爱好者、初学者、学生和研发工程师在嵌入式开发之路上提供一点帮助。

补充说明

嵌入式 Linux 和 ARM 是一门涵盖知识非常广泛的技术,每一处知识几乎都可以独立写一本书来讲解。本书并不是一本大而全的嵌入式参考书籍,一些概念和知识在本书中并没有全部展开讲解,而将内容的重点放在了具体产品,特别是嵌入式 Web 服务器硬件平台的开发实现和经验总结上。没有展开的内容以及读者需要提高的地方都在书中做了标注说明,这些知识在其他书籍和网络中很容易找到,读者可自行查阅学习。

感谢

首先感谢所有从事嵌入式开发并无私将源代码和开发文档公开的作者和网友,是你们的不断努力支持了整个嵌入式行业的前行。

感谢本书的另两位作者李萌和邢东洋。李萌精心编写了本书的第 5 章和第 7

前 言

章;邢东洋作为中国民航大学基础实验中心电子电工教研室的一名老师,凭借多年的教学和研发经验,编写了本书的第 8 章和第 10 章,并为本书的编写和系统设计提供了很多宝贵意见和帮助。在此感谢两位的支持和通力合作。同时,感谢我的家人,是你们的支持使我坚持写完本书。最后,感谢北京航空航天大学出版社嵌入式系统事业部主任胡晓柏的信任与鼓励。

由于本人技术水平、经验有限,书中错误及不足之处在所难免,恳请广大读者和专家学者批评指正。您也可以发送电子邮件到:jackbing@sina.com,与本人做进一步的探讨和交流,也欢迎您多提宝贵意见。

邝哲松

2012 年 8 月 3 日

目 录

第 1 章 我们的目标——嵌入式网络控制系统	1
1.1 嵌入式系统的现状和发展趋势	1
1.2 网络技术在嵌入式 Linux 系统中的应用	2
1.3 本书的目标——嵌入式网络控制系统	3
1.3.1 系统的体系结构和目标功能	3
1.3.2 系统开发涉及的硬件知识	5
1.3.3 系统开发涉及的软件知识	5
1.3.4 系统实现的意义及学习收获	6
1.4 开发步骤及本书的内容安排	7
第 2 章 嵌入式 Web 服务器的硬件设计	8
2.1 嵌入式 Web 服务器硬件功能分析及电路组成	8
2.2 CPU 芯片选型	9
2.2.1 CPU 性能需求	9
2.2.2 ARM 系列 CPU 选型及性能比较	10
2.2.3 Atmel AT91SAM9G20 芯片简介	12
2.3 网络芯片选型	13
2.3.1 网络芯片功能需求及选型	13
2.3.2 DAVICOM DM9161BIEP 芯片特点介绍	14
2.3.3 DAVICOM DM9000CIEP 芯片特点介绍	15
2.4 电源电路设计	16
2.5 RTC 电源电路设计	18
2.6 时钟电路设计	18
2.7 存储电路设计	19
2.7.1 SDRAM、Flash 简介	19
2.7.2 存储器芯片选型	21
2.7.3 SDRAM 电路设计	22

2.7.4	Nand Flash 电路设计	23
2.8	DM9161BIEP 网络接口电路设计	24
2.9	DM9000CIEP 网络接口电路设计	26
2.10	USB 接口电路设计	28
2.11	DEBUG 调试串口电路设计	29
2.12	JTAG-ICE 仿真接口电路设计	29
2.13	复位电路设计	30
2.14	PCB 设计技巧	31
2.15	本章小结	34
第 3 章	搭建嵌入式 Linux 开发平台	35
3.1	嵌入式 Linux 简介	35
3.2	嵌入式 Linux 的结构组成和启动流程	36
3.2.1	嵌入式 Linux 的结构组成	36
3.2.2	嵌入式 Linux 启动流程分析	37
3.3	嵌入式 Linux 交叉编译环境的建立	39
3.3.1	嵌入式系统开发的一般方法	39
3.3.2	建立交叉编译工具	39
3.4	AT91Bootstrap 移植	43
3.4.1	编译 AT91Bootstrap	43
3.4.2	下载 AT91Bootstrap	47
3.5	U-Boot 移植及烧写	51
3.5.1	U-Boot 启动过程简介	51
3.5.2	U-Boot 的移植	52
3.5.3	U-Boot 烧写	61
3.6	Linux 内核移植及烧写	62
3.6.1	Linux 内核源码结构	62
3.6.2	Linux 内核配置及编译	63
3.6.3	Linux 内核烧写	75
3.7	根文件系统移植及烧写	76
3.7.1	常见根文件系统简介	76
3.7.2	构建 Yaffs2 根文件系统	77
3.7.3	Yaffs2 烧写	88
3.8	NFS 配置及使用	93
3.9	PC 宿主机开发环境的建立	97
3.9.1	集成开发环境 Eclipse 简介	97

3.9.2 获取 Eclipse	98
3.9.3 利用 Eclipse 编译 Helloworld 工程	100
3.9.4 利用 Eclipse、GDB 调试 Helloworld 工程	105
3.10 本章小结	111
第 4 章 嵌入式 Linux 多任务编程	112
4.1 程序、进程、线程及多任务	112
4.1.1 程序和进程	112
4.1.2 进程和线程	113
4.1.3 多任务处理	113
4.2 进 程	114
4.2.1 Linux 进程描述符、控制块	114
4.2.2 进程创建函数 fork()	115
4.2.3 exec() 函数族	117
4.2.4 wait() 和 waitpid() 函数	119
4.2.5 system() 函数	121
4.2.6 进程终止函数 exit()	122
4.3 线 程	123
4.3.1 线程的创建	123
4.3.2 线程的终止	125
4.3.3 线程的属性	126
4.3.4 修改线程属性	127
4.3.5 线程例程	129
4.4 多任务间的通信和同步	131
4.4.1 管 道	131
4.4.2 信 号	135
4.4.3 消息队列	141
4.4.4 共享内存	146
4.4.5 信号量	152
4.4.6 互斥锁	158
4.5 线程池	163
4.5.1 线程池的实现原理	164
4.5.2 线程池的数据类型和函数	165
4.5.3 线程池实现例程	168
4.6 本章小结	173

第 5 章 基于 Java 技术的动态网页监控界面的设计	174
5.1 Web 界面简介	174
5.1.1 Web 界面的优势	174
5.1.2 Web 界面的工作原理	175
5.2 确定产品 Web 界面的需求	175
5.2.1 Web 用户界面的设计需求	176
5.2.2 Web 用户界面的设计方案选择	176
5.3 HTML 语言	178
5.3.1 HTML 语言概述	178
5.3.2 HTML 的文本组织结构	179
5.3.3 HTML 与 CGI	181
5.4 Java Applet 实现图形界面	184
5.4.1 面向对象 Java 程序设计基础	184
5.4.2 Java Applet 的工作原理	185
5.4.3 Java 开发环境的建立	186
5.4.4 Java Applet 与 HTML	194
5.4.5 Java 图形设计——AWT 构件	195
5.4.6 Java 输入/输出流	217
5.4.7 Java 网络通信	220
5.4.8 Java 多线程编程	223
5.5 嵌入式网络控制系统动态监控界面的实现	228
5.5.1 Web 监控界面功能分析	228
5.5.2 技术方案	229
5.5.3 HTML 的实现	229
5.5.4 Java Applet 程序的实现	230
5.5.5 CGI 程序的实现	250
5.6 本章小结	251
第 6 章 BOA 服务器的移植与应用	252
6.1 Web 服务器简介	252
6.2 嵌入式 Web 服务器功能分析	253
6.3 选择 Web 服务器	254
6.3.1 常见 Web 服务器软件	255
6.3.2 我们的选择	258
6.4 通用网关接口 CGI	260

6.5	嵌入式 Web 服务器 BOA 的移植及测试	262
6.6	CGI 程序测试	274
6.7	常见问题及解决方法	276
6.8	本章小结	277
第 7 章	嵌入式数据库 SQLite 的移植和应用	279
7.1	数据库基础知识	279
7.1.1	数据库的含义	279
7.1.2	嵌入式数据库的含义	280
7.2	嵌入式数据库选型	280
7.2.1	嵌入式数据库的选用原则	281
7.2.2	常用的嵌入式数据库简介	281
7.2.3	嵌入式数据库的性能比较	283
7.3	SQLite 简介	284
7.3.1	SQLite 的发展	284
7.3.2	SQLite 应用场合	285
7.3.3	SQLite 的数据类型	285
7.4	SQLite 移植	287
7.5	SQLite 命令及应用测试	288
7.5.1	创建数据库	288
7.5.2	表格的基本操作	290
7.5.3	设置表格输出显示	291
7.5.4	显示系统时间	294
7.5.5	数据的导入、导出及备份	294
7.5.6	显示数据库信息	296
7.6	SQLite 和 C 语言编程	297
7.6.1	SQLite 常量的定义	297
7.6.2	SQLite 数据库 API 接口函数	298
7.6.3	数据库操作实例	299
7.7	SQLite 在嵌入式 Web 服务器中的应用	303
7.8	本章小结	303
第 8 章	嵌入式 Linux 网络编程	305
8.1	OSI 网络模型	305
8.1.1	OSI 网络分层参考模型简介	305
8.1.2	OSI 模型的数据传输	306

8.2 TCP/IP 协议栈	307
8.2.1 TCP/IP 协议参考模型简介	308
8.2.2 网络接口协议及数据规则	309
8.2.3 IP 协议	310
8.2.4 ICMP 协议	312
8.2.5 ARP 协议	316
8.2.6 TCP 协议	317
8.2.7 UDP 协议	322
8.3 Linux 网络基础知识	324
8.3.1 套接字基础知识	324
8.3.2 网络字节顺序转换	326
8.3.3 IP 地址格式转换	328
8.3.4 IP 地址分类	330
8.3.5 子网掩码	331
8.3.6 端 口	332
8.4 TCP 网络编程	333
8.4.1 TCP 网络编程流程	333
8.4.2 创建网络套接字函数 socket()	335
8.4.3 绑定一个网络端口函数 bind()	337
8.4.4 监听网络端口函数 listen()	339
8.4.5 接收网络请求函数 accept()	340
8.4.6 连接网络服务器函数 connect()	342
8.4.7 发送网络数据函数 send()	344
8.4.8 读取网络数据函数 recv()	346
8.4.9 关闭网络套接字函数 close()	348
8.5 TCP 服务器/客户端实例	348
8.5.1 TCP 服务器端网络编程	348
8.5.2 TCP 客户端网络编程	351
8.6 UDP 网络编程	353
8.6.1 UDP 网络编程流程	354
8.6.2 UDP 协议编程主要函数	355
8.7 UDP 服务器/客户端实例	359
8.7.1 UDP 服务器端网络编程	359
8.7.2 UDP 客户端网络编程	361
8.8 本章小结	364

第 9 章 服务器模型的建立	365
9.1 循环服务器模型	365
9.1.1 TCP 协议循环服务器	365
9.1.2 UDP 协议循环服务器	371
9.2 并发服务器模型	371
9.2.1 TCP 协议并发服务器	372
9.2.2 UDP 协议并发服务器	379
9.3 I/O 多路复用并发服务器模型	382
9.4 本章小结	390
第 10 章 嵌入式网络节点设计	391
10.1 网络节点功能分析	391
10.2 网络节点硬件设计	392
10.2.1 关键器件选型	392
10.2.2 AT91SAM7x256 基本电路设计	394
10.2.3 网络部分电路设计	398
10.2.4 AT91SAM7x256 引脚接口电路	399
10.2.5 网络数据采集节点的电路设计	400
10.2.6 网络远程控制节点的电路设计	404
10.3 移植嵌入式操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$	406
10.3.1 嵌入式操作系统的优点	406
10.3.2 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 简介	407
10.3.3 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的特点	408
10.3.4 移植 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 到 AT91SAM7x256	410
10.4 移植嵌入式 TCP/IP 协议栈 LwIP	417
10.4.1 LwIP 简介	417
10.4.2 LwIP 移植浅析	418
10.5 网络节点应用程序代码	422
10.5.1 网络协议转换模块应用程序设计	422
10.5.2 模拟量电流采集节点应用程序设计	429
10.5.3 数字量输出远程控制节点应用程序设计	433
10.6 本章小结	438
第 11 章 嵌入式 Linux 系统 Web 服务器的软件实现	439
11.1 嵌入式 Web 服务器软件结构分析	439

11.1.1	实时数据采集网络节点	439
11.1.2	远程控制网络节点	440
11.1.3	Web 浏览器用户配置、动态采集与显示	441
11.1.4	数据库存储	441
11.2	嵌入式 Web 服务器功能模块分析	442
11.2.1	主函数的分析与设计	442
11.2.2	网络数据采集模块的分析与设计	444
11.2.3	服务器与 Web 界面通信模块分析与设计	446
11.2.4	控制远程网络节点模块分析与设计	447
11.3	嵌入式 Web 服务器功能模块代码实现	448
11.3.1	主函数的实现	449
11.3.2	网络数据采集代码的实现	454
11.3.3	服务器与 Web 界面通信代码的实现	462
11.3.4	控制远程网络节点代码的实现	466
11.4	CGI 代码的实现	470
11.5	嵌入式 Web 服务器代码的编译、调试和运行	473
11.5.1	创建代码源文件	473
11.5.2	用 Eclipse 创建一个工程	473
11.5.3	设置工程编译及调试环境	476
11.5.4	server_web 代码测试运行	481
11.6	本章小结	485
第 12 章 总 结		486
12.1	嵌入式 Web 服务器平台的改进	486
12.2	网络节点的改进	487
参考文献		488

第 1 章

我们的目标——嵌入式网络控制系统

嵌入式系统并不是最近才出现的新技术,它只是计算机技术、现代通信技术、传感器技术、半导体技术、微电子技术、语音图像处理技术等一系列先进技术的产物。嵌入式系统的概念有很多,总的来说,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,适于应用系统对功能、可靠性、成本、体积和功耗严格要求的专用计算机系统。

1.1 嵌入式系统的现状和发展趋势

嵌入式系统的发展为几乎所有的电子设备注入了新的活力,嵌入式产品主要分布在电信、医疗、汽车、安全、消费类电子、工业自动化系统等行业。其中在消费类电子领域,嵌入式产品占最大的市场份额,紧随其后的是安全,然后是电信、医疗及其他领域。

近十几年来,嵌入式系统得到了根本性的发展。微处理器、微控制器大量在产品中使用,CPU也从当初8位的单片机发展到现在的16位、32位甚至64位的高端微处理器;从仅具备单一内核发展到提供丰富外设及接口功能;从几兆的频率发展到现在几百兆甚至1~2G的处理速度。伴随着CPU性能的不断攀升,嵌入式系统也具备了文件系统、网络系统、图形界面系统等功能,并形成了以嵌入式操作系统为核心的嵌入式软件体系。

随着嵌入式系统应用程度的深入和应用范围的扩大,新的应用领域和产业化需求对嵌入式系统的硬件和软件提出了更高的要求。嵌入式系统不仅要具有微小性、低功耗性、高可靠性的特点,还要向高实时性、高自适应性、易于操作和模块化的方向发展。总的说来,嵌入式系统在以下几个方面将会有更大的发展:

1. 嵌入式操作系统

嵌入式系统刚刚发展的时候,软件系统还是前后台方式的系统开发,这种开发方式也被大多数人比喻为“裸奔”。前后台方式下的软件系统的实时性差、功能单一、代码不易于维护等缺点越来越不适应嵌入式系统的高速发展,为此嵌入式操作系统被引入。嵌入式操作系统的使用能够更加丰富嵌入式系统的功能,使得产品更加稳定可靠,多任务并发的处理方式也让系统的实时性要求得到满足,模块化的编程方式让

第1章 我们的目标——嵌入式网络控制系统

产品的可定制性进一步增强。目前广泛应用的嵌入式操作系统有 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 、Vx-Works、Linux、Windows CE 等。

在这些嵌入式操作系统中当属 Linux 具有最高的人气和应用潜力,原因是其源代码公开且具有很好的定制性和可利用性,支持硬件广泛、安全可靠、拥有众多的开发者,还有一点重要的原因就是产品制造商通常在开发基于 Linux 的产品时,无须为发布产品软件支付许可费用。目前广泛应用在手机、平板电脑等消费电子产品上的 Android(安卓)系统便是基于 Linux 内核开发出来的,由此可见嵌入式操作系统,特别是嵌入式 Linux 系统应用潜力巨大。

2. 网络互联

网络技术已经深入到我们生活和工业生产的各个领域,由互联网引发的物联网技术正在快速发展中,网络也使得人与人、设备与设备之间的联系更加紧密,嵌入式设备为了适应网络技术的发展,必然要求在硬件上提供各种网络通信接口。传统的单片机对于网络支持不足,而新一代的嵌入式处理器已经开始内嵌网络接口,除了支持 TCP/IP 协议外,有的还支持 IEEE1394、USB、CAN、Bluetooth 或 IrDA 通信接口中的一种或者几种,并提供相应的通信组网协议软件和物理层驱动软件。

3. 易于操作的人机界面

嵌入式产品是为人们的生产生活服务的,如果目前的嵌入式设备还像以前 DOS 系统那样使用命令行操作方式的话,就不会便于人们使用和操作,那些给我们生产生活带来方便和享受的电子高科技产品也不会产生,嵌入式产品被大家使用和接受的程度也将大大降低。

嵌入式系统的普及和应用离不开亿万大众,嵌入式产品的亲和力和人机互动性起着决定性的作用。我们都希望在一套图形漂亮、直观简洁的界面下,仅仅通过手指点击就完成我们的操作。苹果产品的热卖,平板电脑、智能手机的普及就充分说明了这点。

1.2 网络技术在嵌入式 Linux 系统中的应用

传统的嵌入式设备之间通常采用 RS-232、RS-485 等方式进行组网通信,但这种网络的传输距离非常有限且传输速度较低。随着网络技术和嵌入式技术的发展,工业以及民用产品的设计迎来了深刻的技术变革,产品的网络化和系统体系的开放性是技术发展的趋势,利用以太网技术的开放性实现嵌入式系统的网络化是一个主要的发展方向。

嵌入式网络技术是指将嵌入式系统接入网络,能够在网络上通过 Web 浏览器访问设备,实现对嵌入式系统的远程监视、控制、诊断、测试和配置。

Linux 系统目前已经成为最热门和最流行的开源操作系统,基于 Linux 的网络