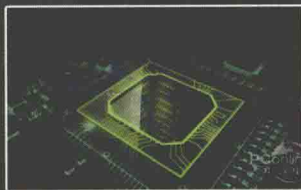


ARM Cortex-A8

嵌入式原理 与系统设计



王青云 梁瑞宇 冯月芹 等编著

瞄准前沿

以Cortex-A8 PV210芯片为例

知识全面

涵盖微处理器、嵌入式操作系统等基本原理及软硬件技术

开发宝典

包含裸板及WinCE、Android等操作系统嵌入式开发方法

实例丰富

提供由浅入深多个层次丰富实例及源代码



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

ARM Cortex – A8 嵌入式 原理与系统设计

王青云 梁瑞宇 冯月芹 等编著



机械工业出版社

本书以 Cortex - A8 嵌入式微处理器和嵌入式操作系统 (Windows CE 操作系统与 Android 操作系统) 为背景, 详细介绍了嵌入式系统的最新发展情况以及其应用所涉及各个分支的相关知识, 并通过实例对其应用方法进行了深入浅出的说明。

本书共 13 章, 内容主要包括嵌入式系统绪论、ARM Cortex - A8 体系结构、S5PV210 微处理器引脚及各部件编程、通信接口、人机交互、Windows CE 以及 Android 操作系统移植与开发等。本书理论与实践并重, 通过实例介绍了应用程序的开发、源码结构和在模拟器以及真实硬件平台上的调试方法。

本书主要面向计算机、自动化和电子信息工程等学科相关专业的高年级本、专科学生和研究生, 也可以作为从事嵌入式系统研发人员的技术参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

ARM Cortex-A8 嵌入式原理与系统设计/王青云等编著. —北京: 机械工业出版社, 2014. 8

ISBN 978-7-111-47515-6

I. ①A… II. ①王… ②梁… III. ①微处理器-系统设计 IV. ①TP332

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第 169985 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 李馨馨 韩 静

责任校对: 张艳霞

责任印制: 李 洋

北京振兴源印务有限公司印刷

2014 年 8 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm×260mm · 19 印张 · 468 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-47515-6

定价: 48.00 元



凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

嵌入式系统是以应用为中心、以计算机技术为基础，软件硬件可裁减，适用于对功能、可靠性、功耗等综合性要求严格的专用计算机应用系统。IEEE（Institute of Electrical and Electronics Engineers，美国电气和电子工程师协会）把嵌入式系统定义为“用于控制、监视或者辅助操作机器和设备的装置”。嵌入式系统是当今计算机技术的重要组成部分，是数字化技术发展的一个重要方向。自嵌入式系统问世以来，其应用之广、发展之快、普及之迅速，使得嵌入式系统应用已经深入到国防科技、工业设计、医疗设备到个人生活等众多领域。几十年来，嵌入式系统为社会的进步做出了巨大贡献，以致有些学者断言，嵌入式技术将成为“后 PC”时代的主宰。因此，掌握嵌入式系统的基本概念、基本理论和基本分析方法显得十分重要。

通常，整个嵌入式系统由 4 部分组成：嵌入式处理器、嵌入式外围设备、嵌入式操作系统和嵌入式应用软件。经过几十年的迅猛发展，嵌入式系统的硬件与软件形式和功能都发生了很大的变化。以往的相关教材已经不能涵盖这些最新变化的内容，所以需要有一本能够包含嵌入式系统最新发展内容的教材，来适应这种嵌入式系统技术的发展。本书根据作者多年嵌入式系统教学及科研实践的体会，跟踪嵌入式系统技术的发展动态，并参考近几年来的相关文献，以最新的嵌入式处理器（Cortex - A8 微处理器）和嵌入式操作系统（Windows CE 操作系统和 Android 系统）为背景，详细介绍了嵌入式系统的最新发展情况以及其应用所涉及各个分支的相关知识，并通过实例对其应用方法进行了深入浅出的说明。

本书共 13 章，各章节的主要内容如下。第 1 章绪论，对嵌入式系统进行了概述，并介绍了嵌入式处理器和嵌入式操作系统以及嵌入式系统的工程设计方法。第 2 章 ARM Cortex - A8 体系结构，首先介绍了 ARM 微处理器以及 ARM 内核的基本版本 V1 ~ V7，然后详细介绍了三星 S5PV210 的主要特性和基本架构，最后介绍了支持 Cortex - A8 微处理器内核的开发环境 RVDS 和 Eclipse for ARM。第 3 章 Cortex - A8 处理器编程模型，对 Cortex - A8 处理器的寻址方式、存储器组织、异常处理以及 Cortex - A8 处理器的汇编语言的指令集进行了介绍。第 4 章 GPIO 编程，介绍了 S5PV210 微处理器的硬件资源和外部接口以及 GPIO 引脚的功能、常用寄存器和使用方法，并通过实例介绍了 GPIO 引脚的读写操作。第 5 章存储器管理，对嵌入式系统的存储器管理机制进行了介绍。第 6 章异常与中断处理，对 S5PV210 微处理器的异常与中断处理机制进行了介绍。第 7 章定时器，介绍了 S5PV210 微处理器的定时器。第 8 章 A - D 转换器，介绍了嵌入式系统的模 - 数转换方法。第 9 章 DMA 控制器，首先介绍了 S5PV210 微处理器所使用的 DMA 控制器的工作原理，然后介绍了 PL330 DMA 控制器指令集，接着介绍了 DMA 相关的中断和寄存器，最后以实例说明了 S5PV210 微处理器的

DMA 编程及使用方法。第 10 章 S5PV210 通信接口, 介绍了常用的 UART、SPI 和 I²C 这 3 种通信接口技术。第 11 章人机交互接口, 介绍了 S5PV210 微处理器的人机交互接口中的 LCD 液晶屏接口和 Keypad 矩阵键盘接口。第 12 章 Windows CE 操作系统移植与开发, 介绍了 Microsoft Windows CE 嵌入式操作系统的特点、开发流程以及 Windows CE 操作系统的移植、定制与硬件驱动程序开发。第 13 章 Android 系统移植与开发, 介绍了 Android 操作系统, 包括 Android 操作系统的基本架构、源码结构、移植方法以及 Android 应用程序的开发环境, 并通过实例介绍了应用程序的开发、源码结构和在模拟器以及真实硬件平台上的调试方法。

本书注重理论紧密联系实际, 不仅有基础理论, 而且还有基本原理和实际系统应用, 可读性好, 可教性高。全书结构按照循序渐进的教学思想写作, 内容全面生动、深入浅出, 引导学生从掌握基本原理到领会具体应用技术、系统全面地学习嵌入式系统与应用的重要环节。本书主要面向计算机、自动化和电子信息工程等学科有关专业的高年级学生和研究生, 也可以作为从事嵌入式系统研发人员的技术参考书。

本书主要由王青云、梁瑞宇和冯月芹编著, 东南大学赵力教授主审了全书, 并提出很多宝贵意见, 在此表示诚挚的感谢! 本书第 1 章和第 4 章由王青云编写, 第 2 章、第 5 章和第 6 章由梁瑞宇编写, 第 3 章、第 7 章和第 8 章由冯月芹编写, 袁璟在书中承担了第 9 章和第 10 章的编写任务, 奚吉在书中承担了第 11 章至第 13 章的编写任务。全书由王青云统稿。

由于编者水平有限, 书中难免存在疏漏和不足之处, 敬请读者批评指正。

编者

2014 年 3 月 28 日

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 嵌入式系统概述	1
1.1.1 嵌入式系统的定义	1
1.1.2 嵌入式系统的应用领域及主要产品	1
1.1.3 嵌入式系统的组成	3
1.1.4 嵌入式系统的特点	4
1.1.5 嵌入式系统的发展	4
1.2 嵌入式处理器	5
1.2.1 嵌入式微处理器	6
1.2.2 嵌入式微控制器	7
1.2.3 嵌入式 DSP 处理器	7
1.2.4 嵌入式片上系统	7
1.3 嵌入式操作系统	8
1.3.1 嵌入式操作系统概述	8
1.3.2 嵌入式操作系统的特点	8
1.3.3 嵌入式实时操作系统	9
1.4 嵌入式系统工程设计	12
本章小结	17
思考题	17
第 2 章 ARM Cortex – A8 体系结构	18
2.1 ARM 微处理器	18
2.1.1 ARM 简介	18
2.1.2 ARM 内核基本版本	19
2.1.3 ARM 微处理器系列	21
2.1.4 ARM 微处理器结构	25
2.2 Cortex – A8 内核结构	26
2.3 Samsung S5PV210 微处理器简介	28
2.4 Samsung S5PV210 处理器开发工具	31
2.4.1 ARM 集成开发工具 RVDS 介绍	31
2.4.2 Eclipse for ARM 开发环境介绍	34
本章小结	38
思考题	39
第 3 章 Cortex – A8 处理器编程模型	40
3.1 ARM 编程简介	40
3.2 Cortex – A8 处理器模式和状态	40

3.2.1	处理器模式	40
3.2.2	处理器状态	41
3.3	Cortex - A8 存储器组织	41
3.3.1	数据类型	41
3.3.2	存储格式	42
3.3.3	寄存器组	42
3.4	异常	46
3.4.1	异常入口	46
3.4.2	退出异常	47
3.4.3	复位异常	47
3.4.4	快速中断异常 FIQ	47
3.4.5	中断异常 IRQ	48
3.4.6	中止异常	48
3.4.7	软件中断	48
3.4.8	监控异常	49
3.4.9	未定义指令异常	49
3.4.10	断点指令	49
3.4.11	异常向量	49
3.4.12	异常优先级	50
3.5	寻址方式	50
3.6	指令系统	53
3.6.1	概述	53
3.6.2	ARM 指令集	53
3.7	ARM 汇编程序设计	65
3.7.1	伪操作	65
3.7.2	ARM 汇编语言伪指令	66
3.7.3	ARM 汇编语言语句格式	69
3.7.4	ARM 汇编语言程序格式	73
3.7.5	汇编程序设计举例	75
本章小结		77
思考题		77
第4章	GPIO 编程	79
4.1	S5PV210 芯片硬件资源	79
4.1.1	微处理器	79
4.1.2	内存子系统	80
4.1.3	多媒体	81
4.1.4	音频子系统	83
4.1.5	安全子系统	83
4.1.6	接口	84
4.1.7	系统外设	86
4.1.8	封装与引脚	87
4.2	S5PV210 的 GPIO	104

4.2.1	GPIO 概述	104
4.2.2	S5PV210 芯片的 GPIO 特性	105
4.2.3	GPIO 功能概括图	105
4.3	S5PV210 的 GPIO 常用寄存器	106
4.4	GPIO 编程实例	107
	本章小结	110
	思考题	110
第 5 章	存储器管理	112
5.1	存储器分类	112
5.1.1	存储器组织结构	112
5.1.2	随机存储器和只读存储器	112
5.2	内存管理单元	114
5.2.1	虚拟内存与虚拟地址	114
5.2.2	地址映射	114
5.2.3	系统初始化	116
5.3	S5PV210 的存储系统	117
5.3.1	S5PV210 的存储系统框图	117
5.3.2	S5PV210 的虚拟内存映射	118
5.3.3	S5PV210 微处理器的启动过程	119
5.4	S5PV210 的内存控制器	120
5.4.1	DRAM 控制器	120
5.4.2	SRAM 控制器	121
5.4.3	OneNAND 控制器	122
5.4.4	NAND 闪存控制器	123
	本章小结	125
	思考题	126
第 6 章	异常与中断处理	128
6.1	概述	128
6.2	S5PV210 的异常与中断	128
6.3	SWI 软中断异常	129
6.4	IRQ 中断与 FIQ 中断	130
6.5	中断相关寄存器	135
6.6	S5PV210 的中断编程	137
6.6.1	中断跳转流程	137
6.6.2	中断示例硬件电路	138
6.6.3	中断示例程序代码	139
	本章小结	149
	思考题	149
第 7 章	定时器	150
7.1	通用定时器概述	150
7.2	S5PV210 的脉宽调制 (PWM) 定时器	150
7.2.1	PWM 定时器概述	150

7.2.2	PWM 定时器的寄存器	151
7.2.3	PWM 双缓冲定时器	155
7.2.4	S5PV210 的 PWM 定时器控制示例	157
7.3	看门狗定时器	159
7.3.1	看门狗定时器概述	159
7.3.2	看门狗定时器寄存器	159
7.3.3	看门狗定时器控制参考程序	160
7.4	RTC 实时时钟	162
7.4.1	实时时钟简介	162
7.4.2	RTC 控制器	162
7.4.3	RTC 寄存器	163
7.4.4	RTC 编程	165
	本章小结	167
	思考题	167
第 8 章	A - D 转换器	169
8.1	A - D 转换原理	169
8.1.1	A - D 转换概念	169
8.1.2	A - D 转换过程	169
8.1.3	A - D 转换的主要技术指标	169
8.1.4	A - D 转换器的主要类型	170
8.2	S5PV210 的 A - D 转换器	171
8.2.1	概述	171
8.2.2	特性	171
8.2.3	模块图	172
8.2.4	转换速率	172
8.3	S5PV210 的 A - D 转换寄存器	172
8.4	S5PV210 的 A - D 编程	175
	本章小结	178
	思考题	178
第 9 章	DMA 控制器	179
9.1	DMA 的工作原理	179
9.2	S5PV210 的 DMA 控制器	179
9.3	PL330 指令集	180
9.4	DMA 控制器请求	184
9.5	S5PV210 的 DMA 相关寄存器	187
9.6	S5PV210 微处理器的 DMA 编程	187
	本章小结	190
	思考题	190
第 10 章	S5PV210 通信接口	192
10.1	UART 接口	192
10.1.1	UART (异步串行通信) 接口概念	192
10.1.2	RS - 232C 串行接口标准	193

10.1.3	S5PV210 芯片的异步串行通信	194
10.1.4	UART 寄存器	197
10.1.5	UART 实例	202
10.2	SPI 接口	205
10.2.1	SPI 接口概述	205
10.2.2	S5PV210 微处理器的 SPI 接口	206
10.2.3	SPI 相关的寄存器	210
10.2.4	S5PV210 微处理器的 SPI 实例	213
10.3	I ² C 接口	221
10.3.1	I ² C 总线工作原理	221
10.3.2	S5PV210 微处理器的 I ² C 总线接口	223
10.3.3	S5PV210 微处理器的 I ² C 接口寄存器	226
10.3.4	S5PV210 微处理器的 I ² C 应用实例	228
	本章小结	229
	思考题	230
第 11 章	人机交互接口	231
11.1	LCD 接口	231
11.1.1	LCD 控制器综述	231
11.1.2	S5PV210 的 LCD 控制器	231
11.1.3	LCD 相关寄存器	235
11.1.4	LCD 应用实例	241
11.2	键盘功能	246
11.2.1	键盘接口概述	246
11.2.2	去抖动滤波器	247
11.2.3	键盘扫描步骤	247
11.2.4	键盘的 I/O 接口	249
11.2.5	键盘接口相关寄存器	250
11.2.6	键盘接口实例	252
	本章小结	255
	思考题	255
第 12 章	Windows CE 操作系统移植与开发	256
12.1	Windows CE 6.0 介绍	256
12.1.1	Windows CE 嵌入式操作系统简介	256
12.1.2	Windows CE 6.0 简介	256
12.1.3	Windows CE 6.0 开发环境架构	257
12.2	基于 Windows CE 的嵌入式系统开发流程	259
12.2.1	硬件设计	259
12.2.2	运行 Windows CE	260
12.2.3	定制操作系统	260
12.2.4	应用程序开发	260
12.3	Windows CE 操作系统移植	260
12.3.1	Windows CE 操作系统移植原理	260

12.3.2 开发 BSP	261
12.4 Windows CE 操作系统定制流程	263
12.4.1 选择 BSP	264
12.4.2 编译生成镜像文件	265
12.4.3 下载到开发板上进行调试	266
12.5 Windows CE 操作系统硬件驱动	267
12.5.1 驱动程序简介	267
12.5.2 Windows CE 下的硬件驱动程序	268
12.5.3 Windows CE 流式设备驱动	268
12.6 Windows CE 应用程序开发与实践	269
12.6.1 导出并安装 SDK	269
12.6.2 使用 SDK 编译 Hello World	271
本章小结	271
思考题	271
第 13 章 Android 系统移植与开发	272
13.1 Android 操作系统简介	272
13.2 Android 基本架构	272
13.2.1 应用程序层	273
13.2.2 应用程序框架层	273
13.2.3 系统运行库层	273
13.2.4 Linux 核心层	274
13.2.5 Android 操作系统源码结构	274
13.3 Android 操作系统移植	275
13.4 Android 应用开发环境	278
13.4.1 JDK 安装	279
13.4.2 Eclipse 安装	281
13.4.3 Android SDK 安装和配置	281
13.4.4 ADT 安装	282
13.4.5 创建模拟器	283
13.5 创建第一个 Android 应用程序	283
13.5.1 创建 HelloWorld 工程	283
13.5.2 HelloWorld 源码分析	284
13.5.3 在模拟器上运行 HelloWorld	286
13.5.4 在 ARM 嵌入式硬件平台上建立开发环境	288
本章小结	291
思考题	291
参考文献	292

第1章 绪 论

1.1 嵌入式系统概述

1.1.1 嵌入式系统的定义

嵌入式系统是以应用为中心、以计算机技术为基础、软/硬件可剪裁、适用于对系统功能、可靠性、成本、体积、功耗等有严格要求的专用计算机系统。这个定义主要包含两个信息：一是嵌入式系统是专用计算机系统，因此必须要有处理器，具备计算机系统的基本特征；二是嵌入式系统的功能是有严格要求并按照指定的应用而设计的。广义上讲，凡是带有微处理器的专用软/硬件系统都可称为嵌入式系统，如各类单片机和 DSP 系统。这些系统在完成较为单一的专业功能时具有简洁高效的特点。但由于它们没有操作系统管理，系统硬件和软件的能力有限，在实现复杂的多任务功能时往往困难重重，甚至无法实现。现在的嵌入式系统往往结合嵌入式操作系统软件，使得复杂的多任务功能得以实现。从狭义上讲，那些使用嵌入式微处理器构成独立系统、具有自己的操作系统、具有特定功能、用于特定场合的专用软/硬件系统称为嵌入式系统。

1.1.2 嵌入式系统的应用领域及主要产品

生活中，嵌入式系统无处不在，小到一个简单的单片机控制系统，大到复杂的航天工程，随处都可以看见嵌入式系统的身影。嵌入式系统的应用领域有交通管理、工控设备、智能仪器、汽车电子、环境监测、电子商务、医疗仪器、移动计算、网络设备、通信设备、军事电子、机器人、智能玩具、信息家电等。下面列出一些主要的产品。

- 网络设备：交换机、路由器、Modem 等。
- 消费电子：手机、MP3、PDA、可视电话、电视机顶盒、数字电视、数码照相机、数码摄像机、信息家电等。
- 办公设备：打印机、传真机、扫描仪等。
- 汽车电子：ABS（防死锁制动系统）、供油喷射控制系统、车载 GPS 等。
- 工业控制：各种自动控制设备。

经过几十年的发展，嵌入式系统已经在很大程度上改变了人们的生活、工作和娱乐方式。嵌入式系统在工业自动化、国防、运输和航天等很多产业中得到了广泛的应用，并逐步改变着这些产业。例如，神州飞船、长征火箭、导弹的制导系统、高档汽车中遍布嵌入式系统；在日常生活中，几乎所有带有一点“智能”的家电，如全自动洗衣机、电脑电饭煲等，也都拥有自己的嵌入式系统。

图 1-1 ~ 图 1-5 给出了嵌入式系统在各个领域中的产品示例。



图 1-1 多媒体设备

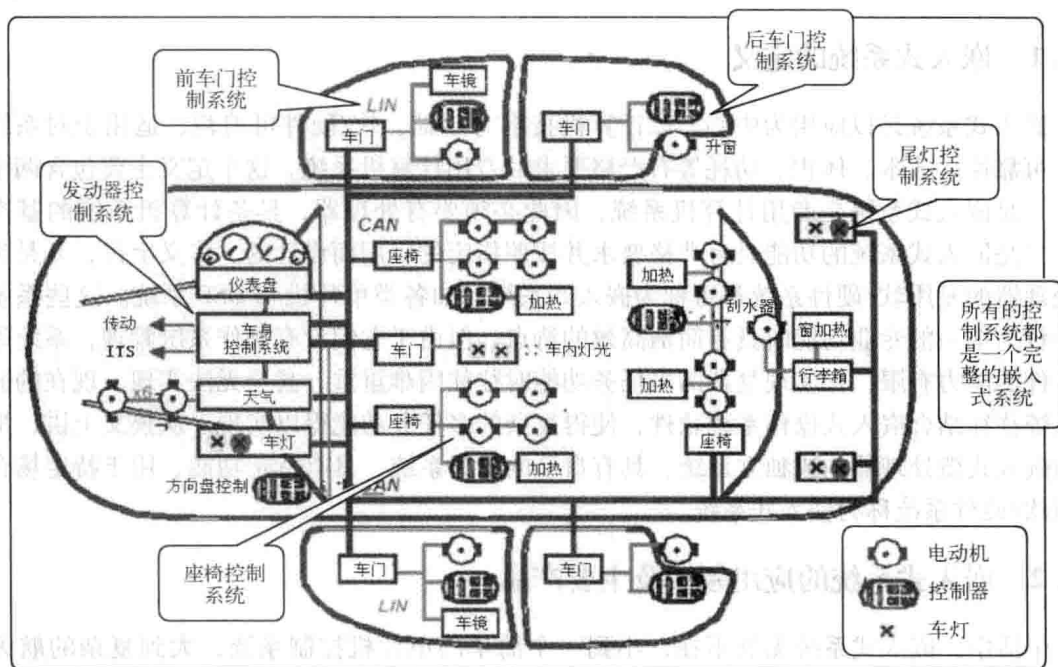


图 1-2 汽车控制系统

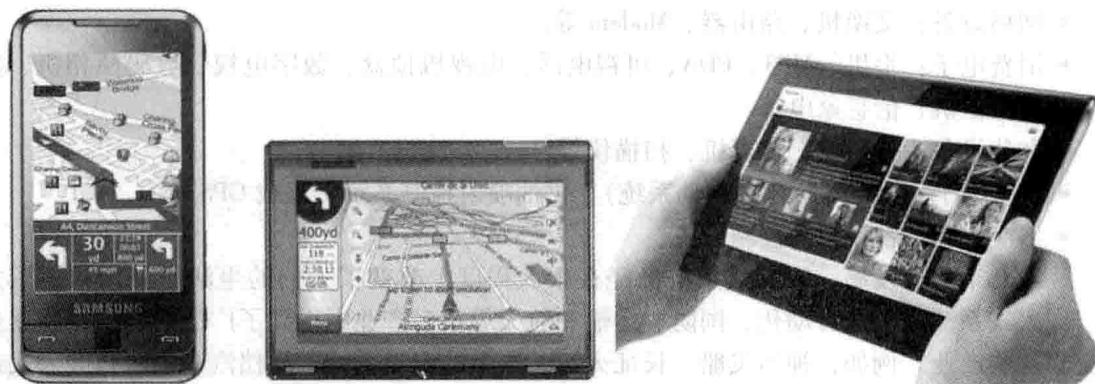


图 1-3 智能手机、导航仪和平板电脑

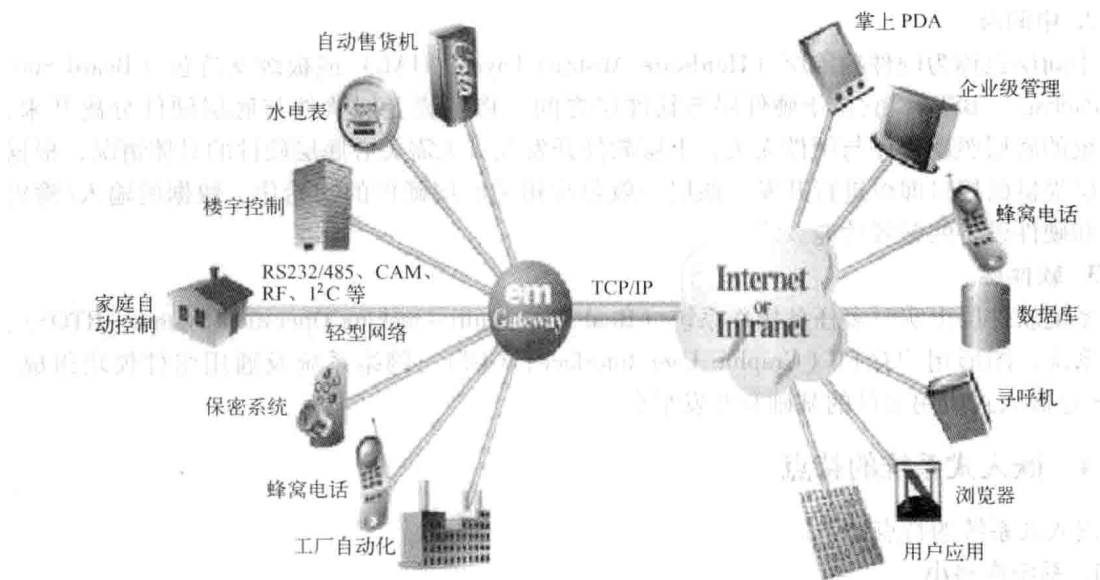


图 1-4 网络产品



图 1-5 各类仪器仪表

由此可见，嵌入式产品已经悄无声息地渗入到人们生活的各个角落中，给人们的生活带来了很大的便利，信息时代、数字时代使得嵌入式产品获得了巨大的发展契机，为嵌入式市场展现了美好的前景，我们有理由相信未来嵌入式系统必将能得到更好的发展。

1.1.3 嵌入式系统的组成

嵌入式系统一般由硬件层、中间层和软件层组成。

1. 硬件层

硬件层包括嵌入式微处理器、存储器、通用设备接口和 I/O 接口。在一片嵌入式处理器的基础上添加电源电路、时钟电路和存储器电路，就构成了一个嵌入式核心控制模块。其中操作系统和应用程序都可以固化在 ROM 中。

2. 中间层

中间层也称为硬件抽象层（Hardware Abstract Layer, HAL）或板级支持包（Board Support Package, BSP），它位于硬件层与软件层之间，将系统上层软件与底层硬件分离开来，使系统的底层驱动程序与硬件无关，上层软件开发人员无需关心底层硬件的具体情况，根据 BSP 层提供的接口即可进行开发。该层一般包含相关底层硬件的初始化、数据的输入/输出操作和硬件设备的配置功能。

3. 软件层

系统软件层由实时多任务操作系统（Real Time multi-tasking Operation System, RTOS）、文件系统、图形用户接口（Graphic User Interface, GUI）、网络系统及通用组件模块组成。RTOS 是嵌入式应用软件的基础和开发平台。

1.1.4 嵌入式系统的特点

嵌入式系统的特点如下。

1. 系统内核小

由于嵌入式系统一般是应用于小型电子装置的，系统资源相对有限，所以内核较之传统的操作系统要小得多。

2. 专用性强

嵌入式系统的个性化很强，其中的软件系统和硬件结合非常紧密，一般要针对硬件进行系统的移植。即使在同一品牌、同一系列的产品中也需要根据系统硬件的变化和增减不断进行修改。同时针对不同的任务，往往需要对系统进行较大更改，程序的编译下载要和系统相结合，这种修改和通用软件的“升级”是完全不同的概念。

3. 系统精简

嵌入式系统一般没有系统软件和应用软件的明显区分，不要求其功能设计及实现上过于复杂，这样一方面利于控制系统成本，同时也利于实现系统安全。

4. 高实时性

这是嵌入式软件的基本要求，而且软件要求固态存储，以提高速度。软件代码要求高质量和高可靠性、实时性。

1.1.5 嵌入式系统的发展

信息时代、数字时代使得嵌入式产品获得了巨大的发展契机，为嵌入式市场展现了美好的前景，同时也对嵌入式生产厂商提出了新的挑战，从中我们可以看出未来嵌入式系统的几大发展趋势。

1. 系统工程化

嵌入式开发是一项系统工程，因此不仅要求嵌入式系统厂商提供嵌入式软、硬件系统，同时还需要提供强大的硬件开发工具和软件包支持。目前很多厂商已经充分考虑到这一点，无论是消费类嵌入式产品还是工业嵌入式产品，开发工具和软件支持至关重要。当前的智能手机平台就能充分体现这一点，iPhone 的成功很大程度上是苹果应用商店模式的成功，数十万的应用支持成为了 iPhone 受欢迎的主要原因之一。在专用领域，强大的硬件开发工具一方面有助于相关硬件和平台的普及，也可以极大地缩短产品的开发周期，降低开发难度。例

如,三星公司在推广 ARM7、ARM9 芯片的同时还提供开发板和板级支持包 (BSP),而 Windows CE 在主推系统时也提供 Embedded VC++ 作为开发工具,还有 Vxworks 的 Tonado 开发环境、DeltaOS 的 Limda 编译环境等都是这一趋势的典型体现。当然,这也是市场竞争的结果。

2. 开源化

随着嵌入式 Linux 系统的产生,越来越多的嵌入式产品采用开源嵌入式操作系统。由于 Linux 系统本身具备的特点,使得开源嵌入式操作系统很容易推广并且得到不断的完善。相信不久的将来,开源的、完善的嵌入式操作系统会在嵌入式系统应用中占据更重要的地位。

3. 功能多样化

网络化、信息化的要求随着因特网技术的成熟和带宽的增大而日益提高,使得以往单一功能的设备如电话、手机、冰箱、打印机等功能不再单一,结构更加复杂。这就要求芯片设计厂商在芯片上集成更多的功能,为了满足应用功能的升级,设计师们一方面采用更强大的嵌入式处理器如 32 位、64 位 RISC 芯片或信号处理器 DSP 增强处理能力,同时增加功能接口 (如 USB),扩展总线类型 (如 CAN BUS),加强对多媒体、图形等的处理,逐步实施片上系统 (SOC) 的概念。软件方面采用实时多任务编程技术和交叉开发工具技术来控制功能复杂性,简化应用程序设计、保障软件质量和缩短开发周期。

4. 节能化

未来的嵌入式产品是软、硬件紧密结合的设备,为了降低功耗和成本,需要设计者尽量精简系统内核,只保留和系统功能紧密相关的软、硬件,利用最低的资源实现最适当的功能,这就要求设计者选用最佳的编程模型和不断改进算法,优化编译器性能。因此,既要求软件人员具有丰富的硬件知识,又需要发展先进嵌入式软件技术,如 Java、Web 和 WAP 等。

5. 人性化

良好的用户体验是任何一款产品最为重要的要求,早期的嵌入式系统由于功能简单、性能较低,人机交互功能较为薄弱,一般用于专业性较强的工业控制领域。随着嵌入式系统的发展,嵌入式系统的人机交互功能越来越强大,多媒体人机界面逐渐成为嵌入式系统的主要人机交互方式。也正是人机交互方式的改进使得嵌入式系统能够应用于更多的领域。如今,用户基本不需要任何培训就能够很自然地使用手机、取款机、购票机等,这些都得益于强大的多媒体人机界面。

6. 网络化

未来的嵌入式设备为了适应网络发展的要求,必然要求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,还有的支持 IEEE 1394、USB、CAN、Bluetooth 或 IrDA 通信接口中的一种或者几种,同时也提供相应的通信组网协议软件和物理层驱动软件。软件方面,系统内核支持网络模块,甚至可以在设备上嵌入 Web 浏览器,真正实现随时随地用各种设备上网。

1.2 嵌入式处理器

嵌入式处理器是嵌入式系统的核心,是控制、辅助系统运行的硬件单元。嵌入式处理器涵盖范围极其广阔,从最初的 4 位处理器,到目前仍在大规模应用的 8 位单片机,再到最新

的受到广泛青睐的 32 位、64 位嵌入式 CPU 都包括在内。

世界上具有嵌入式功能特点的处理器已经超过 1000 种，流行体系结构包括 MCU、MPU 等 30 多个系列。鉴于嵌入式系统广阔的发展前景，很多半导体制造商都大规模生产嵌入式处理器，并且公司自主设计处理器已经成为了未来嵌入式领域的一大趋势，其中从单片机、DSP 到 FPGA 有着各式各样的品种，速度越来越快，性能越来越强，价格也越来越低。根据其现状，嵌入式处理器可以分为嵌入式微处理器、嵌入式微控制器、嵌入式 DSP 处理器和嵌入式片上系统。下面将详细叙述这 4 种嵌入式处理器。

1.2.1 嵌入式微处理器

嵌入式微处理器是由通用计算机中的 CPU 演变而来的。它的特征是具有 32 位以上的处理器，具有较高的性能，当然其价格也相应较高。但与计算机处理器不同的是，在实际嵌入式应用中，只保留和嵌入式应用紧密相关的功能硬件，去除其他的冗余功能部分，这样就可以在应用中以最低的功耗和资源实现嵌入式应用的特殊要求；将微处理器装配在专门设计的电路板上，这样可以大幅度减小系统体积和功耗。为了满足嵌入式应用的特殊要求，嵌入式微处理器虽然在功能上和标准微处理器基本是一样的，但在工作温度、抗电磁干扰、可靠性等方面一般都做了各种增强。和工业控制计算机相比，嵌入式微处理器具有体积小、重量轻、成本低、可靠性高的优点，但是在电路板上必须包括 ROM、RAM、总线接口、各种外设等器件，从而降低了系统的可靠性，技术保密性也较差。嵌入式微处理器及其存储器、总线、外设等安装在一块电路板上，称为单板计算机。如 STD - BUS、PC104 等。目前主要的嵌入式微处理器类型有 Am186/88、386EX、SC - 400、Power PC、68000、MIPS 系列等。

嵌入式微处理器的体系结构可以采用冯·诺依曼体系或哈佛体系结构，冯·诺依曼 (Von Neumann) 结构也称普林斯顿结构，是一种将程序指令存储器和数据存储器并在一起的存储器结构。冯·诺依曼结构的计算机其程序和数据共用一个存储空间，程序指令存储地址和数据存储地址指向同一个存储器的不同物理位置；采用单一的地址及数据总线，程序指令和数据的宽度相同。哈佛 (Harvard) 结构是一种将程序指令存储和数据存储分开的存储器结构。哈佛结构是一种并行体系结构，它的主要特点是将程序和数据存储在不同的存储空间中，即程序存储器和数据存储器是两个相互独立的存储器，每个存储器独立编址、独立访问。指令系统可以选用精简指令系统 (Reduced Instruction Set Computer, RISC) 和复杂指令系统 (Complex Instruction Set Computer, CISC)。RISC 计算机在通道中只包含最有用的指令，确保数据通道快速执行每一条指令，从而提高了执行效率，并使 CPU 硬件结构设计变得更为简单。

嵌入式微处理器有各种不同的体系，即使在同一体系中也具有不同的时钟频率和数据总线宽度，或集成了不同的外设和接口。据不完全统计，全世界的嵌入式微处理器已经超过 1000 多种，体系结构也有很多种类。但与全球 PC 市场不同的是，没有一种嵌入式微处理器可以主导市场，仅以 32 位的产品而言，就有 100 种以上的嵌入式微处理器。嵌入式微处理器的选择是根据具体的应用而决定的。