



高等院校计算机技术与应用系列规划教材

Embedded System
Principles
and Design

Embedded System
Principles
and Design

Embedded System Principles and Design

嵌入式系统原理与设计

Embedded System
Principles
and Design

王勇 编著
何立民 主审



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

TP360. 21

20

2007

高等院校计算机技术与应用系列规划教材

嵌入式系统原理与设计

王 勇 编著

何立民 主审



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大學出版社

内容简介

本书主要讲述嵌入式系统的原理及其设计方法,对嵌入式系统的开发过程、主要开发方法、开发工具进行了完整的介绍。

本书共有 11 章,内容涉及了嵌入式系统的基本概念、设计方法、开发模式,ARM 处理器的概念、指令系统、编程方法,嵌入式 Linux 的开发,Windows CE 的开发等内容。本书内容丰富,理论讲述和实际开发相结合。本书不是针对某种处理器的开发用书。为了做到通用性和便于读者学习,书中所涉及的开发内容基本上都可以在 PC 机上实现,因此读者在学习过程中可以充分利用 PC 机来完成嵌入式系统的开发练习,提高学习效果。

本书可作为研究生和高年级本科学生的教材,也可以作为嵌入式系统研发人员及相关科研人员的技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式系统原理与设计 / 王勇编著. —杭州:浙江大学出版社,2007.2
(高等院校计算机技术与应用系列规划教材)
ISBN 978-7-308-05009-8

I. 嵌... II. 王... III. 微型计算机—系统设计—高等学校—教材 IV. TP360.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 131548 号

嵌入式系统原理与设计

王 勇 编著 何立民 主审

策 划 希 言
责任编辑 黄娟琴 许佳颖
出版发行 浙江大学出版社
(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)
(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)
(网址: <http://www.zjupress.com>)
排 版 浙江大学出版社电脑排版中心
印 刷 杭州印校印务有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 19.25
字 数 456 千字
版 次 2007 年 2 月第 1 版 2007 年 2 月第 1 次印刷
印 数 0001—3000
书 号 ISBN 978-7-308-05009-8
定 价 28.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

高等院校计算机技术与应用系列

规划教材编委会

顾 问

李国杰 中国工程院院士,中国科学院计算技术研究所所长,浙江大学计算机学院院长

主 任

潘云鹤 中国工程院常务副院长,院士,计算机专家

副主任

陈 纯 浙江大学计算机学院常务副院长、软件学院院长,教授,浙江省首批特级专家

卢湘鸿 北京语言大学教授,教育部高等学校文科计算机基础教学指导委员会副主任

冯博琴 西安交通大学计算机教学实验中心主任,教授,原教育部非计算机专业计算机课程教学指导分委员会主任委员,全国高校第一届国家级教学名师

何钦铭 浙江大学软件学院副院长,教授,2006—2010年教育部高等学校理工类计算机基础课程教学指导分委员会委员

委 员(按姓氏笔画排列)

马斌荣 首都医科大学教授,2006—2010年教育部高等学校医药类计算机基础课程教学指导分委员会副主任,北京市有突出贡献专家

石教英 浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室学术委员会委员,浙江大学计算机学院教授,中国图像图形学会副理事长

刘甘娜 大连海事大学计算机学院教授,原教育部非计算机专业计算机课程教学指导分委员会委员

庄越挺 浙江大学计算机学院副院长,教授,2006—2010年教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员

许端清 浙江大学计算机学院教授

- 宋方敏 南京大学计算机系副主任,教授,2006—2010年教育部高等学校理工类计算机基础课程教学指导分委员会委员
- 张长海 吉林大学计算机学院副院长,教授,2006—2010年教育部高等学校理工类计算机基础课程教学指导分委员会委员
- 张 森 浙江大学教授,教育部高等学校文科计算机基础教学指导委员会副主任,全国高等院校计算机基础教育研究会副理事长
- 邹逢兴 国防科技大学教授,全国高校第一届国家级教学名师
- 陈志刚 中南大学信息学院副院长,教授,2006—2010年教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员
- 陈根才 浙江大学计算机学院副院长,教授,2006—2010年教育部高等学校农林类计算机基础课程教学指导分委员会委员
- 陈 越 浙江大学软件学院副院长,教授
- 岳丽华 中国科学技术大学教授,中国计算机学会数据库专委会委员,2006—2010年教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员
- 耿卫东 浙江大学计算机学院教授,CAD&CG国家重点实验室副主任
- 鲁东明 浙江大学计算机学院教授,浙江大学网络与信息中心主任

序 言

在人类进入信息社会的 21 世纪,信息作为重要的开发性资源,与材料、能源共同构成了社会物质生活的三大资源。信息产业的发展水平已成为衡量一个国家现代化水平与综合国力的重要标志。随着各行各业信息化进程的不断加速,计算机应用技术作为信息产业基石的地位和作用得到普遍重视。一方面,高等教育中,以计算机技术为核心的信息技术已成为很多专业课教学内容的有机组成部分,计算机应用能力成为衡量大学生业务素质与能力的标志之一;另一方面,初等教育中信息技术课程的普及,使高校新生的计算机基本知识起点有所提高。因此,高校中的计算机基础教学课程如何有别于计算机专业课程,体现分层、分类的特点,突出不同专业对计算机应用需求的多样性,已成为高校计算机基础教学改革的重要内容。

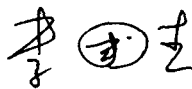
浙江大学出版社及时把握时机,根据 2005 年教育部“非计算机专业计算机基础课程指导分委员会”发布的“关于进一步加强高等学校计算机基础教学的几点意见”以及“高等学校非计算机专业计算机基础课程教学基本要求”,针对“大学计算机基础”、“计算机程序设计基础”、“计算机硬件技术基础”、“数据库技术及应用”、“多媒体技术及应用”、“网络技术与应用”六门核心课程,组织编写了大学计算机基础教学的系列教材。

该系列教材编委会由国内计算机领域的院士与知名专家、教授组成,并且邀请了部分全国知名的计算机教育领域专家担任主审。浙江大学计算机学院各专业课程负责人、知名教授与博导牵头,组织有丰富教学经验和教材编写经验的教师参与了对教材大纲以及教材的编写工作。

该系列教材注重基本概念的介绍,在教材的整体框架设计上强调针对不同专业群体,体现不同专业类别的需求,突出计算机基础教学的应用性。同时,充分考虑了不同层次学校在人才培养目标上的差异,针对各门课程设计了面向不同对象的教材。除主教材外,还配有必要的配套实验教材、问题解答。教材内容丰富,体例新颖,通俗易懂,反映了作者们对大学计算机基础教学的最新探索与研究成果。

希望该系列教材的出版能有力地推动高校计算机基础教学课程内容的改革与发展,推动大学计算机基础教学的探索和创新,为计算机基础教学带来新的活力。

中国工程院院士
中国科学院计算技术研究所所长
浙江大学计算机学院院长



前 言

嵌入式系统并不是一个很新的概念,但其成为大家关注的焦点则是近几年的事情。近年来,嵌入式系统的飞速发展和两个因素密切相关,一是 Linux 操作系统的迅速普及,二是大批基于 ARM 内核处理器的出现。第一个因素为嵌入式系统提供了免费的、功能强大的操作系统。第二个因素则为嵌入式系统提供了物美价廉的核心器件——嵌入式处理器。因此,谈到嵌入式系统,就不得不谈到 Linux 和 ARM。

当然除了 Linux 和 ARM 之外,嵌入式系统还包含许多内容,找到一本可以包罗各种嵌入式系统开发的书是不现实的。本书希望能够在嵌入式系统的概念、特点、开发方法、开发流程等方面做出较为全面的论述,同时希望在一些具体的开发方面,例如 ARM 的编程、嵌入式 Linux 的开发、Windows CE 的开发等方面给出一些有用的指导。从而能够理论结合实际,既不泛泛而谈,也不沦为针对特定处理器的应用手册。

根据上述指导思想,本书主要讲述嵌入式系统的原理及其设计方法,对嵌入式系统的开发过程、主要开发方法、开发工具进行了完整的介绍。本书共有 11 章,每章的主要内容安排如下:第 1 章介绍嵌入式系统的整体知识,内容涉及嵌入式系统的概念、特点及其组成要素。第 2 章主要介绍嵌入式系统的设计方法及其设计的流程模型,本章把软件工程中的一些概念引入到嵌入式系统的设计中,相信对规划嵌入式系统的开发过程会有所帮助。第 3 章介绍一些嵌入式系统开发中会遇到的基础知识,内容包括基本概念、开发工具、软硬件调试等,本章内容主要是为后续章节的学习打下基础。第 4 章主要讲述嵌入式系统的开发模式,让读者对嵌入式系统的开发有一个整体的认识。第 5 章介绍了目前嵌入式系统中应用较为广泛的 ARM 处理器,内容包括 ARM 处理器的分类、工作状态、工作模式、寄存器的组织及 ARM 处理器的异常处理等内容。第 6 章重点介绍了 ARM 处理器的指令系统,内容包括对 ARM 处理器的寻址方式、ARM 指令集、Thumb 指令集以及伪指令等内容的详细解释。第 7 章主要介绍针对 ARM 处理器的编程,内容涉及 ARM 汇编程序的设计、汇编语言与 C/C++ 的混合编程以及 ARM 集成开发环境 ADS 的使用等。第 8 章讲述嵌入式操作系统的概念,为接下来介绍 Linux 和 Windows CE 操作系统打下基础。第 9 章重点介绍 Linux 操作系统,包括 Linux 的发展历史、Linux 中的相关概念、嵌入式 Linux 的概念以及常用的嵌入式 Linux 介绍等内容。第 10 章是在第 9 章的基础上详细介绍了嵌入式 Linux 的开发过程,内容涉及嵌入式 Linux 开发过程中的工具准备和配置,其中还包括 Linux 操作系统的定制、编译和测试等内容,第 10 章的内容较为丰富,其中还对 Linux 下 BootLoader 的开发、驱动程序的开发、GUI 的编程等有所叙述,同时对 Linux 的启动过程、Linux 下的常用命令等也作了叙述。第 11 章介绍另外一个重要的嵌入式操作系统 Windows CE,内容包括 Windows CE 的基本概念、内存管理、中断处理和编程模式等基

本内容,还详细介绍 Windows CE 的集成开发平台 Platform Builder 的使用以及 CE 系统的引导方式及其 BootLoader 的开发和使用。

本书不是针对某种处理器的使用手册,为了做到通用性和便于读者学习,书中所涉及的开发内容基本上都可以在 PC 机上实现,因此读者在学习过程中可以充分利用 PC 机来完成嵌入式系统的开发练习,提高学习效果。

由于时间仓促,本书的错漏之处还望各位专家和读者给予批评指正,有关本书的任何意见和建议都可以通过 Email(wangy@zju.edu.cn)和作者联系。

目 录

第1章 绪论	1
1.1 嵌入式系统的基本概念	1
1.2 嵌入式系统的特征	2
1.2.1 嵌入式系统的基本特征	2
1.2.2 嵌入式系统特征的模糊化	4
1.3 嵌入式系统的组成要素	4
1.3.1 嵌入式处理器	5
1.3.2 嵌入式操作系统.....	11
第2章 嵌入式系统的设计方法	14
2.1 嵌入式系统设计的基本流程.....	14
2.1.1 需求分析.....	15
2.1.2 详细说明.....	17
2.1.3 结构设计.....	17
2.1.4 组件设计.....	18
2.1.5 系统集成.....	19
2.2 嵌入式系统设计的流程模型.....	20
2.2.1 瀑布模型.....	20
2.2.2 逐步求精模型.....	21
2.2.3 螺旋模型.....	23
2.2.4 分层设计模型.....	24
2.2.5 其他流程模型.....	24
第3章 嵌入式系统的基础知识	27
3.1 基本概念.....	27
3.1.1 存储器结构.....	27
3.1.2 流水线技术.....	29
3.1.3 CISC&RISC	31
3.1.4 大端存储和小端存储.....	32
3.1.5 存储器管理单元 MMU	34
3.1.6 BSP	36
3.1.7 BootLoader 和 OSLoader	36
3.1.8 进程和线程.....	37

3.2	开发相关知识	37
3.2.1	ICE 和 ICD	37
3.2.2	其他硬件调试工具	38
3.2.3	JTAG	38
3.2.4	编译器和交叉编译器	40
3.2.5	模拟器和仿真器	41
第4章	嵌入式系统的开发模式	45
4.1	面向硬件的开发模式	45
4.1.1	适用情况	45
4.1.2	需要的工具	45
4.1.3	开发场景	45
4.2	面向操作系统的开发模式	46
4.2.1	适用情况	46
4.2.2	需要的工具	46
4.2.3	开发场景	46
4.3	开发模式的控制	47
第5章	ARM 处理器概述	48
5.1	ARM 处理器概述	48
5.1.1	ARM 的发展历史	48
5.1.2	ARM 处理器的特点	48
5.1.3	ARM 微处理器系列	49
5.1.4	ARM 微处理器的应用选型	51
5.2	ARM 处理器的工作状态和工作模式	52
5.2.1	工作状态	52
5.2.2	ARM 的工作模式	53
5.3	ARM 处理器的寄存器	54
5.3.1	ARM 处理器的寄存器结构	54
5.3.2	Thumb 状态下的寄存器	58
5.4	ARM 处理器的存储器组织结构	60
5.4.1	ARM 的数据类型	60
5.4.2	存储器的格式	60
5.5	ARM 处理器的异常	61
5.5.1	ARM 体系结构所支持的异常类型	61
5.5.2	异常优先级(Exception Priorities)	63
5.5.3	应用程序中的异常处理	64
5.5.4	对异常的响应	64
5.5.5	异常返回	65
5.5.6	异常进入/退出时的指令	65

第6章 ARM 指令系统	67
6.1 ARM 处理器的寻址方式	67
6.1.1 立即数寻址	67
6.1.2 寄存器寻址	68
6.1.3 寄存器偏移寻址	68
6.1.4 寄存器间接寻址	69
6.1.5 寄存器基址变址寻址	70
6.1.6 多寄存器寻址	70
6.1.7 相对寻址	70
6.1.8 堆栈寻址	71
6.1.9 块拷贝寻址	72
6.2 ARM 指令集合	72
6.2.1 ARM 指令的基本格式	73
6.2.2 ARM 指令详解	75
6.3 Thumb 指令集合	93
6.3.1 Thumb 指令集合	93
6.3.2 Thumb 指令集与 ARM 指令集的区别	94
6.3.3 Thumb 存储器访问指令	94
6.3.4 Thumb 数据处理指令	96
6.3.5 Thumb 跳转指令	97
6.3.6 Thumb 杂项指令	98
6.4 伪指令	99
6.4.1 符号定义伪指令	99
6.4.2 数据定义伪指令	101
6.4.3 报告伪指令	106
6.4.4 汇编控制伪指令	107
6.4.5 杂项伪指令	109
6.4.6 ARM 伪指令	115
6.4.7 Thumb 伪指令	118
第7章 ARM 程序设计	121
7.1 ARM 汇编语言程序设计	121
7.1.1 汇编语言的语句格式	121
7.1.2 汇编程序中的符号	122
7.1.3 汇编语言程序中的表达式和运算符	124
7.1.4 汇编语言的程序结构	127
7.1.5 汇编语言程序设计举例	128
7.2 汇编语言与 C/C++ 的混合编程	134
7.2.1 ATPCS 规则	134

7.2.2	内嵌汇编	136
7.2.3	C 程序与汇编程序相互调用	141
7.3	ARM 集成开发环境 ADS 的使用	143
7.3.1	ADS 简介	143
7.3.2	ADS 快速使用教程	143
7.3.3	ADS 具体介绍	149
第 8 章	嵌入式操作系统	156
8.1	嵌入式操作系统的发展	156
8.2	软件编程模式	157
8.2.1	无操作系统的软件编程模式	157
8.2.2	有操作系统的编程模式	159
8.3	嵌入式操作系统的特点	160
8.4	实时操作系统	161
8.4.1	实时和分时操作系统	161
8.4.2	实时操作系统的特点	162
第 9 章	嵌入式 Linux 操作系统概述	164
9.1	Linux 的诞生	164
9.2	Linux 相关的概念	165
9.2.1	Minix	165
9.2.2	Unix	165
9.2.3	共享软件(Shareware)	165
9.2.4	自由软件(Freeware 或 FreeSoftware)	165
9.2.5	免费软件(Freeware)	165
9.2.6	通用软件许可证(GPL:General Public License)	166
9.2.7	GNU	166
9.2.8	LGPL	167
9.2.9	BSD	167
9.3	Linux 操作系统的组成及其版本	167
9.3.1	Linux 操作系统的组成	167
9.3.2	Linux 的版本	168
9.4	Linux 的特点	169
9.4.1	Linux 的优点和不足	169
9.4.2	Linux 下的硬盘分区与文件系统	172
9.5	嵌入式 Linux 的概念	173
9.6	嵌入式 Linux 操作系统介绍	173
9.6.1	uClinux	173
9.6.2	RTLinux	175
9.6.3	DSPLinux	176

第 10 章 嵌入式 Linux 的开发	178
10.1 嵌入式 Linux 开发步骤	178
10.2 开发环境的构建	179
10.2.1 安装 Linux 操作系统	179
10.2.2 配置开发工具	184
10.3 BootLoader 的开发	186
10.3.1 BootLoader 的基本知识	187
10.3.2 BootLoader 的开发过程	188
10.3.3 BootLoader 的移植	190
10.4 Linux 系统的构建	192
10.4.1 Linux 内核的构建	192
10.4.2 Linux 根文件系统的构建	201
10.4.3 针对嵌入式应用的 Linux 系统开发	203
10.5 Linux 系统下设备驱动程序的开发	205
10.5.1 Linux 设备驱动程序的概念	206
10.5.2 设备的类型	207
10.5.3 特殊设备的使用	207
10.5.4 设备文件的创建	208
10.5.5 设备驱动程序的开发	208
10.5.6 设备驱动程序中的问题	212
10.6 Linux 应用程序开发	213
10.6.1 几种流行的 GUI	213
10.6.2 Qt/Embedded 编程	215
10.6.3 Qt/Embedded 编程示例	217
10.7 Linux 系统的启动流程	221
10.7.1 内核的引导	222
10.7.2 运行 init	222
10.7.3 系统初始化	224
10.7.4 启动对应运行级别的守护进程	225
10.7.5 建立终端	226
10.7.6 登录系统	226
10.8 Linux 系统构建的实战练习	227
10.8.1 前期准备	227
10.8.2 编译 Linux 内核	230
10.8.3 建立根文件系统	233
10.8.4 安装 grub 到 U 盘中	235
10.8.5 使用 initrd 内核作为根文件系统	236
10.9 常用的 Linux 工具和命令	238

10.9.1	vi 的使用	238
10.9.2	GCC 的使用	241
10.9.3	gdb 的使用	242
10.9.4	ncftp 工具的使用	245
10.9.5	mount 和 unmount 指令	246
10.9.6	基本命令	247
10.9.7	Linux 下软件安装指令	252
第 11 章 Windows CE 操作系统		256
11.1	微软的嵌入式产品简介	256
11.1.1	Windows CE	256
11.1.2	Windows XP Embedded	256
11.1.3	Windows Embedded 的应用领域	257
11.2	Windows CE 简介	257
11.3	Windows CE 的中断处理机制	259
11.3.1	中断体系结构	259
11.3.2	中断延迟	261
11.4	Windows CE 的进程和线程	262
11.4.1	CE 的进程	262
11.4.2	CE 的线程	262
11.4.3	进程之间的通信	263
11.5	Windows CE 的内存管理	264
11.5.1	内存结构	264
11.5.2	进程地址空间结构	265
11.5.3	堆和栈的内存分配	266
11.5.4	内存映射文件	267
11.6	Windows CE 的编程模式	267
11.6.1	基于 Win32 的程序开发	267
11.6.2	基于 MFC 的程序开发	268
11.6.3	基于 Microsoft .NET Framework 精简版的程序开发	269
11.7	Windows CE 的开发	270
11.7.1	开发层面	270
11.7.2	开发实例	271
11.7.3	CE 系统的引导方式及其 BootLoader	286
参考文献		290

ARM 指令索引

<ul style="list-style-type: none"> ●跳转指令 77 <ul style="list-style-type: none"> B 指令 77 BL 指令 77 BX 指令 77 ●数据处理指令 78 <ul style="list-style-type: none"> 数据传送指令 78 <ul style="list-style-type: none"> MOV 传送指令 78 MVN 取反传送指令 79 数据比较指令 79 <ul style="list-style-type: none"> CMP 比较指令 79 CMN 负数比较指令 79 TST 位测试指令 79 TEQ 指令相等测试指令 80 逻辑运算类指令 80 <ul style="list-style-type: none"> AND 逻辑与操作指令 80 ORR 逻辑或指令 80 EOR 逻辑异或指令 80 BIC 位清零指令 81 算术运算类指令 81 <ul style="list-style-type: none"> ADD 指令 81 ADC 指令 81 SUB 减法指令 82 SBC 带借位减法指令 82 RSB 逆向减法指令 82 RSC 带借位逆向减法指令 83 乘法指令与乘加指令 83 <ul style="list-style-type: none"> MUL 指令 83 MLA 指令 83 SMULL 指令 84 SMLAL 指令 84 UMULL 指令 84 UMLAL 指令 84 	<ul style="list-style-type: none"> ●程序状态寄存器访问指令 85 <ul style="list-style-type: none"> MRS 指令 85 MSR 指令 85 ●存储器加载/存储指令 86 <ul style="list-style-type: none"> LDR 字数据加载指令 86 LDRH 半字数据加载指令 87 LDRB 字节数据加载指令 87 STR 字数据存储指令 87 STRH 半字数据存储指令 88 STRB 字节数据存储指令 88 LDM(或 STM) 指令 88 ●数据交换指令 89 <ul style="list-style-type: none"> SWP 指令 89 SWPB 指令 90 ●异常产生指令 90 <ul style="list-style-type: none"> SWI 软件中断指令 91 BKPT 指令 91 ●协处理器指令 91 <ul style="list-style-type: none"> CDP 协处理器数据操作指令 91 LDC 协处理器数据加载指令 92 STC 协处理器数据存储指令 92 MCR ARM 处理器寄存器到协处理器寄存器的数据传送指令 92 MRC 协处理器寄存器到 ARM 处理器寄存器的数据传送指令 93 ●Thumb 存储器访问指令 94 ●Thumb 数据处理指令 96 ●Thumb 跳转指令 97 <ul style="list-style-type: none"> B 跳转指令 98 BL 带链接的跳转指令 98 BX 带状态切换的跳转指令 98 ●Thumb 杂项指令 98 <ul style="list-style-type: none"> SWI 软中断指令 98
---	--

- 符号定义伪指令 99
 - GBLA、GBLL、GBLS 全局变量声明伪指令 99
 - LCLA、LCLL、LCLS 局部变量声明伪指令 99
 - SETA、SETL、SETS 变量赋值伪指令 100
 - RLIST 伪指令 100
 - CN 伪指令 101
 - CP 伪指令 101
 - DN 和 SN 伪指令 101
 - FN 伪指令 101
- 数据定义伪指令 101
 - LTORG 伪指令 102
 - MAP 伪指令 102
 - FIELD 伪指令 103
 - SPACE 伪指令 103
 - DCB 伪指令 103
 - DCD 和 DCDU 伪指令 103
 - DCDO 伪指令 104
 - DCFD 和 DCFDU 伪指令 104
 - DCFS 和 DCFSU 伪指令 105
 - DCI 伪指令 105
 - DCQ 和 DCQU 伪指令 105
 - DCW 和 DCWU 伪指令 105
- 报告伪指令 106
 - ASSERT 伪指令 106
 - INFO 伪指令 106
 - OPT 伪指令 106
 - TTL 和 SUBT 伪指令 107
- 汇编控制伪指令 107
 - IF、ELSE 和 ENDIF 伪指令 107
 - MACRO 和 MEND 伪指令 108
 - WHILE 和 WEND 伪指令 109
- 杂项伪指令 109
 - ALIGN 伪指令 110
 - AREA 伪指令 111
 - CODE16 和 CODE32 伪指令 112
 - END 伪指令 112
 - ENTRY 伪指令 112
 - EQU 伪指令 112
 - EXPORT 和 GLOBAL 伪指令 113
 - IMPORT 和 EXTERN 伪指令 113
 - GET 和 INCLUDE 伪指令 113
 - INCBIN 伪指令 114
 - KEEP 伪指令 114
 - NOFP 伪指令 114
 - REQUIRE 伪指令 114
 - PEQUIRE8 和 PRESERVE8 伪指令 114
 - RN 伪指令 114
 - ROUT 伪指令 115
- ARM 伪指令 115
 - ADR 小范围的地址读取伪指令 115
 - ADRL 中等范围的地址读取伪指令 116
 - LDR 大范围的地址读取伪指令 117
 - NOP 空操作伪指令 117
 - LDFD 伪指令 118
 - LDFS 伪指令 118
- Thumb 伪指令 118
 - ADR 小范围的地址读取伪指令 118
 - LDR 大范围的地址读取伪指令 118
 - NOP 空操作伪指令 118

第 1 章

绪 论

1.1 嵌入式系统的基本概念

在计算机刚出现的时候,人们通常按照计算机的体系结构、运算速度、结构规模、应用领域等将其分为大型计算机、中型计算机、小型计算机和微型计算机,这种分类沿袭到了 20 世纪 90 年代中期。然而,随着半导体技术和计算机技术的飞速发展,这种计算机的分类方式已经不能适应实际情况的变化,例如,如今流行的个人计算机 PC(Personal Computer)虽然源自于微型计算机,但它在处理速度、总线结构、寻址空间等各方面已和最初微型计算机的定义相差很大,其总体性能已经超过了当年定义的中、小型计算机。

另外,随着计算机技术及其产品对其他行业的广泛渗透,以应用为中心的分类方法变得更为切合实际,这种分类方法把计算机按嵌入式应用和非嵌入式应用分为嵌入式计算机和通用计算机。通用计算机具有计算机的标准形态,通过配置不同的应用软件,以类同的面目出现在各个方面,其典型产品如 PC 机;而嵌入式计算机则是处理器以嵌入式的形式隐藏在各种装置、产品和系统中,其形态各异,针对不同的应用场合可能有不同的外观形式、功耗模式、人机交互模式、处理模式等。

那么,什么是嵌入式系统?嵌入式系统的全称是嵌入式计算机系统,一种嵌入式系统的常见定义是:嵌入式系统是以应用为中心、以计算机技术为基础,对系统的功能、可靠性、成本、体积、功耗等有严格要求的专用计算机系统。这个定义指明了嵌入式系统首先是一个计算机系统,简单的理解就是系统中必须有一个处理器。和通用计算机系统不同的是,嵌入式系统不是通用的,其功能是特定的,是面向具体应用而专门设计的,根据具体的应用不同,嵌入式系统对可靠性、成本、体积、功耗等都有严格的要求。嵌入式系统完整的英文表达是:Embedded Computer System,从这个翻译中也可以看出,嵌入式系统属于 Computer 系统,特殊之处是 Embedded 的。通常,人们会简化地把嵌入式系统翻译为 Embedded System。

Wayne Wolf 给出的嵌入式系统的定义可以更清楚地理解嵌入式系统的概念,Wayne