



国防特色教材·电子科学与技术

嵌入式系统设计与实践

QIANRUSHI XITONG SHEJI YU SHIJIAN

○ 李兆麟 编著 ○

北京航空航天大学出版社

北京理工大学出版社 哈尔滨工业大学出版社
哈尔滨工程大学出版社 西北工业大学出版社

嵌入式系统设计与实践

李兆麟 编著

北京航空航天大学出版社

北京理工大学出版社 哈尔滨工业大学出版社
哈尔滨工程大学出版社 西北工业大学出版社

内 容 简 介

21 世纪,我国的信息技术发展迅速。作为信息领域的核心技术之一——嵌入式系统技术已经对我国的各行各业产生了深远影响。为了促进嵌入式系统设计的理论和设计技术的提高,编者在多年从事嵌入式系统设计工作和教学经验的基础上,收集并整理了相关的技术资料,编写此书。书中全面详细地介绍了嵌入式系统的相关基础知识,供读者学习和参考。

全书共 10 章,内容完整地涵盖了嵌入式系统设计理论,包括基本概念、设计流程、硬件架构及交互接口、嵌入式操作系统、设备驱动程序、图形用户界面、嵌入式系统的开发及仿真、软硬件协同设计、低功耗设计和高可靠实现技术等。

本书注重的是提供一个完整的知识体系,不但介绍了构成嵌入式系统的硬件和软件要素,还介绍了把各要素贯穿起来的设计方法学。本书既可作为高等院校研究生、本科生的参考教材,同时也可供广大技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式系统设计与实践 / 李兆麟编著. -- 北京 :
北京航空航天大学出版社, 2010. 9
ISBN 978 - 7 - 5124 - 0204 - 1

I. ①嵌… II. ①李… III. ①微型计算机—系统设计
IV. ①TP360.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 168072 号

版权所有,侵权必究。

嵌 入 式 系 统 设 计 与 实 践

李兆麟 编著

责任编辑 李宗华 李开先 刘秉和

*

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: bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:33 25 字数:745 千字

2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978 - 7 - 5124 - 0204 - 1 定价:59.00 元

前 言

嵌入式系统是 21 世纪信息社会的核心基础,广泛地应用于工业制造、通信、仪器仪表、汽车、航空航天、国防电子和消费类产品等。与通用计算机系统不同,嵌入式系统是面向特定应用,在成本、大小、功耗、可靠性等方面有较高的设计要求。嵌入式系统的设计涉及计算机软件与硬件、电子、微电子、应用系统等技术,是一个综合性很高的工程研发领域。

经过近 40 年的发展,嵌入式系统从最早的单片机系统概念已经发展到复杂的分布式嵌入式系统。嵌入式系统因其智能化、体积小、可靠性高、功能强、灵活方便等许多优点,其应用已深入到工业、农业、教育、国防、科研以及日常生活等各个领域。同时,嵌入式系统技术对各行各业的技术改造、产品更新换代、加速自动化进程、提高生产率等方面起到了极其重要的推动作用。

改革开放以来,我国进入信息技术快速发展的时期。嵌入式系统技术已经在我国的各行各业产生了深远的影响。但是我们也必须清醒地看到,嵌入式系统产业还存在随意性较强、个体化设计等问题,与目前嵌入式系统步入软、硬件平台化设计的社会化大生产时代还有一定的差距。面对嵌入式系统工业化的潮流,如果我们不能清醒地认识到嵌入式系统必须以工业化的方式生产开发,不能在短期内建立起系统的设计理念和方法,那么我们将失去更多智能化先进产品的市场机遇。只有在我国大力推动嵌入式系统技术发展,通过知识创新和技术人员培养,才能建立起面向 21 世纪的嵌入式系统产业,从而推动相关产业的智能化发展。

虽然经过若干年的建设,但是我国从事嵌入式系统技术应用的开发人员还是相对不足。这无论从我国经济发展的需要,还是从嵌入式系统技术普及的程度方面来说都是不适应的。推动嵌入式系统产业的发展,不仅为高等院校电子信息类专业的人才培养提出了严峻的课题,同时也为相关专业的发展提供了良好的契机。

为了适应我国国民经济的发展需求,嵌入式系统技术已经成为新时期电子设计工程技术人员必备的技能,同时也应该成为现代电子信息专业的同学的一项重

要学习内容。虽然许多高等院校的电子信息类专业都已经开设微型计算机原理、汇编语言程序设计、集成电路设计、电子技术等相关课程,但是由于嵌入式系统的设计涉及计算机软件与硬件、电子、微电子、应用系统等,是一个综合性的工程技术,所以缺乏系统地讲授和实际能力的锻炼,还是无法为我国培养出合格的嵌入式系统技术的应用开发人员。

改革现有的电子信息类专业的课程体系和课程内容已经成为当务之急。加强与嵌入式系统设计相关课程的建设,编写满足嵌入式系统技术发展需要的相关教材,及时更新教学内容、实验方法与手段,以适应新时期对嵌入式系统技术的需要。但是,目前全面系统地介绍嵌入式系统设计与实践的书藉不是很多。其中,大多数现有的书藉都是比较有针对性的,或基于 ARM 嵌入式处理器,或基于 Linux 操作系统,或基于 Windows CE 操作系统介绍嵌入式系统的硬件或软件开发。它们的主要问题表现在:① 过于偏重于嵌入式系统某一方面的介绍,如硬件设计或软件设计,而嵌入式系统设计是一个完整的概念,需要软件和硬件协同设计。② 过于偏重于工程实践性的介绍,而忽略了嵌入式系统设计是一个系统的科学,并应构建在正确的设计方法学的基础上。

本教材正是在此背景下应运而生的,目的是建立完整的嵌入式系统设计理论,提高学生理论与实践相结合的能力。本书的特色主要体现在以下两个方面:

1. 系统和完整

嵌入式系统设计覆盖了许多领域,包括计算机、微电子及电子应用。对于缺乏该领域设计经验的人来说,完全掌握嵌入式系统中彼此相关的知识是一个很大的挑战。本书的重点就是解释如何在现实生活中设计一个完整的嵌入式系统。因此,本书注重的是一个完整的知识体系,不但要介绍构成嵌入式系统的硬件和软件要素,还要介绍把那些要素贯穿起来的设计方法学。

2. 理论与实践相结合

本书中选择许多特定厂商的产品作为实例,作为学生学习的起点。真正的设计经验需要时间和实践,同时也需要更多高级工程师的经验和指导。在获得经验的过程中获得正确的方向指引,这不仅有助于加快学习过程,也会使学习变得更加有趣。本书还配有问答题来帮助学生将理论知识转化成实际设计

本教材面向高年级本科生或研究生,全面讲述嵌入式系统的设计方法,共分10章。

第1章由浅入深地介绍嵌入式系统的概念以及其发展历程,还将通过介绍嵌入式系统的应用领域,系统地介绍嵌入系统的系统组成,包括硬件结构和软件结构。

第2章从嵌入式系统的设计流程开始,逐步介绍系统的需求分析、体系结构定义、包括硬件组成和软件组成在内的硬件/软件组件设计、系统集成以及系统测试等技术。

第3章着重介绍嵌入式系统的整体架构,从8位微处理器和16位微处理器开始,重点介绍目前主流的32位嵌入式微处理器。

第4章主要介绍人机交互接口、存储设备、典型的输入/输出接口、外围总线、网络接口以及扩展存储等。

第5章在介绍嵌入式软件的基础上,重点阐述嵌入式操作系统的基本概念、发展历史、体系结构以及典型的嵌入式操作系统,还重点介绍了嵌入式实时系统的基本概念以及嵌入式实时操作系统的一些基本知识。

第6章从基本概念、基本方法和驱动开发流程等角度,基于典型的嵌入式操作系统介绍嵌入式系统的设备驱动程序。

第7章介绍图形用户界面的概况、嵌入式图形用户界面的关键技术、几种典型的嵌入式图形用户界面、嵌入式图形用户界面的移植以及嵌入式中间件。

第8章介绍嵌入式系统的开发、仿真与相关的内容,其中包括在系统搭建大体完成后选择嵌入式开发平台、不同平台上系统开发与开发环境的建立、开发工具的介绍,以及仿真和测试的相关原理与应用技术。

第9章介绍软硬件协同设计的基本流程,主要内容包括软硬件功能划分、协同综合与验证,以及系统评估和系统特性。

第10章介绍嵌入式系统的低功耗设计和高可靠实现技术。

由于嵌入式系统的设计必然涉及许多公司的产品介绍,同时编者阅览了大量的有关书籍、文献和网络资料,所以如果在书稿中有声明不清楚的地方,或在文献参考中有遗漏的,敬请原谅。同时,限于编者的水平有限,难免有不足或不妥之处,敬请指正。

本书在编写过程中,承蒙王芳博士给予了大量的帮助。她实际参与了多章的编写工作。此外,张昕悦、余跃、孟庆东等同学帮我收集和整理了大量的资料,对本书的完成起到了重要的作用,在此一并表示感谢。

信息化革命和时代的需求都要求电子类工程技术人员必须掌握嵌入式系统技术的基本原理和设计方法。但是嵌入式系统涵盖计算机、电子、微电子与多种应用技术,很难用一本书涵盖所有的问题,并把所有的问题讲清楚。此外,嵌入式系统设计技术仍在不断发展,因此编者建议在阅读本书之后,根据自己的研究或工作方向进一步学习。

勇于迎接新世纪的挑战,在工业、农业、教育、国防、科研等领域发挥我们的作用,编者与各位读者共勉。

李兆麟

2010年8月

目 录

第 1 章 嵌入式系统的基本概念与架构	1
1.1 嵌入式系统的基本概念	1
1.2 嵌入式系统的发展历史	4
1.3 嵌入式系统的组成	9
1.4 嵌入式系统的典型应用要求.....	13
1.5 嵌入式系统的平台化设计方法.....	16
1.6 嵌入式系统的发展趋势.....	17
1.6.1 分布式嵌入式系统.....	19
1.6.2 具有网络能力的嵌入式系统.....	20
1.6.3 具有因特网能力的嵌入式系统.....	21
1.7 嵌入式系统在国防领域的应用.....	22
1.8 小 结.....	23
第 2 章 嵌入式系统的设计流程	24
2.1 设计流程概述.....	24
2.2 需求分析.....	29
2.3 规格定义与描述.....	31
2.3.1 规格书描述语言的特性.....	32
2.3.2 StateCharts	39
2.3.3 统一建模语言 UML	46
2.3.4 规范与描述语言 SDL	55
2.3.5 需求确认.....	58
2.3.6 总 结.....	59
2.4 系统架构设计.....	60
2.5 软硬件协同设计.....	61
2.6 硬件与软件组件设计.....	64
2.7 系统集成.....	64
2.8 质量保证.....	65

2.8.1	质量标准	65
2.8.2	设计复审	66
2.9	小结	67
第3章	嵌入式系统的硬件系统	68
3.1	嵌入式系统的硬件系统概述	69
3.2	嵌入式处理器的基本概念	69
3.3	嵌入式处理器的发展历史	71
3.3.1	8位微处理器	73
3.3.2	16位微处理器	73
3.3.3	32位以上微处理器	74
3.4	嵌入式处理器的组成与分类	75
3.4.1	嵌入式微处理器	77
3.4.2	微控制器	77
3.4.3	数字信号处理器	78
3.4.4	片上系统	78
3.5	典型的嵌入式微处理器	79
3.5.1	ARM RISC 处理器	79
3.5.2	其他 RISC 处理器	96
3.6	广泛应用的 DSP 处理器	105
3.6.1	概述	105
3.6.2	DSP 发展历程	108
3.6.3	DSP 结构特点	110
3.6.4	DSP 和通用处理器的区别	112
3.6.5	DSP 应用领域	114
3.6.6	典型 DSP 产品	115
3.6.7	DSP 的发展趋势	134
3.7	小结	137
第4章	嵌入式系统的外部设备	138
4.1	人机交互接口	138
4.1.1	触摸屏	139
4.1.2	键盘接口	145
4.1.3	显示器接口	150

4.1.4 语音输入/输出装置	155
4.2 嵌入式存储设备	157
4.2.1 易失性存储器	157
4.2.2 非易失性存储器	159
4.2.3 存储器的应用选择	167
4.3 输入/输出接口	169
4.3.1 串行接口	170
4.3.2 并行接口	173
4.3.3 IEEE 1394	174
4.3.4 USB 总线	181
4.3.5 I ² C 总线	185
4.4 无线传输接口	188
4.4.1 红外通信接口(IrDA 协议)	188
4.4.2 Wi-Fi	194
4.4.3 蓝 牙	197
4.5 系统总线	201
4.5.1 PCI 总线	202
4.5.2 现场总线	207
4.6 扩充设备	214
4.6.1 CF 扩充卡	215
4.6.2 MMC 卡	216
4.6.3 SD 卡	219
4.7 数模/模数转换器(ADC/DAC)	220
4.7.1 模数转换器(ADC)	220
4.7.2 数模转换器(DAC)	221
4.8 电源管理	223
4.8.1 电源电路分类	224
4.8.2 电源电路特性	227
4.9 小 结	228
第 5 章 嵌入式操作系统	229
5.1 嵌入式软件	229
5.1.1 驱动层	230
5.1.2 操作系统层	231

5.1.3	中间件层	231
5.1.4	应用层	232
5.1.5	嵌入式系统软件运行流程	233
5.2	嵌入式操作系统概述	234
5.2.1	嵌入式操作系统的发展	235
5.2.2	嵌入式操作系统的特征	236
5.3	嵌入式操作系统的体系结构	238
5.3.1	体系结构分类	239
5.3.2	嵌入式内核	244
5.3.3	嵌入式 TCP/IP 协议	254
5.3.4	嵌入式文件系统	262
5.4	嵌入式实时操作系统	269
5.4.1	嵌入式实时系统	269
5.4.2	嵌入式实时操作系统的标准	278
5.4.3	实时调度算法	279
5.5	主流嵌入式操作系统	284
5.5.1	Windows CE 操作系统	285
5.5.2	VxWorks 操作系统	289
5.5.3	嵌入式 Linux	292
5.5.4	μ C/OS-II	297
5.5.5	其他嵌入式操作系统	300
5.6	小 结	304
第 6 章	嵌入式系统的设备驱动程序	305
6.1	设备驱动程序的基本概念	305
6.2	Linux 设备驱动程序	309
6.2.1	设备类型	309
6.2.2	设备号	310
6.2.3	设备文件接口	311
6.2.4	设备访问方式	316
6.2.5	程序结构	322
6.2.6	模块化设计	326
6.2.7	程序编译	327
6.2.8	字符设备的驱动程序	330

6.2.9 块设备的驱动程序	337
6.2.10 网络设备的驱动程序	343
6.3 小 结	352
第 7 章 嵌入式图形用户界面与中间件	353
7.1 嵌入式图形用户界面概述	353
7.1.1 嵌入式图形用户界面的发展	354
7.1.2 图形用户界面架构	355
7.1.3 嵌入式系统中的图形解决方案	356
7.2 嵌入式图形用户界面的关键技术	357
7.3 典型的嵌入式图形用户界面	359
7.3.1 X Window	360
7.3.2 MiniGUI	362
7.3.3 MicroWindows	370
7.3.4 其他嵌入式图形用户界面	375
7.3.5 几种嵌入式图形用户界面的比较	377
7.4 嵌入式图形用户界面的移植	378
7.4.1 MicroWindows 的移植和中文化处理	378
7.4.2 MiniGUI 的移植	379
7.5 嵌入式中间件	381
7.5.1 嵌入式中间件概述	381
7.5.2 嵌入式 CORBA	383
7.5.3 嵌入式 Java	386
7.6 小 结	390
第 8 章 嵌入式系统开发、仿真与调试	391
8.1 系统开发流程	391
8.1.1 交叉开发环境	391
8.1.2 开发流程	393
8.2 嵌入式软件生成	395
8.2.1 编译器	396
8.2.2 汇编器	400
8.2.3 链接器	400
8.3 嵌入式软件仿真	403

8.3.1	软件仿真技术	405
8.3.2	软件仿真平台	406
8.4	嵌入式硬件仿真	409
8.4.1	硬件仿真工具	410
8.4.2	SoPC 技术	411
8.5	系统移植	416
8.5.1	硬件抽象层的定义与任务	417
8.5.2	硬件抽象层的设计	418
8.6	嵌入式系统调试	422
8.6.1	交叉调试器	422
8.6.2	在线仿真器 ICE	426
8.6.3	片上调试技术 OCD	431
8.7	系统引导和内核启动	437
8.7.1	引导程序的概述	438
8.7.2	引导程序的任务流程	440
8.8	小结	444
第 9 章	软硬件协同设计	445
9.1	软硬件协同设计概述	445
9.1.1	传统设计方法的局限性	445
9.1.2	软硬件协同设计的定义	447
9.1.3	软硬件协同设计的特点	447
9.1.4	软硬件协同设计方法	448
9.1.5	软硬件协同设计的技术	451
9.2	系统描述	455
9.3	软硬件功能划分	457
9.3.1	软硬件功能划分的步骤	457
9.3.2	功能划分中的问题	458
9.3.3	软硬件功能划分算法	460
9.4	软硬件协同综合	464
9.5	软硬件协同验证	465
9.5.1	软硬件协同验证方法	466
9.5.2	基于模拟仿真的验证	467
9.6	系统评估和系统特性	468

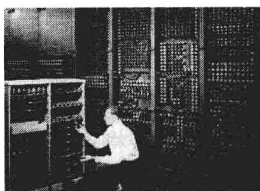
9.6.1 系统评估模型	468
9.6.2 系统评估的质量度量	470
9.6.3 系统特性	473
9.7 软硬件协同设计的支持工具	474
9.8 小 结	475
第 10 章 低功耗技术与可靠性技术	476
10.1 低功耗设计技术	476
10.1.1 功耗产生的原因	476
10.1.2 低功耗设计技术	477
10.1.3 处理器选择	481
10.1.4 接口电路驱动电路	482
10.1.5 动态电源管理(DPM)	483
10.1.6 电源供给电路设计	486
10.1.7 存储器类型对嵌入式系统功耗的影响	487
10.2 可靠性设计技术	488
10.2.1 电磁干扰问题	488
10.2.2 可靠性设计原则	489
10.2.3 容错设计	491
10.2.4 抗干扰设计	498
10.3 小 结	509
参考文献	510

第 1 章 嵌入式系统的基本概念与架构

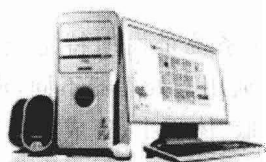
在介绍嵌入式系统的基本概念和发展历史的基础上,本章首先从宏观角度勾勒出嵌入式系统的组成,其中包括嵌入式系统的基本架构、硬件组成和软件组成等。接下来还将介绍嵌入式系统的特性以及关键设计技术。最后介绍嵌入式系统的发展趋势。

1.1 嵌入式系统的基本概念

自 1946 年 2 月 15 日,第一台电子数字计算机 ENIAC(电子数字积分计算机,英文全称为 Electronic Numerical Integrator and Computer)诞生以来,世界进入了计算机时代。人们经历了大型计算机时代、个人 PC(Personal Computer 的英文缩写)时代,到目前计算机无所不在。进入 21 世纪,信息社会已经进入了所谓“后 PC 时代”。图 1.1 是典型的计算机系统。



(a) 世界第一台电子数字计算机ENIAC



(b) 流行的个人电脑



(c) 体积更小的便携笔记本电脑



(d) 嵌入式系统产品PDA

图 1.1 典型的计算机系统

“后 PC 时代”的典型特征是,各种计算设备越来越小,甚至看不见或隐藏起来,内嵌于生活的方方面面。同时随着网络技术的发展,这些计算设备通过有线或无线网络连接起来。

“后 PC 时代”极大地促进了嵌入式系统的发展和应用。嵌入式系统是 21 世纪信息社会的核心技术。与常见的通用计算机系统不同,嵌入式系统是以应用为中心,软硬件可裁剪的,适应应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗等综合性严格要求的专用计算机系统。嵌入式系统是以计算机技术为基础,同时结合半导体技术、网络技术和通信技术等具体应用的产物。

目前,嵌入式系统已经应用于工业控制、国防军事、交通通信、医疗设备以及人们日常生活

的方方面面。例如,数控机床、汽车、航天器、PDA、手机、智能家电等产品中都包含嵌入式系统。

“嵌入式系统”一词来源于一个系统的概念。系统是一组相互作用、相互联系、相互依赖的单元共同组成的一个整体。严格意义上讲,嵌入式系统是系统中的一部分,是一个实用的、与个人计算机、工作站、服务器、超级计算机等通用计算机系统完全不同的计算系统。而且随着工艺的进步、软硬件开销的下降,嵌入式系统也在不断发展。近年来出现了各种不同的针对嵌入式系统的定义和描述。下面就给出了几种对嵌入式系统的典型描述,帮助大家理解嵌入式系统到底是什么类型的系统。

1. 是针对特定应用的设计

大多数嵌入式系统产品主要是针对某一种特定功能设计的,如面向信息家电、汽车电子、网络、航空、航天等特定应用领域。现实生活中,绝对不会将应用在信息家电中的嵌入式系统产品应用在汽车上,同时也不会要求能够应用在信息家电中的嵌入式系统产品同时具备辅助汽车电子控制等功能。一般来说,嵌入式系统是针对特定应用,在硬件和软件上实现最优化的设计。

正是由于嵌入式系统是面向特定应用的,所以它们通常采用嵌入式处理器。与 Intel、AMD 等公司生产的通用型处理器不同,嵌入式处理器大多工作在为特定用户群设计的系统中,一般都具有功耗低、体积小、集成度高等特点,而且还能够将通用处理器中许多由板卡完成的任务集成在芯片内部,从而有利于嵌入式系统设计趋于小型化,移动能力大大增强,与网络的耦合也越来越紧密。

但是随着嵌入式系统技术的发展,目前也存在一些像 PDA、手机等混合系统,它们就是能够完成一系列功能的嵌入式系统。还有最近的数字电视包含了交互应用软件,可以执行一系列和“电视”无关的常见功能,如电子邮件 E-mail、网络浏览和游戏等。

2. 在硬件和软件上有一定限制

与个人计算机、工作站、服务器、超级计算机等通用计算机系统相比,嵌入式系统在硬件和软件上有一定限制。对大多数嵌入式系统而言,这种描述是完全正确的。在硬件限制方面,嵌入式系统在处理能力、功耗、存储、硬件功能等方面有诸多限定。例如,在满足功能和性能的前提下,尽可能采用处理能力较弱且成本较低的处理器。此外,还应该尽可能采用较少的存储器和不增加不必要的功能等,以期将成本和功耗等降低到最低。在软件限制方面,与通用计算机系统相比,嵌入式系统尽可能运行较少的应用软件或按比例减少应用软件,甚至不支持操作系统或者仅支持有限功能的操作系统。这样不但可以减少软件开发的工作量和降低成本,而且还可以进一步减少存储软件或软件运行时中间数据的存储器。

但是随着市场对复杂嵌入式系统(如个人数字助理 PDA、游戏机等)的需求日益高涨,上

述描述或定义只能适合于部分嵌入式系统。现在嵌入式系统的开发人员已经将通用计算机系统中一些硬件或者软件也封装到了复杂的嵌入式系统中。

3. 对品质和可靠性要求更高

嵌入式系统是一个比其他类型的系统对品质和可靠性要求更高的计算机系统。一些嵌入式系统对产品质量和可靠性有极其严格的要求。例如,汽车引擎控制器在繁忙的高速路上行驶时损坏,或者关键的医疗电子器械在手术过程中出现故障,都会造成严重的后果。但是,对于游戏机或手机这样的嵌入式系统产品来说,尽管出现故障带来的诸多不便还不至于威胁人身安全甚至生命,但是该类型的产品在抗振动等方面的要求还是高于一般的计算机系统。

此外,像个人数字助理 PDA 或者便携式因特网输入设备 Webpad 等产品,虽然它们通常也被称为嵌入式系统,但它们不是真正的嵌入式系统。关于一些只能满足部分传统嵌入式系统定义的计算机系统是否属于嵌入式系统,或者还是属于其他类型的系统,一直存在很多争议。一些专家学者认为像 PDA 这样相当复杂的设计也被称为嵌入式系统,是被一些非技术的市场和销售人员推动的。实际上,对于这些产品是否属于嵌入式系统,嵌入式系统工程师还没有统一的结论。到底是改进传统的嵌入式系统定义,还是把这些复杂的系统定义为一种新的计算机系统,应该由业界人士最终做出决定。目前,针对介于传统嵌入式系统和通用计算机系统之间的这些产品,还没有一个明确的业界支持的定义或说法,因此本书支持广义的嵌入式系统定义,将上述类型的计算机系统也包容进来。

总而言之,嵌入式系统是能够满足下面特性的一类计算机系统:

- ◇ 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,面向特定应用的;
- ◇ 嵌入式系统的硬件和软件都必须高效率地设计,量体裁衣、去除冗余,力争在最小面积或体积上实现更高的性能;
- ◇ 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本身中,而不是存储于磁盘等载体中。

根据英国电机工程师协会(IEE)和国际电子电气工程师协会(IEEE)的定义,嵌入式系统是控制、监视和辅助某个设备、机器甚至工厂运行的设备。可以看出,IEE 和 IEEE 给出的定义是从应用上考虑的。根据 IEE 和 IEEE 给出的定义,嵌入式系统是软件和硬件的综合体。例如,高级洗衣机中的智能控制系统就是一个典型的嵌入式系统。它由单片计算机系统组成,主要完成洗衣过程的控制功能。非常形象地,该系统内嵌于洗衣机内部,辅助完成洗衣功能,只是洗衣机的一部分,用户完全感觉不到它的存在。

嵌入式系统的设计基础与通用计算机系统相同,但是在应用数量上嵌入式系统远远超过了各种计算机系统,在人们日常生活中无所不在。小至电子体温计,大到飞机的自动导航系统,又如与生活息息相关的汽车中的电子控制系统,都是嵌入式系统的典型应用。嵌入式系统