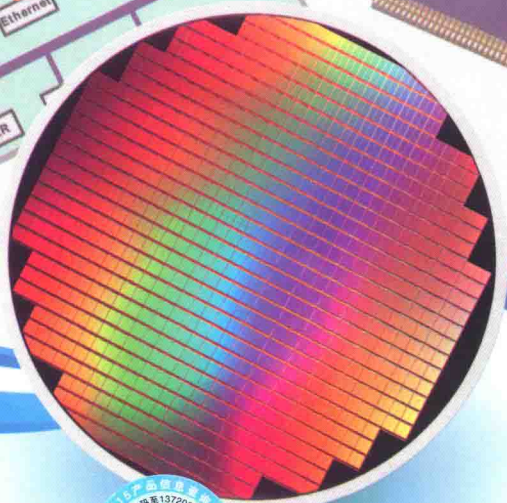
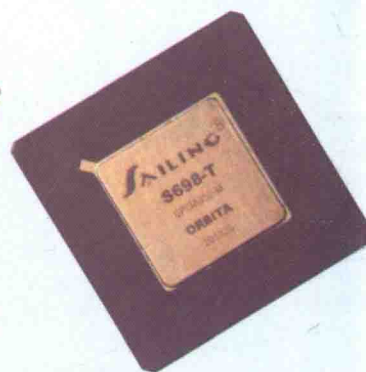
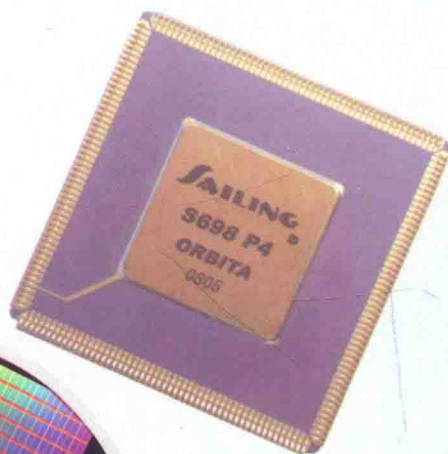
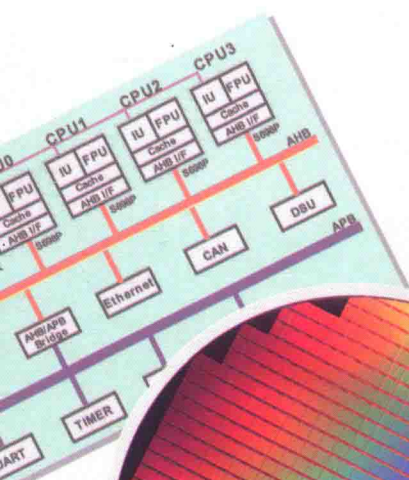


SPARC

嵌入式系统设计与开发

—— S698系列处理器实用教程

颜军 主编



中国标准出版社

SPARC 嵌入式系统设计与开发

——S698 系列处理器实用教程

颜 军 主编

中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

SPARC 嵌入式系统设计与开发——S698 系列处理器实用教程/颜军主编. —北京:中国标准出版社,2013.11

ISBN 978 - 7 - 5066 - 7344 - 0

I. ①S… II. ①颜… III. ①微处理器—系统设计②微处理器—系统开发 IV. ①TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 223481 号

内容提要

本书以珠海欧比特公司研发的基于 SPARC 架构的 S698 系列处理器为例,介绍嵌入式系统的设计与开发方法。

本书可供从事计算机系统设计及开发的技术人员学习和参考,也可作为高等院校相关专业的教材。

中国标准出版社 出版发行

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)

北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www. spc. net. cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

北京长宁印刷有限公司印刷

各地新华书店经销

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 45 字数 1063 千字

2013 年 11 月第一版 2013 年 11 月第一次印刷

*

定价 148.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68510107

编委会

主 编 颜 军

编委会 蒋晓华 龚永红 唐芳福 许怡冰 骆杰华

沈祖茵 肖文斌 叶振荣 代威威 牛君瑜

前 言

SPARC 是 Scalable Processor ARChitecture 的缩写,意为“可扩展的处理器架构”,是 RISC 处理器架构的一种。SPARC 标准最初由“SUN 微系统公司”制定,现在由“SPARC 国际”负责维护。SPARC 是一个开放式的标准,任何“SPARC 国际”的会员均可以采用该标准开发自己的产品。

珠海欧比特控制工程股份有限公司最先将 SPARC 技术引入中国,是国内最早从事 SPARC 嵌入式系统以及 SPARC 处理器芯片设计的高科技公司。欧比特研制的 S698 系列单核/多核 SPARC SOC 芯片以其高性能、高集成、高稳定、低功耗、小体积等优良品质受到了广大用户的认可和好评,被广泛应用于航空航天、金融税务以及工业控制等领域。

十几年来,欧比特公司在向客户推荐 SPARC 产品、为客户进行 SPARC 技术培训以及给客户提 SPARC 技术支持的过程中,接触并解答了客户提出的各种各样的问题。教学相长,在与客户讨论问题和提供解决方案的过程中,欧比特公司也收获了客户的认可和感谢,并从中得到了很多经验和启发。这些都给予我们巨大的鼓励和鞭策,于是我们下决心要编写一本关于 SPARC 嵌入式系统以及 SPARC 处理器芯片的实用教程,旨在进一步地在国内推广 SPARC 技术,为在这方面有需要的人提供帮助。

在编写本书的过程中,作者十分注重内容的实用性,从概述嵌入式系统开发基础知识入手,再介绍了 SPARC 标准及指令集,接下来描述了主流的嵌入式 SPARC 处理器,最后着重阐述了基于嵌入式 SPARC 处理器的应用开发。本书集中体现了欧比特公司多年来在 SPARC 嵌入式系统以及 SPARC 处理器芯片设计开发方面所积累的工程经验。希望本书的内容可以为从事 SPARC 技术学习、研究以及开发的人员提供真正实用的帮助。

全书共分 12 章,第 1 章为嵌入式系统开发的基础知识概述,使读者系统地建立起嵌入式系统的基本概念;第 2 章对 SPARC V8 标准及架构进行了介绍,使读者对 SPARC 有较为全面的了解和掌握;第 3 章介绍 SPARC V8 指令集及汇编语言,使读者了解 SPARC V8 指令集及汇编语言的具体使用方法;第 4 章介绍主流的 SPARC 嵌入式处理器的特性和功能,使读者对 SPARC 嵌入式处理器有明确的了解;第 5 章介绍基于 S698 系列处理器的硬件设计,使读者掌握 SPARC 嵌入式处理器典型的硬件设计方法;第 6 章介绍 S698 系列处理器的软件开发调试工具,使读者掌握 SPARC 嵌入式处理器的软件开发调试工具的使用;第 7 章介绍支持 SPARC 嵌入式处理器的主流嵌入式操作系统,使读者掌握 SPARC 嵌入式操作系统的应用开发;第 8~12 章详细阐述了基于 S698 系列处理器的开发实例,为读者对基于 SPARC 嵌入式处理器的软硬件系统设计开发提供全面、实用而且直观的参考。

本书的主要对象是从事 SPARC 嵌入式系统开发设计的工程师,帮助他们解决开发过程中遇到的实际问题。本书也可以作为高等院校相关专业的高年级学生和研究生参考用书。

本书在编写过程中,得到了欧比特公司研发设计部全体同事的大力支持和鼎力帮助,清华大学微电子研究所的孙义和教授、何虎博士对

本书进行了审校,并提出了宝贵意见。在此,对他们表示衷心的感谢!

由于时间仓促,加之编者自身知识水平有限,书中难免有不足和错误之处,敬请读者批评指正,不胜感激!

编者

2013年10月9日

于珠海唐家欧比特科技园

目 录

第 1 章 嵌入式系统开发基础	1
1.1 嵌入式系统的基本概念	1
1.2 嵌入式系统的内部结构	5
1.3 嵌入式系统的硬件组成	10
1.4 嵌入式并行处理技术	17
1.5 嵌入式操作系统	18
1.6 嵌入式软件开发	22
1.7 嵌入式系统开发	30
1.8 嵌入式系统的发展趋势——模块化、小型化	34
第 2 章 SPARC V8 标准及架构	36
2.1 SPARC 体系结构的发展历史和技术特征	36
2.2 SPARC 处理器工作模式	41
2.3 SPARC 寄存器	41
2.4 SPARC 异常中断	44
2.5 SPARC 的存储模式	47
2.6 SPARC 协处理器	48
2.7 SPARC 并行处理器	48
第 3 章 SPARC V8 指令集及汇编	49
3.1 SPARC V8 指令集概述	49
3.2 SPARC V8 寻址方式	55
3.3 SPARC V8 指令详细介绍	57
3.4 汇编语言的伪操作、宏指令与伪指令	76
3.5 汇编语言程序设计	84
第 4 章 主流的 SPARC 嵌入式处理器	99
4.1 AT695	99
4.2 AT697	100

4.3	GR712RC	101
4.4	S698 – MIL	103
4.5	S698 – T	106
4.6	S698P4	109
4.7	S698PM	112
第 5 章	基于 S698 系列处理器的硬件设计	116
5.1	电源电路设计	116
5.2	时钟电路设计	117
5.3	复位电路设计	118
5.4	存储器电路设计	119
5.5	调试电路设计	124
5.6	串行通讯电路设计	125
5.7	CAN 总线接口电路设计	126
5.8	Ethernet 接口电路设计	128
5.9	1553B 接口电路设计	129
5.10	ADC 接口电路设计	132
5.11	DAC 接口电路设计	132
5.12	ARINC429 总线接口电路设计	133
5.13	LVDS 总线接口电路设计	134
5.14	USB 接口电路设计	136
5.15	其他电路设计	137
第 6 章	S698 系列处理器的软件开发及调试工具	138
6.1	调试器 V8MON	138
6.2	集成开发环境 Orion5.0	164
第 7 章	基于 S698 系列处理器的嵌入式操作系统及应用开发	195
7.1	Snapgear Linux 及应用开发	195
7.2	RTEMS 及应用开发	234
7.3	VxWorks 及应用开发	254
7.4	eCos 及应用开发	294
第 8 章	S698 – MIL 嵌入式系统应用开发实例	315
8.1	S698 – MIL 处理器功能组成	315

8.2	S698 – MIL DKIT 开发系统介绍	316
8.3	S698 – MIL 存储控制器功能及应用开发	318
8.4	S698 – MIL I/O 端口功能及应用开发	325
8.5	S698 – MIL 中断控制器功能及应用开发	328
8.6	S698 – MIL UART 接口功能及应用开发	334
8.7	S698 – MIL 定时器功能及应用开发	344
8.8	S698 – MIL I ² C 总线接口功能及应用开发	349
8.9	S698 – MIL SPI 总线控制功能及应用开发	359
8.10	S698 – MIL RTC 功能及应用开发	366
8.11	S698 – MIL 磁卡读卡器功能及应用开发	375
8.12	S698 – MIL PS2 接口功能及应用开发	384
8.13	S698 – MIL IC 卡功能及应用开发	393
8.14	8 位 8 段 LED 数码管功能及应用开发	406
8.15	LCD 控制器功能及应用开发	414
8.16	矩阵键盘功能及应用开发	424
8.17	NAND FLASH 功能及应用开发	427
8.18	USB 接口功能开发实例	435
8.19	A/D, D/A 转换器功能及应用开发	441
8.20	基于 S698 – MIL 的流量计算机的设计	448
第 9 章	S698 – T 嵌入式系统应用开发实例	455
9.1	S698 – T 处理器功能组成	455
9.2	S698 – T DKIT 开发系统介绍	456
9.3	S698 – T 多功能 IO 接口 MFIO 端口功能及应用开发	457
9.4	S698 – T 中断控制器功能及应用开发	470
9.5	S698 – T UART 接口功能及应用开发	477
9.6	S698 – T 专用定时器 Timerx 功能及应用开发	491
9.7	S698 – T ARINC429 功能及应用开发	495
9.8	S698 – T A/D, D/A 转换器功能及应用开发	508
9.9	基于 S698 – T 的 EMBC2000 – PCI 高速数据采集卡的设计	514
第 10 章	S698P4 嵌入式系统应用开发实例	523
10.1	S698P4 处理器功能组成	523
10.2	S698P4-Dkit 开发系统	524
10.3	S698P4 存储控制器功能与应用开发	526

10.4	S698P4 I/O 端口功能与应用开发	532
10.5	S698P4 中断控制器功能与应用开发	535
10.6	S698P4 UART 功能与应用开发	540
10.7	S698P4 定时器功能与应用开发	545
10.8	S698P4 1553B 总线功能与应用开发	548
10.9	S698P4 CAN 总线功能与应用开发	560
10.10	S698P4 ETHERNET 接口功能与应用开发	577
10.11	S698P4 导航模拟系统的设计	588
第 11 章	S698PM 嵌入式系统应用开发实例	596
11.1	S698PM 处理器功能组成	596
11.2	S698PM 存储控制器功能与应用开发	597
11.3	S698PM 中断控制器功能与应用开发	605
11.4	S698PM SPW 功能与应用开发	611
11.5	S698PM SPI 总线控制功能及应用开发	623
11.6	S698PM I ² C 总线功能及应用开发	630
11.7	S698PM TMTC 功能与应用开发	635
11.8	S698PM USB 功能与应用开发	657
第 12 章	S698 高可靠计算机系统设计案例	666
12.1	提高系统可靠性的常用设计方法	666
12.2	基于 S698 的微小卫星计算机系统设计	679
12.3	S698 运载专用计算机系统设计	685
12.4	S698 综合信息处理装置系统设计	695
参考文献		706

第1章 嵌入式系统开发基础

本章介绍嵌入式系统开发的基础知识,从嵌入式计算机的概念、嵌入式系统的定义、嵌入式系统的基本特点、嵌入式系统的分类及应用、嵌入式系统软硬件各部分组成、嵌入式系统的开发流程以及嵌入式技术的发展趋势等方面进行了介绍,可使读者系统地建立起嵌入式系统的整体概念。

1.1 嵌入式系统的基本概念

嵌入式系统的应用日益广泛,可以说无处不在,嵌入式系统的快速发展也极大地丰富、延伸了嵌入式系统的概念。

1.1.1 嵌入式计算机

1. 嵌入式计算机的基本概念

随着计算机技术对其他行业的广泛渗透及与其他行业应用技术的相互结合,以应用为中心的分类方法变得更加切合实际发展,即按计算机的嵌入式应用和非嵌入式应用将其分为通用计算机和嵌入式计算机。

通用计算机具有一般计算机的基本标准形态,通过装配不同的应用软件,以基本雷同的面目出现并应用于社会的各个领域,其典型产品为 PC;而非通用计算机——嵌入式计算机,则是非通用计算机形态的计算机应用,它以嵌入式系统核心部件的形式隐藏在各种装置、设备、产品和系统中。因此,嵌入式计算机是计算机技术发展中的一种计算机存在形式,是从计算机技术发展中分离出来的。

嵌入式计算机应用是非通用计算机的应用,属于“专用计算机”应用。嵌入式计算机与实际应用的广泛结合,是在一切可能的设备上都使用计算机,将这些设备变得更智能化、可计算化。嵌入式计算机是构成未来数字化世界的基本细胞元素。

从计算机的发展历史可以看出,嵌入式计算机并非现在才有,嵌入式计算机用于控制设备或嵌入系统的历史几乎与计算机自身的历史一样长。例如,在 20 世纪 60 年代晚期,计算机被用于电子电话交换机,称为“存储程序控制”系统。存储程序指内存装有程序和例程信息。存储控制逻辑,而不是将其固化在硬件中,这在当时的确是有突破性的。许多嵌入式计算机就是从早期台式 PC 机应用中淘汰下来后,应用在智能产品的开发中。早期 PC,诸如 TRS-80、Apple-II 及所用的 Z80 和 6502 处理器至今仍然在许多领域中应用,因此旧的微处理器没有灭绝,没有消沉,而是变成了嵌入式应用。

嵌入式计算机在应用数量上已远远超过了各种通用计算机。一台通用计算机的外设中包



含了多个嵌入式微处理器,键盘、鼠标、软驱、硬盘、显示卡、显示器、Modem、网卡、声卡、打印机、扫描仪、数码相机、USB 集线器等都是由嵌入式处理器控制的。在制造工业、过程控制、通信、仪器仪表、汽车、船舶、航空航天、军事装备、消费类产品等方面均是嵌入式计算机广泛应用的领域。

1.1.2 嵌入式系统的概念

嵌入式系统是嵌入到对象体系中的专用计算机系统。以嵌入式计算机为核心的嵌入式系统是继 IT 网络技术之后,又一个新的技术发展方向。IEEE(国际电气和电子工程师协会)对嵌入式系统定义为:嵌入式系统是“用于控制、监视或者辅助操作机器和设备的装置”。这主要是从应用对象上加以定义,涵盖了软硬件及辅助机械设备。国内普遍认同的嵌入式系统定义为“以应用为中心,以计算机技术为基础,软硬件可裁剪,适应应用系统,对功能、可靠性、成本、体积、功耗等都有严格要求的专用计算机系统”。相比较而言,国内的定义更全面一些,体现了嵌入式系统的“嵌入”、“专用性”、“计算机”的基本要素和特征。

1.1.3 嵌入式系统的特点

嵌入式系统是针对具体应用设计的“专用系统”。它的硬件和软件都必须高效率地设计,量体裁衣,去除冗余,力争在较少的资源上实现更高的性能。与通用的计算机系统相比,它具有以下显著特点:

(1) 专用性。嵌入式系统微处理器大多非常适合于工作在为特定用户群所设计的系统中,称为“专用微处理器”,它专用于某个特定的任务,或者很少几个任务。具体的应用需求决定着嵌入式处理器的性能选型和整个系统的设计。如果要更改其任务,就可能要废弃整个系统并重新进行设计。

(2) 运行环境差异大。可运行在飞机上,冰天雪地的两极中,要求温湿度恒定的科学实验室等。特别是在恶劣的环境或突然断电的情况下,要求系统仍能够正常工作。这些情况对设计人员来说,意味着要同时考虑到硬件与软件。军用设备标准对嵌入式元器件的要求非常严格,因此在价格上与商用、民用差别很大。例如 Intel 公司的 8086,当它用在火箭上时,单价竟高达几百美元。

(3) 比通用 PC 系统资源少。在 PC 机上编写程序的同时,可播放 MP3、CD,下载资料等,因为个人 PC 拥有充足的硬件和软件资源。而控制 GPS 接收机的嵌入式系统,是专门用来执行很少的几个确定任务,因此它所能管理的资源比通用 PC 系统少得多。当然,这主要是因为在设计时考虑到经济性,不能使用通用 CPU。这就意味着所选用的 CPU 只能管理很少的资源,其成本更低,结构更简单。

(4) 功耗低、体积小、集成度高、成本低。整个系统设计有严格的功耗预算,因为系统中的处理器大部分时间必须工作在低功耗的睡眠模式下,只有在需要处理任务时,它才会醒来,软件必须围绕这种特性进行设计。因此,一般的外部事件通过中断驱动,唤醒系统工作。

功耗约束影响了系统设计决策的许多方面,包括处理器的选择、内存体系结构的设计等。系统要求的功耗很有可能决定软件是用汇编语言编写,还是用 C 或 C++ 语言编写,这是由于

必须在功耗预算内使系统达到最佳性能。功耗需求由 CPU 时钟速度以及使用的其他部件 (RAM、ROM、I/O 设备等) 的数量决定。因此,从软件设计人员的观点来看,功耗约束可能成为决定性的系统约束,它决定了软件工具的选择、内存的大小和性能的好坏。

把通用 CPU 中许多由板卡完成的任务集成在高度集成的 SOC 系统芯片内部,而不是微处理器与分立外设的组合,能节省许多印制电路板、连接器等,使系统的体积、功耗、成本大大降低,也能提高移动性和便携性,从而使嵌入式系统的设计趋于小型化、专业化。

(5) 具有系统测试和可靠性评估体系。建立完整的嵌入式系统的系统测试和可靠性评估体系,对保证嵌入式系统高效、可靠、稳定地工作和保障嵌入式应用复杂性的设计 requirements 是很有必要的。怎样才能科学、完整地测试全天候运行的嵌入式复杂软件呢? 首先,需要有科学的测试方法,建立科学的系统测试和可靠性评估体系,尽可能避免因为系统的不可靠而造成巨大损失。其次,引入多种嵌入式系统的测试方法和可靠性评估体系。在大多数嵌入式系统中一般都包括一些机制,比如看门狗定时器,它在软件失去控制后能使之重新开始正常运行。总之,嵌入式软件测试和评估体系是非常复杂的。

(6) 具有较长的生命周期。嵌入式系统是和具体应用有机结合的产物,它的升级换代也是和具体产品同步进行的。因此,一旦定型进入市场,一般就具有较长的生命周期。

(7) 具有固化在非易失性存储器中的代码。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、EEPROM 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 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 (现在普遍使在 Flash 中存放启动代码)。为了提高执行速度和系统可靠性,大多数嵌入式系统常把所有代码 (也常使用所有代码的压缩代码) 固化、存放在存储器芯片或处理器的内部存储器件中,而不使用外部的磁盘等存储介质。

(8) 使用实时操作系统 RTOS。嵌入式系统使用的操作系统一般是实时操作系统 RTOS,系统有实时约束性。嵌入式系统往往对时间的要求非常严格,且一般是实时操作系统 RTOS (Real-Time Operating System)。嵌入式实时操作系统随时都要对正在运行的任务授予最高优先级。嵌入式任务是时间关键性约束,它必须在某个时间范围内完成,否则由其控制的功能就会失效。例如,控制飞行器稳定飞行的控制系统如果因反馈速度不够,其控制算法就可能会失效,飞行器在空中飞行就会出问题。

(9) 需要专用开发工具和方法进行设计。从调试的观点看,代码在 ROM 中意味着调试器不能在 ROM 中设置断点。要设置断点,调试器必须能够用特殊指令取代用户指令,嵌入式调试已发展出支持嵌入式系统开发过程的专用工具套件。

(10) 包含专用调试电路。目前常用的嵌入式微处理器与过去相比,最大区别是芯片上都包含专用调试电路,如 ARM 的 Embedded ICE。这一点似乎与反复强调的嵌入式系统经济性相矛盾。事实上,大多数厂商发现为所有芯片加入调试电路更经济。嵌入式处理器发展到现在,厂商都认识到了具有片上调试电路是嵌入式应用产品广泛应用的必要条件之一。也就是说,他们的芯片必须能提供很好的嵌入式测试方案,解决嵌入式系统设计及调试问题,这样才会使



面临上市压力的应用开发者在考虑其嵌入式系统芯片时,采用这些厂商的芯片。

(11) 是知识集成系统。嵌入式系统是将先进的计算机技术、半导体工艺、电子技术和通信网络技术与各领域的具体应用相结合的产物。这一特点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。嵌入式系统的广泛应用前景和巨大的发展潜力已成为 21 世纪 IT 技术发展的热点之一。

从某种意义上来说,通用计算机行业的技术是垄断的。占整个计算机行业 90% 的 PC 产业,50% 采用 Intel 公司的 8×86 体系结构,芯片基本上出自 Intel、AMD 和 Cyrix 等几家公司。在几乎每台计算机必备的操作系统和办公软件方面,Microsoft 公司的 Windows 及 Office 约占 80% ~ 90%,操作系统还可搭配其他办公等应用程序。因此,当代的通用计算机行业的基础已被认为是由 Wintel (Microsoft 和 Intel 公司 20 世纪 90 年代初建立的联盟) 垄断的行业。

嵌入式系统则不同,没有哪一个系列的处理器和操作系统能够垄断其全部市场,即便在体系结构上存在着主流,但各不相同的应用领域决定了不可能有少数公司、少数产品垄断全部市场。因此,嵌入式系统领域的产品和技术必然是高度分散的,留给各行业的中小规模高技术公司的创新余地很大。另外,各个应用领域是在不断向前发展的,要求其中的嵌入式处理器/DSP 核心也同步发展。尽管高科技技术的发展起伏不定,但嵌入式行业却一直保持持续强劲的发展态势,在复杂性、实用性和高效性等方面都达到了一个前所未有的高度。

1.1.4 嵌入式系统的分类

嵌入式系统按表现形式及使用硬件种类可分为:

- (1) 系统中使用含程序或算法的处理器器的嵌入式系统为芯片级嵌入;
- (2) 系统中使用某个核心模块的嵌入式系统为模块级嵌入。

嵌入式系统按软件实时性需求可分为:

- (1) 非实时系统(如 PDA);
- (2) 软实时系统(如消费类产品);
- (3) 硬实时系统(工业实时控制系统)。

1.1.5 嵌入式系统的应用范围

嵌入式系统具有体积小、性能好、功耗低、可靠性高以及面向行业应用的突出特征,目前已广泛地应用于军事国防、消费电子、信息家电、网络通信、工业控制等领域。嵌入式系统可以说是无处不在,就周围的日常生活用品而言,各种电子手表、电话、手机、PDA、洗衣机、电视机、电饭锅、微波炉、空调器都有嵌入式系统的存在,如果说我们生活在一个到处是嵌入式的世界,是毫不夸张的。嵌入式系统的应用前景非常广阔,特别是近年来的嵌入式无线 Internet 的逐渐成熟和广泛实用化,无线 Internet 的应用可能会发展到无所不在。在家中、办公室、公共场所,可能会使用数十片甚至更多这样的嵌入式无线网络芯片,将一些电信息设备甚至电气设备构成无线网络;在车上、旅途中,可以利用这样的嵌入式无线电芯片实现远程办公、远程遥控,真正实现把网络随身携带。

随着嵌入式应用领域的日益扩展,要完整地定义“嵌入式”这个概念变得越来越困难。嵌

入式领域内的许多应用对性能、价格、功耗等各项指标有着各种不同的要求。这些不同的要求直接推动了各种处理器以及紧密结合实际应用的 SOC 技术的迅速发展。

1.1.6 嵌入式技术是中国 IT 发展的难得机遇

嵌入式系统工业是以具体应用为中心、以片上系统 SOC (System On a Chip) 设计为核心的软硬件产品开发为基础的, 这为远远落后的我们提供了技术上发展和存在的可能空间。我国是信息产业的制造大国, 但绝对不是信息产业的强国, 一个制约我国成为信息产业强国的根本因素是集成电路制造和设计业。自从 1965 年我国研制出第一块集成电路至今, 集成电路产业经历了近 50 年风风雨雨, 可现在依然落后于发达国家, 甚至不如后起的一些国家和地区, 原因是多方面的。利用嵌入式系统带来的良好机遇, 采取特色产品战略, 瞄准 SOC, 在发展系统产品的同时, 大力发展各种具有自主知识产权的 IP (Intelligence Property) 核, 形成技术积累和 IC 产品特色, 满足国内嵌入式产品市场需求, 缩短技术差距, 进而参与国际分工并进入国际市场, 这也可能是我国电子产业走出的一条新的成功道路。这是因为: 实现嵌入式系统需要系统技术、设计环境平台、IP 核、中间软件、制造工艺等 5 大类技术。其中在系统应用技术、特色的 IP 核和中间应用软件 3 个方面, 最易于发挥我们在智力资源和市场需求方面的优势, 而且投资小, 见效快, 易于启动和操作。

由于当前信息技术和网络技术的高速发展和后 PC (Post - PC) 时代的到来, 嵌入式系统已广泛地渗透到科学研究、工程设计、军事技术、各类产业和商业文化艺术以及人们的日常生活中。随着国内外各种嵌入式产品的进一步开发和推广, 嵌入式技术和人们的生活结合越来越紧密。由于诸多原因, 我国计算机行业在过去未能赶上世界范围技术发展的前几次机遇, 当我们意识到应大力发展本国计算机产业时, 微软已在 PC 软件上处于世界垄断地位, 我们只得在软件汉化等“小范围”徘徊, 对计算机系统软件虽偶有出击, 但总难冲出重围。21 世纪之初, 随着非 PC 设备的大显神通, 微软王国的霸主地位已经开始下滑。嵌入式系统正是非 PC 设备的主体, 由于其应用广、领域特色突出, 谁也无独霸这一市场。互联网技术在世界范围的扩展和中国通信事业的高速发展, 已为我国开发嵌入式产品造就了广大市场, 此外我国是人口大国, 素有软件智力优势。因此, 我国信息产业的专家、学者及制造商应该牢牢抓住这一大好机遇, 找准发展点, 在新一轮嵌入式技术上, 大力冲刺, 努力使我国 IT 技术迈上一个新台阶, 为我国经济发展作出应有的贡献。

1.2 嵌入式系统的内部结构

图 1-1 完整地描述了嵌入式系统软、硬件各部分的组成结构。

嵌入式系统的硬件是嵌入式系统软件环境运行的基础, 它提供了嵌入式系统软件运行的物理平台和通信接口。嵌入式操作系统和嵌入式应用软件则是整个系统的控制核心, 控制整个系统的运行, 提供人机交互的信息等。为了叙述方便, 将嵌入式系统的软件分为嵌入式操作系统和嵌入式应用软件两大部分。由于嵌入式系统和实际应用对象密切相关, 而实际应用非常繁杂, 应用也日新月异, 所以很难用一种构架或模型加以描述。本章 1.3、1.5、1.6 节将分别

围绕嵌入式系统的这三大组成部分,加以详细介绍。

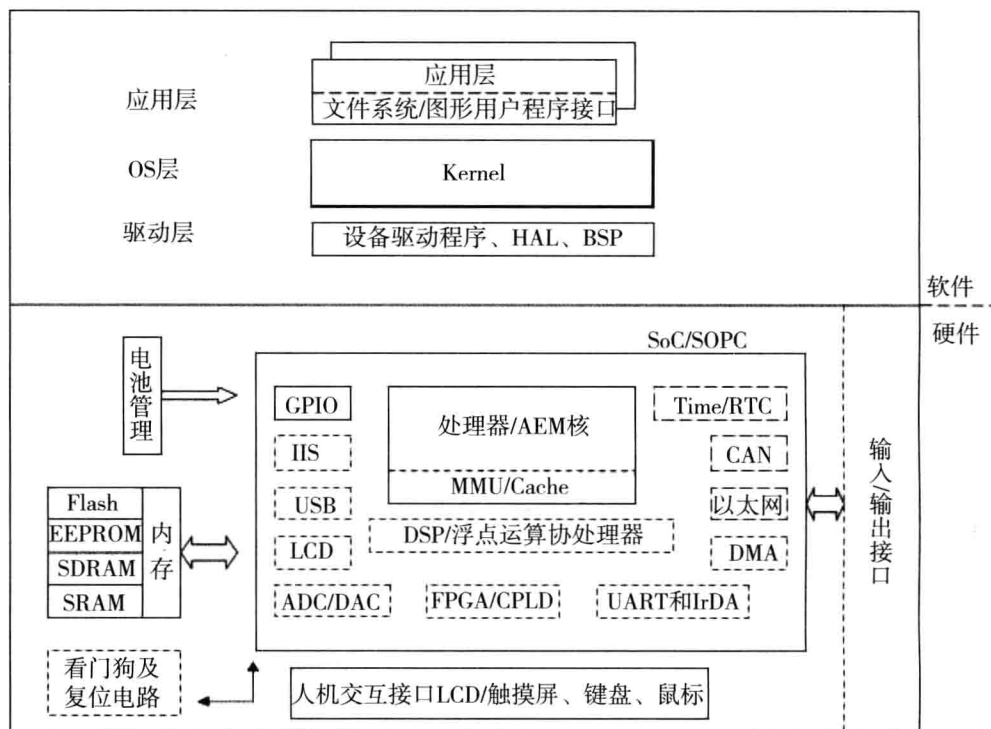


图 1-1 典型的嵌入式系统组成

1.2.1 嵌入式系统硬件基本结构

嵌入式系统的硬件架构如图 1-1 下半部分所示,是以嵌入式处理器为中心,由存储器、I/O 设备、通信模块以及电源等必要的辅助接口组成。嵌入式系统是量身定做的专用计算机应用系统,不同于普通计算机组成,在实际应用中,嵌入式系统硬件配置非常精简,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,非常经济、可靠。

嵌入式系统硬件核心是嵌入式微处理器,有时为了提高系统的信息处理能力,常外接 DSP 和 DSP 协处理器(也可内部集成),以完成高性能信号处理。

随着计算机技术、微电子技术、应用技术的不断发展及纳米芯片加工工艺技术的发展,以微处理器为核心的集成多种功能的 SOC 系统芯片已成为嵌入式系统的核心。在嵌入式系统设计中,要尽可能地选择能满足系统功能接口的 SOC 芯片。这些 SOC 集成了大量的外围 USB、UART、以太网、AD/DA、IIS 等功能模块。

以 SOC 为核心,用最少的外围部件和连接部件构成一个应用系统,满足系统的功能需求,这也是嵌入式系统发展的一个方向。

因此,现代嵌入式设计是以处理器/SOC 为核心来完成系统设计的,其外围接口包括存储设备、通信接口设备、扩展设备接口和辅助的机电设备(电源、连接器、传感器等)等。对于嵌入