

嵌入式系统设计与应用

QIANRUSHI XITONG SHEJI YU YINGYONG

刘纯武 张羿猛 黄芝平 等编著

国防科技大学出版社

嵌入式系统设计与应用

刘纯武 张羿猛 黄芝平 编 著
苏绍璟 唐贵林

国防科技大学出版社
·长沙·

内 容 简 介

本书从嵌入式系统的通用技术和基本概念、原理、方法入手,重点介绍嵌入式系统设计和开发过程中,硬件设计和软件开发的实用技术和实用知识,如给出了部分硬件实用的典型电路和软件开发过程中设计、调试和测试的步骤。通过本书的学习,跟随本书步骤实践,读者不仅能步入嵌入式系统开发者行列,且能积累许多经验和获得开发嵌入式系统的多方面能力。

本书是测控技术与仪器专业工程技术类本科生教材,但它同样适合作为其它电子信息类专业大学高年级相关课程的教材或教学参考用书,对相关科技人员的科研工作也具有实用意义。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式系统设计与应用/刘纯武,张羿猛,黄芝平等编著. —长沙:国防科技大学出版社,2011. 12

ISBN 978 - 7 - 81099 - 969 - 4

I. ①嵌… II. ①刘…②张…③黄… 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(2011)第 257908 号

国防科技大学出版社出版发行

电话:(0731)84572640 邮政编码:410073

<http://www.gfkdcbs.com>

责任编辑:张静 王嘉 责任校对:陈巧巧

新华书店总店北京发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

*

开本:787×1092 1/16 印张:38 字数:901 千
2011 年 12 月第 1 版第 1 次印刷 印数:1—500 册

ISBN 978 - 7 - 81099 - 969 - 4

定价:79.00 元

前 言

嵌入式系统是计算机技术一个重要发展方向,它以体积小、重量轻、性能高、功耗低、可靠性高以及面向应用等许多突出优点得到广泛应用。嵌入式产品在我们目前的生产、生活和工作中几乎随处可见,且应用需求十分强盛。因而,嵌入式系统的设计和开发知识已经作为一门电子信息技术的必备知识引起越来越多人的重视,带动越来越多人的学习兴趣。然而,嵌入式系统设计和开发方面的知识涉及面十分广泛,既有硬件方面的知识,又有软件方面的知识,既有硬软件设计和开发的通用技术,又有应用领域的专业知识,因而,学习嵌入式系统设计和开发的门槛较高,设计和开发一个完善的复杂的嵌入式系统难度较大。

经验表明,嵌入式系统设计和开发知识的学习必须以嵌入式系统中硬件和软件设计知识为基础,再结合某个应用领域的专业知识和需求,以点带面,循序渐进,经历几次实践,就可较好地驾驭其设计和开发。目前,嵌入式系统的教学多选用一种核心器件作为教学主线,但实践手段相对薄弱和单一,使得学习者学完后,往往难以适应新的应用需求。因此,本书结合《单片机系统原理》和《检测与仪表新器件》等课程多年教学经验,按照基本概念→基本原理→基本方法→工程实践的思路编写,同时融入了嵌入式系统的新发展,如多核和软核的嵌入式系统,使读者通过本书学习,能全面了解和熟悉嵌入式系统设计和应用方面的知识,若再结合相应的工程实践环节,可较熟练地掌握嵌入式系统的相关知识。

本书的前导课程是《数字电子技术基础》、《计算机硬件技术基础》、《计算机软件技术基础》、《C语言程序设计》,后续课程是《嵌入式系统课程综合设计》、《精密仪器设计》。本书具体章节安排如下所述。

第一章从嵌入式系统的基本概念入手,介绍了嵌入式系统的基本知识,以

硬件和软件为一个整体介绍了嵌入式系统的组成和微处理器的体系结构。从实时性分析、实时调度、实时性设计出发,讲述了嵌入式系统的实时性问题。同时,从嵌入式系统的开发过程、度量项目、评价方法等方面介绍了嵌入式系统的开发方法和性能评价。

第二章介绍了嵌入式系统中核心器件——嵌入式处理器,首先对处理器相关内容作了整体上的描述,然后从其结构、特点和运行模式等方面,分别介绍在测控系统以及仪器仪表中常用的几种处理器,包括 MCS-处理器、ARM 处理器、TMS320 系列 DSP 器件、MSP430 处理器、TLR36480 多核处理器、嵌入式软核处理器等。

第三章介绍了嵌入式系统中的系统软件和操作系统等方面的知识。首先说明了嵌入式系统中软件的分类和软件架构,然后介绍嵌入式系统中常见的操作系统软件结构及其特点,最后重点介绍了嵌入式操作系统中的任务管理、存储管理、设备管理和文件管理。

第四章从硬件设计的实用性出发,没有过多地纠结于其中理论推导,介绍嵌入式系统中除微处理器/微控制器以外的外围器件各部件及其电路设计,包括存储器、输入输出设备、通信接口、电源电路和时钟电路等设计中所常用的器件及其选型方法与电路设计。同时介绍了硬件设计与测试的步骤或方法,重点介绍了嵌入式系统的电磁兼容性设计。文中采用了大量的实例,且以仪器仪表、测量控制领域的应用居多。

第五章从嵌入式系统应用软件的开发过程、程序设计语言、集成开发环境工具出发,通过嵌入式应用软件设计过程中的方式、方法和原则,详细介绍嵌入式系统应用软件开发过程中开发平台选择、编程规范、软件测试、软件移植等方面的知识。通过并行处理的概念、形式、策略,并行算法和并行程序的设计方法、调试方法以及性能分析方法,介绍了嵌入式系统设计中新出现的并行处理软件的设计。

第六章介绍了 3 个实例:MSP430 系列的嵌入式系统、Nios II 软核的嵌入式系统和 TLR36480 多核处理板,从硬件架构、软件架构、硬件单元设计、应用软件模块设计等方面进行了较详细的说明。

本书适合于电子信息类专业(如仪器科学与技术、机电工程、自动化、电子信息工程、通信工程、计算机科学与技术、生物医学工程等)的大学高年级学生或研究生作为必修或选修课程教材,也适合于嵌入式系统开发人员和相关科技人员作为参考用书。

本书按照测控技术与仪器专业工程技术类本科生教学标准编写。全书共分6章,其中第一章和第四章由刘纯武编写,第二章由张羿猛编写,第三章由黄芝平、唐贵林编写,第五章由黄芝平编写,第六章由苏绍璟编写。全书由刘纯武统稿。

本书编写过程中,参阅了大量相关书籍和资料,书中无法一一尽列,在此对这些参考文献和资料的作者表示感谢,同时感谢国防科学技术大学机电工程与自动化学院各位领导和专家对本书出版的支持和帮助。陈实、许俊龙、周晗、周小利等多位研究生为本书编写整理了大量资料,在此表示感谢。

由于编者水平的限制,书中难免存在疏漏之处,恳切欢迎各位专家和读者批评指正。

作 者

于国防科学技术大学

2011年10月

目 录

第一章 嵌入式系统概述	(1)
1.1 嵌入式系统的基础知识	(1)
1.1.1 嵌入式系统的发展概述	(2)
1.1.2 嵌入式系统的定义	(3)
1.1.3 嵌入式系统的特点	(5)
1.1.4 嵌入式系统的组成	(7)
1.1.5 嵌入式系统的应用领域	(11)
1.1.6 嵌入式测量仪器	(12)
1.2 嵌入式处理器体系结构	(14)
1.2.1 冯·诺依曼和哈佛结构	(14)
1.2.2 CISC 与 RISC	(16)
1.2.3 流水线技术	(19)
1.2.4 信息存储的字节顺序	(22)
1.3 嵌入式系统的实时性	(24)
1.3.1 嵌入式系统实时性概述	(25)
1.3.2 嵌入式系统实时性特点	(26)
1.3.3 实时嵌入式系统分类	(28)
1.3.4 嵌入式系统实时调度	(29)
1.3.5 嵌入式系统的实时性设计	(30)
1.4 嵌入式系统设计与性能评价的方法	(32)
1.4.1 嵌入式系统的开发与管理	(32)
1.4.2 嵌入式系统的设计方法	(41)
1.4.3 性能评价的度量项目	(49)
1.4.4 嵌入式系统性能的评价方法	(51)
1.4.5 评估嵌入式处理器的指标	(52)
1.5 本章小结	(53)
参考文献	(54)
思考题	(54)

第二章 嵌入式处理器	(56)
2.1 嵌入式处理器概述.....	(56)
2.1.1 嵌入式处理器的分类.....	(56)
2.1.2 嵌入式处理器的特点与选型方法.....	(58)
2.2 MCS-51 系列单片机	(59)
2.2.1 MCS-51 单片机的总体结构	(59)
2.2.2 MCS-51 单片机的硬件结构	(60)
2.2.3 MCS-51 单片机的引脚功能	(64)
2.2.4 MCS-51 单片机的外部结构	(66)
2.2.5 MCS-51 单片机的中央处理器	(67)
2.2.6 MCS-51 单片机的存储器配置	(70)
2.2.7 MCS-51 单片机的时钟电路与时序	(74)
2.2.8 MCS-51 单片机的工作方式	(77)
2.3 MSP430 系列单片机	(81)
2.3.1 MSP430 系列单片机概述	(81)
2.3.2 MSP430 系列单片机的结构	(84)
2.3.3 MSP430 系列单片机的指令系统	(90)
2.3.4 MSP430 系列单片机的片内外围模块	(96)
2.4 PowerPC 处理器系列	(103)
2.4.1 PowerPC 处理器系列及特点	(103)
2.4.2 PowerPC 处理器内核的概述	(107)
2.4.3 PowerPC 处理器内核的系统结构	(109)
2.5 ARM 处理器系列	(114)
2.5.1 ARM 处理器的结构介绍	(114)
2.5.2 ARM 处理器系列概述	(116)
2.5.3 ARM 处理器的编程模型	(120)
2.5.4 ARM 处理器的指令系统	(122)
2.6 TMS320 DSP 处理器系列	(126)
2.6.1 TMS320 系列定点 DSP 处理器	(126)
2.6.2 TMS320 系列浮点 DSP 处理器	(136)
2.6.3 TMS320C80 多 DSP 处理器	(144)
2.7 TLR36480 多核处理器	(146)
2.7.1 TLR36480 概述	(148)
2.7.2 TLR36480 的操作方式	(153)
2.7.3 TLR36480 的时钟	(157)

2.7.4 TLR36480 的封装	(158)
2.8 Nios 嵌入式软核处理器	(160)
2.8.1 SOPC 技术简介	(160)
2.8.2 Nios 嵌入式软核体系结构	(163)
2.8.3 Nios II 嵌入式软核及开发	(173)
2.9 本章小结	(182)
参考文献	(183)
思考题	(184)
第三章 嵌入式系统软件与操作系统	(186)
3.1 嵌入式软件概述	(186)
3.1.1 嵌入式软件分类	(187)
3.1.2 嵌入式软件架构	(187)
3.1.3 设备驱动软件	(190)
3.1.4 嵌入式中间件	(192)
3.2 嵌入式操作系统概述	(192)
3.2.1 嵌入式操作系统概念	(192)
3.2.2 嵌入式操作系统分类	(193)
3.2.3 嵌入式 Linux 操作系统	(196)
3.2.4 Window CE 操作系统	(200)
3.2.5 μ C/OS-II 操作系统	(203)
3.2.6 VxWorks 操作系统	(204)
3.2.7 Symbian 操作系统	(206)
3.2.8 Android 操作系统	(208)
3.3 任务管理	(212)
3.3.1 多道程序技术	(212)
3.3.2 进程、线程和任务	(213)
3.3.3 任务的实现	(217)
3.3.4 任务的调度	(223)
3.3.5 实时系统调度	(230)
3.3.6 任务间同步与互斥	(234)
3.3.7 任务间通信	(237)
3.4 存储管理	(239)
3.4.1 存储管理概述	(239)
3.4.2 存储模式	(240)
3.4.3 分区存储管理	(241)

3.4.4	地址映射	(246)
3.4.5	页式存储管理	(249)
3.4.6	虚拟存储管理	(254)
3.5	设备管理	(260)
3.5.1	设备管理概述	(260)
3.5.2	I/O 控制方式	(261)
3.5.3	I/O 软件	(264)
3.6	文件管理	(266)
3.6.1	文件管理概述	(266)
3.6.2	文件与目录	(267)
3.6.3	文件系统的实现	(269)
3.7	本章小结	(272)
	参考文献	(272)
	思考题	(273)
第四章	嵌入式系统硬件设计	(274)
4.1	嵌入式系统的存储器设计	(274)
4.1.1	嵌入式系统存储器概述	(274)
4.1.2	ROM 器件种类与特征	(276)
4.1.3	RAM 器件种类与特征	(278)
4.1.4	Flash 器件种类与特征	(283)
4.1.5	外部存储器种类与特征	(285)
4.1.6	存储器件选型	(290)
4.2	嵌入式系统的输入输出设备	(291)
4.2.1	常用输入输出设备概述	(291)
4.2.2	嵌入式系统的 A/D 器件	(293)
4.2.3	嵌入式系统的 D/A 器件	(297)
4.2.4	嵌入式系统的显示器件	(300)
4.2.5	红外通信器件	(305)
4.2.6	蓝牙接口器件	(308)
4.2.7	1394 接口器件	(312)
4.2.8	键盘及其接口设计	(317)
4.2.9	触摸屏及其选型	(318)
4.3	嵌入式系统的通信接口设计	(321)
4.3.1	串行接口	(321)
4.3.2	GPIO 接口	(325)

4.3.3	USB 接口	(328)
4.3.4	PCI 总线接口	(331)
4.3.5	PCI-Express 接口	(335)
4.3.6	I ² C 接口	(338)
4.3.7	SPI 接口	(341)
4.3.8	以太网网络接口	(343)
4.4	嵌入式系统的电源与时钟设计	(349)
4.4.1	常见电源器件分类与特点	(349)
4.4.2	电源接口技术	(351)
4.4.3	电源管理技术	(352)
4.4.4	时钟器件及电路设计	(356)
4.5	电子电路设计与测试	(362)
4.5.1	硬件电路设计步骤	(362)
4.5.2	电路板(PCB)设计	(363)
4.5.3	电子设计自动化简介	(368)
4.5.4	电子电路的测试	(371)
4.6	电磁兼容性设计	(375)
4.6.1	电磁兼容性概述	(375)
4.6.2	电路板的电磁兼容性设计	(380)
4.6.3	电磁干扰隔离与抑制技术	(387)
4.6.4	电磁兼容的一些措施	(393)
4.7	本章小结	(397)
	参考文献	(397)
	思考题	(398)
第五章	嵌入式软件设计	(400)
5.1	嵌入式软件开发概述	(400)
5.1.1	嵌入式应用系统开发过程	(400)
5.1.2	嵌入式应用软件开发的特点	(402)
5.1.3	嵌入式软件开发的挑战	(403)
5.2	嵌入式程序设计语言	(404)
5.2.1	嵌入式程序设计语言概述	(404)
5.2.2	汇编语言	(408)
5.2.3	面向过程语言	(411)
5.2.4	面向对象语言	(417)
5.2.5	汇编、编译程序的基本原理	(424)

5.3	嵌入式软件开发环境	(429)
5.3.1	宿主机和目标机	(429)
5.3.2	嵌入式软件开发工具	(431)
5.3.3	集成开发环境	(444)
5.4	嵌入式软件开发方法	(448)
5.4.1	嵌入式平台选择	(448)
5.4.2	软件设计	(450)
5.4.3	编码	(455)
5.4.4	软件测试	(456)
5.4.5	软件下载和运行	(464)
5.5	嵌入式软件移植	(465)
5.5.1	无操作系统的软件移植	(466)
5.5.2	带操作系统的软件移植	(467)
5.5.3	嵌入式应用软件移植	(468)
5.6	嵌入式系统中并行处理软件的设计	(470)
5.6.1	并行处理技术概述	(470)
5.6.2	并行算法的设计	(472)
5.6.3	并行处理软件	(477)
5.6.4	并行程序的设计方法	(481)
5.7	本章小结	(488)
	参考文献	(488)
	思考题	(489)
第六章	嵌入式应用系统开发实例	(490)
6.1	MSP430 嵌入式系统开发实例	(490)
6.1.1	MSP430 嵌入式系统硬件架构	(491)
6.1.2	MSP430 嵌入式系统软件架构	(493)
6.1.3	MSP430 嵌入式系统单元电路设计	(497)
6.1.4	MSP430 嵌入式系统接口程序设计	(503)
6.1.5	MSP430 嵌入式系统调试	(509)
6.2	Nios II 嵌入式软核 SOPC 设计实例	(512)
6.2.1	SOPC 硬件设计开发流程	(512)
6.2.2	SOPC 硬件开发环境	(514)
6.2.3	简单 Nios II 嵌入式软核处理器系统硬件框架	(515)
6.2.4	Quartus II 软件及其工程创建	(520)
6.2.5	软核处理器系统模块创建	(523)

6.2.6	集成 Nios II 系统模块到 Quartus II 工程	(540)
6.2.7	Nios II 软核处理器系统编译调试	(544)
6.3	TLR36480 多核处理板开发实例	(552)
6.3.1	多核处理板硬件架构	(553)
6.3.2	多核处理板软件架构	(555)
6.3.3	多核处理板单元电路设计	(566)
6.3.4	多核处理板程序设计	(574)
6.3.5	多核处理板调试	(584)
6.4	本章小结	(590)
	参考文献	(590)
	思考题	(591)
附录	嵌入式系统资料常见网址	(593)
1.	嵌入式系统硬件资料网上查询方法	(593)
2.	单片机应用资料网上查询方法	(594)

第一章 嵌入式系统概述

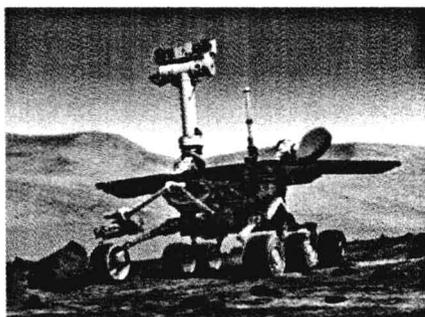
本章从嵌入式系统的基本概念入手,概要地介绍其基本理论和基本方法,以便读者从整体上了解嵌入式系统设计与应用知识,建立对嵌入式系统的设计兴趣和开发信心。

1.1 嵌入式系统的基础知识

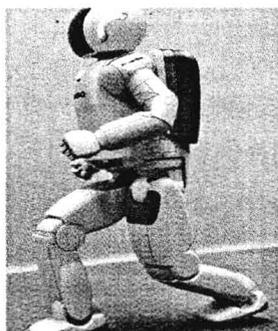
在讨论嵌入式系统(Embedded System)的定义之前,首先来回答几个有关嵌入式系统的应用实例的问题。第一个问题是一台 PDA(个人数字助理)是否可看成是一个嵌入式系统?回答是肯定的。第二个问题是一台数控机床或者一台火星车(如图 1-1 所示)是否可看成是一个嵌入式系统?回答同样是肯定的,而且工业控制是嵌入式系统的一个典型的



(a) PDA



(b) 勇气号火星车



(c) 双足机器人



(d) 可视电话

图 1-1 嵌入式系统应用实例

应用领域。比较上述几个应用实例可发现,它们除都嵌入了一个或多个微处理器外几乎完全不同。那么是否可说嵌入有微处理器的系统就可称为嵌入式系统呢?为此我们追溯嵌入式系统的发展历史。

1.1.1 嵌入式系统的发展概述

1.1.1.1 嵌入式系统发展历史

虽然嵌入式系统是近些年风靡起来的,但这个概念已有一段历史了。从20世纪70年代单片机的出现到今天各式各样的嵌入式微处理器、微控制器的大规模应用,嵌入式系统已经历了40年的发展历史。其作为一个系统也是在硬件和软件双螺旋交替发展的支撑下逐渐稳定和成熟起来的。

嵌入式系统的最初应用是基于单片机的发展,20世纪70年代单片机的出现,使得汽车、家电、工业机器、通信装置等领域的成千上万种产品可通过内嵌的电子装置,获得了更佳的性能、更便利的使用、更便宜的价格和更迅速的产品更新。这些电子装置已具备了嵌入式的应用特点,但是当时只有8位芯片,执行相对简单的单线程程序,难以称为“系统”。系统是一种根据固定的计划、程序或者规则进行工作、组织或者执行一项或多项任务的方式。系统也可以是一种安排方法,其所有单元按照一定的计划或者程序装配在一起,并共同工作。

进入20世纪80年代,随着微电子技术的发展,出现了更为先进的微处理器,使得数字声频处理、数字图像处理、信号转换、数字滤波和频谱分析等应用得以实现,使DSP从理论进入实际应用阶段。DSP技术的发展又使得嵌入式系统应用到通信、控制、计算机领域。嵌入式系统的发展进入到以嵌入式微处理器为硬件核心,以简单的操作系统为软件核心的初级阶段。运用“操作系统”编写嵌入式应用软件,这使得开发人员可进一步缩短开发周期,降低开发成本,提高开发效率。

20世纪80年代后期,软件技术的进步促使嵌入式系统发展到以Internet为标志的高级阶段,此时的进步主要体现在编程语言和实时操作系统上,开发人员常运用PL/M、C语言编写应用软件,提高了软件兼容性、降低了嵌入式系统的开发难度。此时的嵌入式操作系统一般采用占先式调度,响应时间短,任务执行时间确定,同时系统内核小、效率高,具有可裁剪性、可扩充性和可移植性,支持主流嵌入式微处理器,这些极大地丰富了嵌入式系统的应用程序,为适应多任务、多功能的嵌入式应用提供了广阔的空间。

20世纪90年代以后,受到分布式控制、信息电器、数字化通信、网络应用等强烈需求的影响,嵌入式系统在硬件和软件两个方面都得到了较大的发展。在硬件方面,出现了集成度高、功能强大、种类繁多、低功耗、低成本、面向不同应用领域的32位或64位微处理器,且在应用中逐渐占据主流地位。在软件方面,由于微处理器性能提高,使得嵌入式系统的应用具有高度智能的功能,嵌入式操作系统在实时性、多任务方面得到了明显的提升,发展成为实时多任务操作系统(RTOS),且功能越来越丰富,在嵌入式系统的软件中应用比例也越来越高。

21 世纪是网络时代,随着网络应用、信息产品的发展,嵌入式系统的应用将与 Internet 有机地日益紧密结合在一起,而嵌入式设备与 Internet 的结合将是嵌入式系统未来的发展趋势。

1.1.1.2 嵌入式系统发展趋势

信息时代和数字时代的到来,为嵌入式系统的发展带来了巨大的机遇,同时也向嵌入式系统厂商提出了新挑战。目前,嵌入式技术与 Internet 技术的结合正在推动嵌入式系统飞速发展,嵌入式系统的研究和应用产生了如下新变化:

1) 新的微处理器层出不穷,使得嵌入式系统自身结构的设计更加便于移植,能够在短时间内支持更多的微处理器。

2) 嵌入式系统的开发成了一项系统工程,开发厂商不仅要提供嵌入式软硬件系统本身,同时还提供强大的硬件开发工具和软件支持包。

3) 在通用计算机上使用的新技术、新观念逐步移植到嵌入式系统中,嵌入式软件平台得到进一步完善。

4) 各类嵌入式 Linux 操作系统发展迅速,由于它具有源代码开放、系统内核小、执行效率高、网络结构完整等优点,很适合信息家电的需求。目前已与 Windows CE、Palm OS 等嵌入式操作系统同样占据着一定市场。

5) 网络化、信息化要求日益提高,以往功能单一的设备功能不再单一,结构变得更加复杂,网络互联网成为必然趋势。

6) 精简系统内核、优化管理算法、降低功耗和硬件成本,提供更加友好的多媒体人机交互界面。

7) IP 核(Intellectual Property Core,知识产权核)的开发和应用成为嵌入式系统开发的重要领域。

上述的 IP 核是指具有知识产权、功能具体、结构规范、可在多个集成电路设计中重复使用的功能模块,是实现系统芯片(SOC, System On Chip)的基本构件。IP 核在功能设计上考虑了可重用性,验证方法也非常明确。IP 核根据描述行为不同可分三类:

IP 软核(Soft IP Core):经过设计优化和功能验证的,以 HDL 语言形式和源代码形式提供。借助于 EDA 综合工具易于移植到不同的应用领域。

IP 硬核(Hard IP Core):基于半导体技术物理设计,已有固定的拓扑布局和具体工艺,并已经过工艺验证,具有可保证的性能,但灵活性和可移植性差。以 IC 器件形式提供给用户。

IP 固核(Firm IP Core):它的设计程度介于软核和硬核之间,除了完成软核的设计外,还完成了门级电路综合和时序仿真等设计环节,一般以门级电路网表提供给用户。

1.1.2 嵌入式系统的定义

从嵌入式系统的发展历史看,它是随着计算机技术、微处理器技术、电子技术、通信技术、集成电路技术的发展而发展起来的,并已经成为计算机技术和计算机应用领域一个重

要组成部分。今天,嵌入式系统内涵正在日益深化,如果再将嵌入式系统的技术要素看成单片机芯片的特性就远远不够了。嵌入式系统是一个应用系统,它是一个硬件和软件的一体,而软件在嵌入式系统中又占据重要的位置。

嵌入式系统的软件可以分为系统软件和应用软件两个层次。这种软件的分割是必要的,当问题较为简单时,也许不必清晰地分层软件,但是,只要是一个稍复杂的应用系统,就会具有许多更高指标的要求。系统软件作为硬件和软件的过渡层,为实现这些要求提供了良好的保障。

从上述对嵌入式系统发展历史的追溯和分析可以回答前面所提出的问题:是否嵌入有微处理器的系统就可以称为嵌入式系统呢?答案读者一定清楚了。那么到底什么是嵌入式系统呢?

嵌入式系统有多种定义方法,这些定义方法有的是从嵌入式的应用定义的,有的是从嵌入式系统组成定义的,也有的是从其他方面定义的。下面给出两种常用的定义。

第一种定义:IEEE(国际电气和电子工程师协会)从应用方面定义嵌入式系统是“控制、监视或者辅助设备和车间运行的装置”。从而可以看出,嵌入式系统是软件和硬件的综合体,还可以涵盖机械等附属装置。

第二种定义:嵌入式系统是以应用为中心,以计算机技术为基础,软件和硬件可裁剪,适应应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗严格要求的专用计算机系统。这是目前国内普遍认同的定义,它把嵌入式系统看成一种专用计算机系统,作为装置或设备的一个部分。

事实上,所有带数字接口的设备,如手表、微波炉、录像机、汽车等都应用了嵌入式系统,有些嵌入式系统包含操作系统,有些是由单个程序实现整个控制逻辑。因此可以从如下几个方面来理解国内普遍认可对嵌入式系统的定义:

1) 嵌入式系统是面向用户、面向产品、面向应用的,它必须与具体应用结合才会具有生命力、才更具有优势。即嵌入式系统是与应用紧密结合的,具有很强的专用性,实际应用时往往根据需求经合理裁剪后予以利用。

2) 嵌入式系统是将先进的计算机技术、半导体技术、电子技术以及各个行业的具体应用相结合后的产物。这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。有些嵌入式系统比较简单,也易于开发,如 PDA 和玩具猫等;有些嵌入式系统十分复杂,开发它是一项十分繁杂和艰巨的工作,如火星车、深海机器人。

3) 嵌入式系统必须根据应用需求对软硬件进行裁剪,并满足应用系统的功能和可靠性、成本、体积等要求。所以,如果能建立通用的软硬件平台就可以在其上开发出适用各种需求的系统,形成一个理想的发展模式。目前嵌入式操作系统具有可裁剪的微内核使得这些模式变得没有那么困难了。

嵌入式系统是一个外延极广的名词。凡是与产品结合在一起的具有嵌入式特点的控制系統都可以称为嵌入式系统,但有时很难准确给它下一个定义。近年来人们所说嵌入式系统是指具有操作系统的嵌入式系统。本书在进行分析和展望时也沿用此观点。