

机 电 一 体 化 技 术 丛 书

嵌入式车载信息 系统开发与应用

● 南金瑞 程夕明 翟 丽 王志福 编著

<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

机电一体化技术丛书

嵌入式车载信息系统 开发与应用

南金瑞 程夕明 翟丽 王志福 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

嵌入式系统是指以应用为核心,以计算机为基础,软硬件可裁减,适应应用系统对功能、可靠性、成本、体积和功耗等严格要求的专用计算机系统。本书围绕目前流行的 32 位 ARM 处理器和源码开放的 Linux 操作系统,讲述嵌入式系统的概念,通过具体工程实例讲述嵌入式系统软硬件集成、开发过程及嵌入式 Linux 应用程序和驱动程序的开发设计方法。

本书本着“从实践中来,到实践中去”的原则编写,力求使读者通过学习理论,在理论指导下灵活应用于实践,使读者较快掌握嵌入式系统应用和开发的基本技术。

本书的特色在于经过实际教学和培训使用,所带程序取材于学生课程实验、培训实习和工程科研项目实践。特别适合没有单片机和操作系统基础知识的开发人员学习嵌入式系统,可以作为嵌入式系统课程的教材及实验教材和学习嵌入式系统的参考书,还可以供有关工程技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式车载信息系统开发与应用 / 南金瑞,程夕明,翟丽等编著. —北京:电子工业出版社,2006.8

(机电一体化技术丛书)

ISBN 7-121-02892-1

I. 嵌… II. ①南… ②程… ③翟… III. 汽车—计算机控制—管理信息系统—系统设计 IV. ①TP360.21
②U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 078515 号

责任编辑:刘志红 特约编辑:孙志明

印 刷:北京东光印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:21.75 字数:557 千字

印 次:2006 年 8 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:39.00 元(含光盘 1 张)

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

随着计算机技术的发展和普及,我们已经进入了网络时代和后 PC 时代。不仅 PC 能上网,各种嵌入式设备也能上网。当前,嵌入式系统正处于一个飞速发展和激烈竞争的时代。在未来几年,这种发展竞争将达到白热化程度,各大企业已经纷纷将嵌入式系统的开发作为自己的研究发展战略,如联想、华为和中兴等公司都成立了自己的嵌入式研究部。掌上电脑、PDA、智能手机、智能汽车等新产品层出不穷。

作为嵌入式系统的核心,嵌入式处理器已由 8 位、16 位升级到 32 位。由于 8 位/16 位单片机的速度不够快,并且内存不够大,较难满足嵌入式设备上网等要求。随着集成电路的发展,32 位微处理器价格不断下降,已经到了用户可以大量使用的时候。ARM 公司从 1990 年成立以来,其 32 位 RISC 处理器不断取得突破,目前市场占有率超过了 75%。ARM 公司的成功之处在于它是知识产权供应商,是设计公司,其本身不生产芯片,靠转让设计许可,由合作伙伴公司生产各具特色的芯片。ARM 处理器内核耗电少,成本低,功能强,特有 16 位/32 位双指令集,已成为移动通信、掌上电脑、多媒体电子消费、机顶盒等嵌入式解决方案的 RISC 标准。

嵌入式 Linux 系统又是嵌入式系统中的宠儿。Linux 从 1991 年问世以来到现在短短十几年,已经发展成为功能强大、设计完善的操作系统之一,不仅可以与各种传统的商业操作系统抗争,在新兴的嵌入式系统领域内也获得了飞速发展。嵌入式 Linux 以其源码开发、可用于多种硬件平台、内核高效稳定、软件和资料丰富、网络通信和文件管理机制完善等优良特性,成为嵌入式系统的一个研究热点。Linux 源码开放,内核可裁减,非常适用于系统教学。

今天,汽车已不再是纯机电的交通工具,在汽车中大量采用了微处理器,汽车已进入了智能化时代。欧洲汽车行业在 20 世纪 90 年代中期开发的用于汽车电子、带有接口的开发式系统 OSEK/VDX (Offene Systeme und deren Schnittstellen für die Elektronik im Kraftfahrzeug/Vehicle Distributed executive),为嵌入式系统在汽车上应用提供了标准。车载信息技术是无线电技术与微处理器技术的汇聚,即利用计算机和无线电话来做一些事,如 Internet 网上登录、适时交通信息查寻等。现在人们已将车载信息技术的定义做了一定程度的扩展,即将计算机驱动的、与驾驶员和乘客有关的各种技术(如独立应用导航技术、自适应巡航控制技术)也收入到车载信息技术的范畴之列。当前电子信息技术在车辆上主要用于车辆安全系统、网络、通信、导航系统和移动多媒体系统等方面。车载信息技术应用可能成为未来先进汽车的代名词,车载信息技术代表着一种新的移动价值,即将成为下一代汽车不可缺少的重要构成元素。

嵌入式是当前发展最快、应用最广、最有发展前景的信息技术主要应用领域之一,各

高校近年来普遍开设嵌入式方向专业课。嵌入式常常与新产品和新技术联系在一起，嵌入式课程本应是最能激发学生学习主动性和创新意识的实践性很强的课程，但目前国内嵌入式教学普遍仍停留在以讲概念和讲原理为主的水平上，导致学生学完后“会背书，不会做”，严重影响教学质量。为解决这一老大难问题，我们课程组在实际教学实践和科研工作的基础上，以北京理工大学全校开设的“嵌入式车载信息系统应用”实验选修课讲义为主要参考内容编著了本书。本书主要针对高校本专科学生，通过对本书的阅读，可以了解和掌握嵌入式系统开发的基本过程。工程技术人员也一样可以从本书中得到帮助，因为本书的内容比较丰富和系统。

本书从实际应用角度出发，从嵌入式系统基本知识、处理器、操作系统和硬件电路到应用实例系统介绍了设计开发嵌入式车载信息系统涉及的全部知识点。全书共 4 部分 12 章。第 1 章介绍嵌入式系统的基础知识，详细介绍了嵌入式系统定义、组成特点，目前流行几种嵌入式处理器和嵌入式操作系统，并简单讲述了嵌入式系统的现状和发展趋势。第 2 章详细分析开发一个嵌入式系统的过程和方法。第 3 章简要介绍 ARM 微处理器的发展历程、系列产品、应用领域和技术特点。第 4 章介绍 ARM 微处理器编程模型的基本概念，包括数据类型、数据的存储格式、工作状态切换、处理器运行模式、寄存器组织和处理器异常等内容。第 5 章着重介绍 ARM 指令集，以及各类指令的寻址方式。同时，简要说明 Thumb 指令集。第 6 章介绍 Linux 发展历史、基本结构及内核。第 7 章介绍 Linux 基本操作命令、开发工具的使用、开发环境建立使用以及应用程序开发和调试等。第 8 章介绍嵌入式 Linux 驱动程序的开发。第 9 章介绍嵌入式 Linux 环境下图形界面程序设计。第 10 章主要介绍 MC9328MX1 的基本结构和工作原理，同时设计了一个基于 MC9328MX1 的最小硬件系统。第 11 章主要介绍以 MC9328MX1 为 CPU 设计的试验系统的外围电路（EMOTION 开发系统），讲解了各个模块的电路原理图。第 12 章主要基于车载信息系统的开发，对 MX1 相应的功能进行实际的开发和设计。附录 A 列出了本书所用到的 Linux 常用操作命令。附录 B 是本书介绍的 EMOTION（ARM9 Linux）核心板电路原理图。附录 C 是 EMOTION（ARM9 Linux）扩展板电路原理图。

为方便读者阅读，在书中每一章结尾都有本章内容小结和思考习题。初学者可以通过本书掌握嵌入式系统理论，而资深的嵌入式系统开发人员也可以通过本书理清思路，更好地开展工作。尤其是本书介绍的应用实例，都是嵌入式系统在车辆中应用的范例。

第 2、3、4 和 5 章由程夕明编写；南金瑞负责编写第 1、6、7 和 8 章；胡清森（徐州工程兵指挥学院工程装备教研室）负责编写第 9 章，翟丽、王志福同志负责编写第 10、11 和 12 章。全书由南金瑞负责策划、修改和定稿。杨敏等参加了文稿的录入工作，并提供了很多帮助。在本书的完成过程中还得到了课题组许多同志的支持和帮助，如工程技术中心孙逢春教授、林逸教授、张承宁教授、林程副教授和郭汾博士的大力支持。在全书的策划和编写过程中得到了普天研究院的张宇宏博士、李力争工程师和王涛博士等人及北京微芯利公司技术人员的支持和热心指导，并且参考了业界许多公开发表的资料，在此一并表示衷心感谢。

嵌入式系统技术的最新发展给各行各业提供了新的机会和方向，也给每一个热心于嵌入式系统的学者提供了一个宽阔的新舞台，能够很好地学以致用定会大有作为。本书介绍的内容，目的是想帮助初学者掌握基本的技能尽快进入实践阶段，也希望能起到抛砖引玉的作用，希望能有更多更优的相关作品推出。尽管我们如履薄冰，力求完善，但由于学识和能力所限，加上繁重的科研和教学任务，在编写过程中难免有失当之处，在此，编写人员对广大读者表示歉意，望广大读者不吝赐教，对书中的失误之处给予指正。

编著者
于北京理工大学
2006年2月

目 录

第 1 部分 嵌入式系统知识

第 1 章 嵌入式系统基础	(2)
1.1 嵌入式系统概述	(2)
1.1.1 嵌入式系统的定义	(2)
1.1.2 嵌入式系统的组成	(3)
1.1.3 嵌入式系统的特点	(4)
1.1.4 嵌入式系统的应用	(5)
1.1.5 实时系统	(5)
1.2 嵌入式处理器	(7)
1.2.1 嵌入式微处理器 (EMPU)	(7)
1.2.2 微控制器 (MCU)	(7)
1.2.3 DSP	(8)
1.2.4 SoC	(8)
1.3 嵌入式操作系统	(8)
1.3.1 操作系统的概念及分类	(8)
1.3.2 几个主要的概念	(9)
1.3.3 实时操作系统	(10)
1.4 嵌入式技术发展现状及趋势	(14)
1.5 嵌入式技术在汽车中的广泛应用	(16)
1.5.1 嵌入式技术的快速发展给汽车工业带来了新的生机	(16)
1.5.2 我国汽车电子市场的发展状况	(17)
本章小结	(20)
思考题与习题	(20)
第 2 章 嵌入式系统开发过程	(21)
2.1 嵌入式软件开发的特点	(21)
2.1.1 需要交叉开发环境	(21)
2.1.2 引入任务设计方法	(21)
2.1.3 需要固化程序	(21)
2.1.4 软件开发难度大	(21)
2.2 嵌入式软件的开发流程	(22)
2.2.1 需求分析阶段	(22)

2.2.2 设计阶段	(22)
2.2.3 生成代码调试阶段	(22)
2.2.4 固化阶段	(23)
2.2.5 嵌入式软件开发的要点	(23)
2.3 嵌入式系统的调试	(24)
本章小结	(24)
思考题与习题	(24)

第 2 部分 ARM 体系结构

第 3 章 ARM 微处理器概述	(26)
3.1 发展历程	(26)
3.2 ARM 微处理器系列	(26)
3.2.1 ARM7 系列	(27)
3.2.2 ARM9/9E 系列	(28)
3.2.3 ARM10E 系列	(28)
3.2.4 ARM11 系列	(29)
3.2.5 其他	(30)
3.3 技术特点	(30)
3.4 应用选型	(30)
3.4.1 内核选择	(31)
3.4.2 工作速度	(31)
3.4.3 片内存储器容量	(31)
3.4.4 片内外设	(31)
3.4.5 其他因素	(32)
3.5 相关术语	(32)
3.5.1 RISC 与 CISC	(32)
3.5.2 流水线	(33)
3.5.3 Von Neumman 和 Harvard 计算机结构	(34)
3.5.4 AMBA 总线	(34)
3.5.5 ARM 相关技术	(35)
本章小结	(36)
思考题与习题	(36)
第 4 章 编程模型	(37)
4.1 数据类型	(37)
4.2 存储器格式	(37)
4.3 工作状态切换	(38)
4.4 处理器运行模式	(38)

4.5	寄存器组织	(39)
4.5.1	通用寄存器	(40)
4.5.2	Thumb 状态寄存器组织	(41)
4.5.3	程序状态寄存器	(43)
4.6	异常	(44)
4.6.1	异常类型	(45)
4.6.2	异常响应	(45)
4.6.3	异常返回	(45)
4.6.4	异常向量	(46)
4.6.5	异常优先级	(46)
4.6.6	异常描述	(46)
4.6.7	应用程序的异常处理	(48)
	本章小结	(48)
	思考题与习题	(49)
第 5 章	ARM 微处理器指令系统	(50)
5.1	指令的分类与格式	(50)
5.2	指令的条件域	(51)
5.3	ARM 指令的寻址方式	(52)
5.3.1	立即寻址	(52)
5.3.2	寄存器寻址	(52)
5.3.3	寄存器间接寻址	(52)
5.3.4	基址变址寻址	(53)
5.3.5	多寄存器寻址	(53)
5.3.6	相对寻址	(53)
5.3.7	堆栈寻址	(54)
5.4	ARM 指令集	(54)
5.4.1	跳转指令	(54)
5.4.2	数据处理指令	(55)
5.4.3	乘法指令	(60)
5.4.4	程序状态寄存器访问指令	(62)
5.4.5	加载/存储指令	(63)
5.4.6	批量数据加载/存储指令	(65)
5.4.7	移位操作	(67)
5.4.8	协处理器指令	(68)
5.4.9	异常指令	(70)
5.5	Thumb 指令集	(70)
	本章小结	(71)
	思考题与习题	(71)

第 3 部分 嵌入式操作系统 Linux

第 6 章 嵌入式 Linux 操作系统	(74)
6.1 Linux 概况	(74)
6.1.1 Linux 和 UNIX 的历史	(74)
6.1.2 Linux 的特点	(77)
6.1.3 Linux 应用	(78)
6.2 嵌入式 Linux 的基本结构	(79)
6.3 Linux 目录结构	(80)
6.3.1 root 文件系统	(81)
6.3.2 /usr 文件系统	(81)
6.3.3 /var 文件系统	(82)
6.3.4 /proc 文件系统	(82)
6.4 Linux 内核简介	(82)
6.5 嵌入式 Linux 系统开发流程	(84)
本章小结	(85)
思考题与习题	(85)
第 7 章 嵌入式 Linux 应用程序的开发	(86)
7.1 Linux 的使用	(86)
7.1.1 Linux 常用命令	(86)
7.1.2 VI 编辑器的使用	(103)
7.2 GNU 开发工具的使用	(106)
7.2.1 GCC 编译器	(107)
7.2.2 GNU Make	(109)
7.2.3 使用 GDB	(115)
7.3 开发环境的建立	(120)
7.3.1 安装开发环境	(120)
7.3.2 配置开发环境	(123)
7.3.3 使用开发环境	(125)
7.4 在嵌入式 Linux 下开发应用程序	(132)
7.4.1 低级文件操作	(132)
7.4.2 标准输入输出	(133)
7.4.3 内存管理	(133)
7.4.4 进程和管道	(134)
7.4.5 信号	(144)
7.5 应用程序调试	(151)
7.5.1 通过以太网口远程调试	(152)
7.5.2 通过串口远程调试	(154)

7.5.3 使用 DDD 进行远程调试	(155)
本章小结	(159)
思考题与习题	(159)
第 8 章 嵌入式 Linux 驱动程序开发	(160)
8.1 嵌入式 Linux 的设备管理	(160)
8.1.1 驱动程序的概念	(161)
8.1.2 驱动程序结构	(161)
8.1.3 Linux 对中断的处理	(163)
8.1.4 设备驱动的初始化	(164)
8.2 驱动程序的开发过程	(166)
8.2.1 驱动程序的开发流程	(166)
8.2.2 设备驱动程序存取	(167)
8.2.3 基于模块化的字符设备驱动框架	(167)
8.2.4 模块化驱动程序的加载和卸载	(168)
8.3 串口驱动程序	(169)
8.4 LCD 驱动程序	(174)
8.4.1 Linux 的帧缓冲设备	(174)
8.4.2 帧缓冲驱动的编写	(176)
本章小结	(177)
思考题与习题	(177)
第 9 章 嵌入式 Linux 下 GUI 的实现	(178)
9.1 嵌入式 GUI	(178)
9.1.1 对嵌入式 GUI 的认识	(178)
9.1.2 图形用户界面系统的结构模型	(178)
9.2 MiniGUI	(179)
9.2.1 MiniGUI 简介	(179)
9.2.2 在 PC 上安装与配置 MiniGUI	(181)
9.2.3 MiniGUI 下应用程序的开发方法与流程	(184)
9.2.4 MiniGUI 编程示例	(185)
9.3 Qt、Qt/Embedded	(192)
9.3.1 Qt、Qt/Embedded 简介	(192)
9.3.2 在 PC 上安装与配置 Qt/Embedded	(193)
9.3.3 Qt 下应用程序的开发方法与流程	(194)
9.3.4 QT 编程示例	(196)
本章小结	(197)
思考题与习题	(198)

第 4 部分 车载信息系统应用实例

第 10 章 MC9328MX1 最小系统设计	(200)
10.1 数据采集 (DAQ) 基础	(200)
10.1.1 信号与系统	(200)
10.1.2 信号采集	(201)
10.1.3 数据采集系统的功能	(202)
10.2 MC9328MX1 概述	(204)
10.2.1 系统总体框图	(206)
10.2.2 系统主要部件	(206)
10.3 引脚定义及描述	(212)
10.4 系统硬件选型与单元电路设计	(218)
10.4.1 EMOTION ARM 9 Linux 开发系统概述	(218)
10.4.2 EMOTION ARM 9 Linux 开发系统资源接口说明	(223)
10.4.3 系统硬件选型与单元电路设计	(233)
10.4.4 硬件调试	(253)
10.4.5 印制电路板的设计	(257)
本章小结	(260)
思考题与习题	(260)
第 11 章 ARM9 Linux 外围电路实例	(261)
11.1 10/100Mbps 以太网接口电路	(261)
11.1.1 10/100Mbps 以太网接口电路特点	(261)
11.1.2 10/100Mbps 以太网接口电路	(261)
11.2 通用 I/O 接口电路	(264)
11.2.1 基本原理	(264)
11.2.2 硬件接口电路	(265)
11.3 Slave USB 硬件接口电路	(269)
11.3.1 基本原理	(269)
11.3.2 USB 的硬件接口电路	(270)
11.4 Audio CODEC 硬件接口电路	(271)
11.4.1 基本原理	(271)
11.4.2 接口电路	(274)
11.5 LCD 显示接口电路	(276)
11.5.1 LCD 基本原理	(276)
11.5.2 LCD 的驱动控制	(277)
11.5.3 LCD 显示接口	(278)
11.6 LCD 触摸屏接口电路	(280)
11.6.1 触摸屏基本原理	(280)

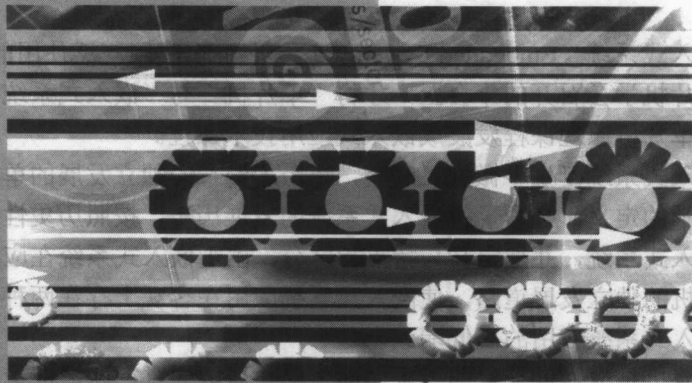
11.6.2	触摸屏与显示器的配合	(281)
11.6.3	触摸屏接口电路	(282)
11.7	模数转换接口电路	(284)
11.7.1	基本原理	(284)
11.7.2	A/D 转换接口电路	(286)
11.8	D/A 转换接口电路	(287)
11.8.1	基本原理	(287)
11.8.2	DAC 硬件接口电路	(290)
11.9	CAN 通信接口电路	(292)
11.9.1	基本原理	(292)
11.9.2	CAN 通信接口电路	(293)
	本章小结	(293)
	思考题与习题	(293)
第 12 章	基于 EMOTION 的车辆信息采集系统	(294)
12.1	车辆信息采集系统	(294)
12.1.1	系统分析	(294)
12.1.2	系统功能	(294)
12.1.3	各级界面中分别要实现的功能	(298)
12.1.4	基于 EMOTION 开发系统的车辆信息系统	(298)
12.2	内核模块设计	(299)
12.2.1	内核模块编写快速入门	(299)
12.2.2	内核剪裁和文件系统创建	(300)
12.2.3	文件系统的建立	(305)
12.3	串口通信	(307)
12.4	开关量操作模块	(308)
12.4.1	系统工作原理	(308)
12.4.2	开发内容	(309)
12.4.3	开发步骤	(309)
12.5	车辆状态监测	(310)
12.5.1	软件实现原理	(310)
12.5.2	开发内容	(310)
12.5.3	开发步骤	(311)
12.6	人机界面开发	(311)
12.6.1	MX1 片内 LCD 控制器操作	(311)
12.6.2	EMOTION ARM9 Linux 的液晶显示系统	(313)
12.6.3	开发内容	(314)
12.6.4	开发步骤	(314)

12.7 CAN 总线通信开发.....	(314)
12.7.1 软件原理.....	(314)
12.7.2 开发步骤.....	(315)
12.8 多进程编程开发.....	(316)
12.8.1 开发原理.....	(316)
12.8.2 开发内容.....	(316)
12.8.3 开发步骤.....	(316)
本章小结.....	(317)
思考题与习题.....	(317)
附录 A Linux 常用操作介绍.....	(318)
附录 B EMOTION (ARM9 Linux) 核心板电路原理图.....	(320)
附录 C EMOTION (ARM9 Linux) 扩展板电路原理图.....	(326)
参考文献.....	(333)

第 1 部分

章 1 第

嵌入式系统知识



本部分简明扼要地介绍嵌入式系统的一些基础知识。目前市场上已经有许多介绍嵌入式系统的图书，嵌入式技术发展也非常迅速，本部分融合了当今嵌入式系统的新发展，通过关键知识点的介绍，使读者对嵌入式系统有初步的认识。

第 1 章介绍嵌入式系统的基础知识，内容涵盖了嵌入式系统定义、组成特点，以及目前的几种嵌入式处理器和嵌入式操作系统知识，最后简单讲述嵌入式系统的现状和发展趋势。

第 2 章详细阐述如何开发一个嵌入式系统的过程和方法。

第 1 章 嵌入式系统基础

1.1 嵌入式系统概述

1.1.1 嵌入式系统的定义

嵌入式系统 (Embedded System) 这一名词在我国广泛使用的历史并不长。在 2001 年中国单片机学会召开的年会上, 才将“单片机”与“嵌入式系统”联系在一起, 此后许多高校把单片机原理课程发展成嵌入式应用技术课程。

嵌入式系统诞生于微型机时代, 经历了漫长的独立发展的单片机道路。给嵌入式系统寻求科学的定义, 必须了解嵌入式系统的发展历史, 按照历史性、本质性、普遍通用性来定义嵌入式系统, 并把定义与特点相区分。由于嵌入式系统在实际应用中, 对象系统的广泛性与单片机的独立发展道路, 使嵌入式系统应用在客观上存在两种模式, 学科建设上, 可统一成嵌入式系统应用的高低端。

计算机是应数值计算的要求而诞生的, 通俗地讲, 计算机是因科学家需要一个高速的计算工具而产生的。直到 20 世纪 70 年代, 计算机在数值计算、逻辑运算与推理、信息处理以及实际控制方面表现出非凡能力后, 在通信、测控、数据传输等领域, 人们对计算机技术给予更大的期待。这些领域的应用与单纯的高速海量计算要求不同, 主要表现在: (1) 直接面向控制对象; (2) 嵌入到具体应用系统中, 而不以计算机的面貌出现; (3) 能在现场可靠运行; (4) 体积小, 应用灵活; (5) 突出控制功能, 特别是对外部信息的捕捉以及丰富的输入输出 (I/O) 功能等。由此可以看出, 满足这些要求的计算机和满足海量高速数值计算的计算机是不可兼得的, 因此, 一种称之为单片机或微控制器的技术得以产生并发展。为了区分这两种计算机类型, 通常将满足海量高速数值计算的计算机称为通用计算机系统, 而把面向测控对象, 嵌入到实际应用系统中, 计算机作为某个专用系统中的一个部件而存在, 像这样“嵌入”到更大、专用的系统中的计算机系统, 称之为“嵌入式计算机”、“嵌入式计算机系统”或“嵌入式系统”。可以看出, 嵌入式系统是软件和硬件的综合体, 还可以涵盖机电等附属装置。

国内也可以定义为: 以应用为中心, 以计算机技术为基础, 软硬件可裁减, 从而能够适应实际应用中功能、可靠性、成本、体积、功耗等严格要求的专用计算机系统。

目前, 嵌入式系统在实际的应用中已远远超过了各种通用计算机。一台通用计算机外设中就包含了 5~10 个嵌入式微处理器: 键盘、鼠标、显示器、显卡、Modem、网卡、声卡、打印机、数码相机等。在日常生活中, 已有许多嵌入式系统的应用, 如天天用的移动电话、手腕上的电子表、烹调用的微波炉、办公室的打印机、汽车里的发动机电控系统、自动防抱死系统 (ABS), 以及现在流行的电子数字助理 (PDA)、数码相机、数码摄像机、

MP3 等, 它们内部都有一个中央处理器 CPU。在制造业, 过程控制、通信、仪器、仪表、汽车、船舶、军事装备、消费类产品等方面, 都有嵌入式系统的用武之地。因此可以说嵌入式系统的应用无处不在, 从家庭的洗衣机、电冰箱、小汽车, 到办公室的远程会议系统以及到工厂车间的大型设备等, 都属于嵌入式技术进行开发和改造的产品。美国著名未来学家尼葛洛庞帝曾经在 1991 年访华时预言“四五年后, 嵌入式智能电脑将是继 PC 和因特网之后的最伟大的发明”。

1.1.2 嵌入式系统的组成

嵌入式系统通常由嵌入式处理器、外围设备、嵌入式操作系统和应用软件等几大部分组成。

1. 嵌入式处理器

嵌入式处理器是嵌入式系统的核心部件。工作在为特定用户群设计的系统中。通常将通用计算机中许多板卡完成的任务集成在芯片内部, 具有小型化、高效率、高可靠性等特点。目前市面上有 1000 多种嵌入式处理器芯片, 其中使用较为普遍的有 ARM、MIPS、PowerPC、MC68 000 等。

2. 外围设备

外围设备是指一个嵌入式系统中除处理器以外用于完成存储、通信、调试和显示等功能的其他部件。根据外围设备的功能可以分为以下 3 类。

- ▶ 外存储器: 静态易失存储器 (RAM/SRAM)、动态存储器 (DRAM) 和非易失性存储器 (Flash)。其中 Flash 具有可擦写次数多、储存速度快、容量大及价格低等优点, 在嵌入式领域得到广泛的应用。
- ▶ 接口: 应用最广泛的有并口、RS-232 串口、红外接口 IrDA、SPI 串行外围设备、I²C (Inter IC) 总线接口、USB 总线接口、Ethernet 网口等。
- ▶ 人机交互: LCD、LED、键盘和触摸屏等人机交互设备。

3. 嵌入式操作系统

在较大或较复杂的嵌入式应用系统中, 为了使嵌入式开发更为方便、快捷, 需要具备一种稳定、安全的软件模块集合, 用以实现管理存储器分配、中断处理、任务间通信和定时响应, 以及提供多任务处理等, 即嵌入式操作系统。嵌入式操作系统的引入大大提高了嵌入式系统的功能, 方便了软件设计, 但同时也占用了宝贵的嵌入式系统资源。一般在较大或需要多任务的应用场合才考虑使用嵌入式操作系统。

嵌入式操作系统常常有实时性的要求。早期嵌入式系统都是用于控制领域, 因此以前的嵌入式操作系统实际上就是实时操作系统。近年来, 出现了手持式计算机和掌上电脑等, 也有许多不带实时要求的嵌入式系统。