

大学计算机基础教育规划教材

单片机及嵌入式系统 (第2版)

李伯成 编著



1+X

清华大学出版社



大学计算机基础教育规划教材

单片机及嵌入式系统 (第2版)

李伯成 编著

1+X

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书以国内应用最广的 MCS-51 单片机为基础,介绍嵌入式计算机系统的结构及传统设计方法。书中着重讲述在进行嵌入式系统设计时的基本概念和基本方法,同时还专门介绍基于 SOC 的嵌入式系统以及如何设计 SOC,并以此为基础构成嵌入式系统。本书侧重于对学生的工程思维能力的培养。通过本书的学习,学生可以掌握设计一个小型嵌入式计算机系统的方法。

本书可作为高校理工科专业的教学用书,也可供一般工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

单片机及嵌入式系统/李伯成编著. —2版. —北京:清华大学出版社,2008.9

(大学计算机基础教育规划教材)

ISBN 978-7-302-18165-1

I. 单… II. 李… III. 单片微型计算机—系统设计—高等学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 104958 号

责任编辑:张 民 赵晓宁

责任校对:焦丽丽

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京国马印刷厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:29.5

字 数:682 千字

版 次:2008 年 9 月第 2 版

印 次:2008 年 9 月第 1 次印刷

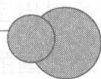
印 数:1~5000

定 价:39.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:027761-01

序

大学计算机基础教育规划教材



进入 21 世纪,社会信息化不断向纵深发展,各行各业的信息化进程不断加速。我国的高等教育也进入了一个新的历史发展时期,尤其是高校的计算机基础教育,正在步入更加科学、更加合理、更加符合 21 世纪高校人才培养目标的新阶段。

为了进一步推动高校计算机基础教育的发展,教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会近期发布了《关于进一步加强高等学校计算机基础教学的意见暨计算机基础课程教学基本要求》(以下简称《教学基本要求》)。《教学基本要求》针对计算机基础教学的现状与发展,提出了计算机基础教学的指导思想;按照分类、分层次组织教学的思路,《教学基本要求》的附件提出了计算机基础课教学内容的知识结构与课程设置。《教学基本要求》认为,计算机基础教学的典型核心课程包括: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(微机原理与接口、单片机原理与应用)、数据库技术与应用、多媒体技术与应用、网络技术与应用。附件中介绍了上述六门核心课程的主要内容,这为今后的课程建设及教材编写提供了重要的依据。在下一步计算机课程规划工作中,建议各校采用“1+X”的方案,即:“大学计算机基础”+ 若干必修或选修课程。

教材是实现教学要求的重要保证。为了更好地促进高校计算机基础教育的改革,我们组织了国内部分高校教师进行了深入的讨论和研究,根据《教学基本要求》中的相关课程教学基本要求组织编写了这套“大学计算机基础教育规划教材”。

本套教材的特点如下:

- (1) 体系完整,内容先进,符合大学非计算机专业学生的特点,注重应用,强调实践。
- (2) 教材的作者来自全国各个高校,都是教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会推荐的专家、教授和教学骨干。
- (3) 注重立体化教材的建设,除主教材外,还配有多媒体电子教案、习题与实验指导,以及教学网站和教学资源库等。
- (4) 注重案例教材和实验教材的建设,适应教师指导下的学生自主学习的教学模式。
- (5) 及时更新版本,力图反映计算机技术的新发展。

本套教材将随着高校计算机基础教育的发展不断调整,希望各位专家、教师和读者不吝提出宝贵的意见和建议,我们将根据大家的意见不断改进本套教材的组织、编写工作,为我国的计算机基础教育的教材建设和人才培养做出更大的贡献。

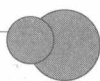
“大学计算机基础教育规划教材”丛书主编
教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会副主任委员

冯博琴

单

第2版前言

片机及嵌入式系统(第2版)



《单片机及嵌入式系统》一书出版已有三年。技术在不断地发展,而计算机是技术发展最快的行业之一。技术发展了,作为高等学校的教材也必须适应技术的发展。为此,对第1版的内容进行修订,删去一些次要的过时的内容,增加一些新的知识。

尽管技术发展非常快,有许多新的技术、新的器件涌现出来。但从另一角度上可以看到,一些最基本的概念、最基本的解决嵌入计算机系统问题的方法是不会改变的。认真学习并很好地掌握这些基本概念和基本方法,就能够在具体的工程实践中解决问题。因此,本书力图把有关的基本概念和基本方法描述清楚,并适当地介绍新的知识。

在这一版里,书中前面的内容仍以国内应用最广的 MCS-51 单片机为例,说明基于单片机构成嵌入式计算机系统的基本概念和基本方法。描述以此为基础设计嵌入式系统的各种具体工程问题及解决问题的方法。在本书的后面部分里,以典型的 SOC 芯片 PXA27X 为例,介绍基于 SOC 的嵌入式系统的设计问题。并且考虑到学生毕业后工作的需要,还利用专门章节介绍数字部件、处理器及 SOC 的设计,以便使读者将来能自己设计 SOC,并在此基础上构成嵌入式系统。

本书作为理工科专业的教材,以适应学生未来工作的需要为目的。全书教学约需 60 学时左右。在具体的教学实施过程中,有的章节需要仔细讲述。有些章节,如最后两章的内容,可在教师概要说明下学生自行阅读,慢慢加以体会。

需再次强调的是本书的目的在于培养学生的工程思维能力,其内容在描述清楚基本概念的基础上,侧重于解决具体工程应用问题。要求读者能利用所学的基本概念,提出解决工程问题的思路和方法。提高分析具体工程问题和解决问题的能力。

在编写本书的时候,力求简明扼要,重点突出。尽管做了努力,由于水平及时间上的限制,错误及不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

在本书编写过程中,除了书后的参考资料外,还参考了网上的许多资料,在此一并感谢!

感谢清华大学出版社的关心和支持,感谢家人的支持与帮助。

作 者

2008 年 5 月



本书是为高校理工科专业教学及一般工程技术人员学习和掌握以单片机为基础的嵌入式计算机系统而编写的。

嵌入式计算机系统是当前的热门课程。本书在编写过程中特别关注如何学习并掌握有关的概念与知识,并用所学知识去解决具体的工程问题。嵌入式系统技术发展异常迅速,它可由不同的硬件构成。就处理器而言,各种类型的通用 CPU、单片微型计算机、数字信号处理器(DSP)、可编程逻辑控制器(PLC)、片上系统(SOC)、可编程逻辑器件(CPLD、FPGA)及专用处理器芯片等,均可构成嵌入式系统。

如何学习并最终掌握嵌入式系统的基本概念,并能达到设计一个小型的嵌入式系统的目的呢?作者认为可以采取从特殊到一般的学习方法,即选择某种典型的处理器(CPU、单片机或 DSP),认真学习并掌握其中的基本概念和基本方法。一种典型的处理器学好了,再遇到其他型号的处理器必然很容易掌握它们。因为它们的基本概念、基本思路和基本方法都是相同的。

为此,在本书中以应用广泛的 MCS-51 单片微型计算机为对象,通过该单片机将嵌入式计算机系统的基本问题描述清楚。选择 MCS-51 单片机主要从三个方面来考虑:其一是 MCS-51 单片机在国内外应用十分广泛,现有多个厂家生产与之兼容的单片机产品,选择该型号很具代表性;其二是 MCS-51 单片机结构简单且具有较强的指令系统,利用它可以解释有关计算机系统的复杂概念(太复杂的处理器不太适宜时间较短的课堂教学);其三是 MCS-51 单片机也在不断地发展,新的 MCS-51 单片机的速度已提高了几十到上百倍,其内部集成了闪速存储器、A/D、D/A、各种 I/O 接口,现已成长为 SOC。

编写本书的目的在于培养学生的工程思维能力,内容包括 MCS-51 单片机的结构、指令系统及各组成部件的功能。在此基础上,详细描述中断概念与技术、各种典型外设的接口技术、嵌入式操作系统及用户软件的开发、系统的可靠性设计、嵌入式系统的设计步骤及系统调试方法等一系列重要概念和基本方法。在描述清楚基本概念的基础上,侧重于解决具体工程应用问题。要求读者能利用所学的基本概念,提出解决工程问题的思路和方法,掌握分析具体工程问题和解决问题的能力。

在编写本书过程中,作者力求使书的内容融入作者数十年来的教学和科研工作中的实例与经验。由于水平及时间的限制,错误及不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

作者

2004 年 11 月

单

目

录

片机及嵌入式系统(第2版)

第1章 嵌入式计算机系统设计概述	1
1.1 概述	1
1.1.1 嵌入式计算机系统的定义	1
1.1.2 嵌入式计算机系统的构成	1
1.2 嵌入式计算机系统的设计要求和设计步骤	5
1.2.1 系统设计的基本要求	5
1.2.2 系统设计的步骤	7
1.2.3 嵌入式系统的硬软件协同设计	13
1.2.4 系统设计中应注意的问题	14
习题	15
第2章 MCS-51 单片机的基本结构	16
2.1 MCS-51 单片机的构成	16
2.1.1 MCS-51 单片机家族	16
2.1.2 MCS-51 单片机的内部结构	17
2.1.3 MCS-51 单片机外部引线	18
2.2 MCS-51 单片机的内部结构	19
2.2.1 MCS-51 的 CPU	19
2.2.2 MCS-51 单片机的存储器组织	21
2.2.3 MCS-51 的输入输出接口	24
2.3 MCS-51 单片机的时序	26
2.3.1 MCS-51 的三种周期	26
2.3.2 指令执行时序	27
2.4 MCS-51 单片机的相关问题	29
2.4.1 复位	29
2.4.2 时钟电路	30
2.4.3 编程和校验	30
2.5 MCS-51 指令系统及汇编语言程序设计	31
2.5.1 MCS-51 的指令编码	31

2.5.2	指令系统中用到的符号	32
2.5.3	指令寻址方式	32
2.5.4	MCS-51 的指令系统	35
2.5.5	汇编语言程序设计	50
2.5.6	汇编语言程序的开发过程	63
2.6	MCS-51 的总线扩展	65
2.6.1	MCS-51 单片机构成的最小系统	65
2.6.2	MCS-51 的总线扩展	66
2.7	MCS-51 的外部存储器	68
2.7.1	存储器的分类	68
2.7.2	存储器的主要性能指标	70
2.7.3	RAM 的连接使用	70
2.7.4	只读存储器	78
2.8	输入输出技术	83
2.8.1	外设接口的编址方式	83
2.8.2	外设接口的基本模型	84
2.8.3	程序控制输入输出	84
2.8.4	查询方式	86
2.8.5	中断方式	88
2.8.6	中断控制器 8259	97
2.9	MCS-51 定时器/计数器	110
2.9.1	工作方式	110
2.9.2	定时器/计数器的控制寄存器	112
2.9.3	定时器/计数器的应用	113
2.10	MCS-51 的串行接口	115
2.10.1	概述	115
2.10.2	MCS-51 单片机串行口的控制寄存器	116
2.10.3	串行口的工作方式	118
2.10.4	串行口的应用	119
	习题	122
第 3 章	嵌入式系统总线及接口技术	126
3.1	总线概述	126
3.1.1	总线概述	126
3.1.2	内总线	126
3.1.3	外总线	128
3.2	总线驱动与控制	129
3.2.1	总线竞争与负载计算	129

3.2.2 总线驱动与控制的实现	131
3.3 MCS-51 的总线扩展	135
3.3.1 概述	135
3.3.2 扩展总线的形成	136
3.4 扩展总线上的典型外设接口	137
3.4.1 可编程并行接口 8255	138
3.4.2 键盘接口	147
3.4.3 打印机接口	153
3.4.4 显示器接口	156
3.4.5 光电隔离输入输出接口	160
3.4.6 数/模(D/A)变换器接口	164
3.4.7 模/数变换器接口	171
3.4.8 电机接口	181
习题	190
第4章 嵌入式计算机系统软件	193
4.1 嵌入式系统软件概述	193
4.1.1 最小系统	193
4.1.2 驻留监控程序	194
4.2 嵌入式系统实时操作系统内核开发	195
4.2.1 嵌入式操作系统的特点	195
4.2.2 实时内核所涉及的概念	196
4.2.3 实时内核的开发	200
4.2.4 嵌入式操作系统的移植	210
4.3 用户程序的开发	212
4.3.1 用户程序的基本要求	212
4.3.2 用户程序的开发过程	214
4.3.3 高级语言与汇编语言混合编程	220
习题	228
第5章 嵌入式系统的可靠性设计	230
5.1 概述	230
5.1.1 可靠性的基本指标	230
5.1.2 故障因素	233
5.2 故障检测技术	234
5.2.1 嵌入式系统的脱机自检	234
5.2.2 嵌入式系统的在线故障检测	242
5.3 硬件可靠性设计	259

5.3.1	硬件故障	259
5.3.2	影响硬件可靠性的因素	260
5.3.3	硬件可靠性措施	265
5.4	软件可靠性设计	272
5.4.1	软件故障的特点	272
5.4.2	软件可靠性指标	272
5.4.3	软件错误的来源	273
5.4.4	软件可靠性模型	275
5.4.5	提高软件可靠性的方法	276
5.5	系统的抗干扰设计	280
5.5.1	抗干扰的三要素	280
5.5.2	干扰的来源及耦合方式	281
5.5.3	系统的抗干扰措施	282
5.6	总线的有关问题	294
5.6.1	总线上的交叉串扰	294
5.6.2	总线的延时	295
5.6.3	总线上的反射与终端网络	296
5.7	可靠性的总体设计	298
5.7.1	设计过程	298
5.7.2	可靠性的分配方法	300
	习题	303
第6章	基于SOC的嵌入式系统	305
6.1	概述	305
6.1.1	PXA27X 一般介绍	305
6.1.2	Intel XScale 结构	307
6.2	ARM 处理器	308
6.2.1	ARM 处理器系列	308
6.2.2	ARM 处理器工作模式及寄存器	309
6.2.3	ARM 指令系统	314
6.2.4	ARM 的异常中断处理	323
6.3	Intel PXA27X 介绍	328
6.3.1	PXA27X 的结构	328
6.3.2	PXA27X 的内部存储器	329
6.3.3	PXA27X 的外部存储器控制器	331
6.3.4	PXA27X 的中断控制器	339
6.3.5	PXA27X 的键盘接口	351
6.3.6	PXA27X 的通用输入输出接口 GPIO	359

6.4 PXA27X 的开发与应用	367
6.4.1 PXA27X 开发平台	367
6.4.2 PXA27X 的应用	369
习题	371
第 7 章 基于专用芯片的嵌入式系统	373
7.1 概述	373
7.1.1 数字系统设计的发展	373
7.1.2 IP 核	374
7.1.3 数字系统的设计方法	375
7.2 设计语言与工具	376
7.2.1 EDA 工具软件分类	376
7.2.2 硬件描述语言 HDL	377
7.2.3 System C	387
7.2.4 Quartus II	388
7.3 基于 VHDL 的 CPU 设计	390
7.3.1 单元电路的设计	390
7.3.2 CPU 设计概要	402
7.4 SOC 设计	423
7.4.1 概述	423
7.4.2 SOC 片内总线	427
7.4.3 IP 核设计与复用	435
7.4.4 SOC 设计举例	441
7.5 基于可配置处理器的 SOC 设计	444
7.5.1 问题的由来	444
7.5.2 Tensilica Xtensa 可配置处理器	445
习题	452
参考文献	453

第1章

嵌入式计算机系统设计概述

本章首先说明嵌入式计算机系统的概念、组成及其特点;然后,说明嵌入式计算机系统的设计原则和设计步骤,力图在本书一开始为读者建立嵌入式计算机系统的组成和设计过程的概况。本书后面的所有章节都是详细说明本章所描述的各部分。因此,理解了本章的内容也就从总体上、从大的方面明确了嵌入式计算机系统的设计。

1.1 概述

本节首先简单介绍嵌入式计算机系统的定义、组成与结构,以便为后面要叙述的问题打下基础。

1.1.1 嵌入式计算机系统的定义

随着计算机的发展,计算机已广泛应用于各行各业。而且,今后这些应用必将更加深入、更加普遍。在以往人们常根据计算机的性能和规模将它们分类为微型、小型、中型、大型及巨型计算机,这种分类方法沿用至今。随着技术的发展,这种分类已变得模糊。今天的微型机与过去的小型、中型机都无法相比。

目前,以应用为主要出发点的分类方法更加切合实际。根据这种原则可将计算机分为嵌入式计算机和非嵌入式的通用型计算机。

嵌入式计算机系统的定义可表述如下:以应用为目标,以计算机技术为基础,软硬件可裁剪,适应对功能、实时性、可靠性、安全性、体积、重量、成本、功耗、环境、安装方式等方面有严格要求的专用计算机系统。

从上面的定义可以看到,嵌入式计算机系统实质上就是实现某些特定要求的计算机应用系统。可以想象,从军用到民用、从工业企业到家庭、从天上到地下到海里,所有用于监测或控制的计算机应用系统均可纳入嵌入式计算机系统的范畴。因此,嵌入式计算机系统的应用极为广泛,极其普遍,甚至可以认为嵌入式系统无所不在。

1.1.2 嵌入式计算机系统的构成

如同任何计算机系统一样,嵌入式计算机系统由两大系统结合在一起,相辅相成所构成,它们是嵌入式计算机系统的硬件系统和软件系统,下面分别加以说明。

1. 嵌入式计算机硬件系统

嵌入式计算机硬件系统的概念框图如图 1.1 所示。

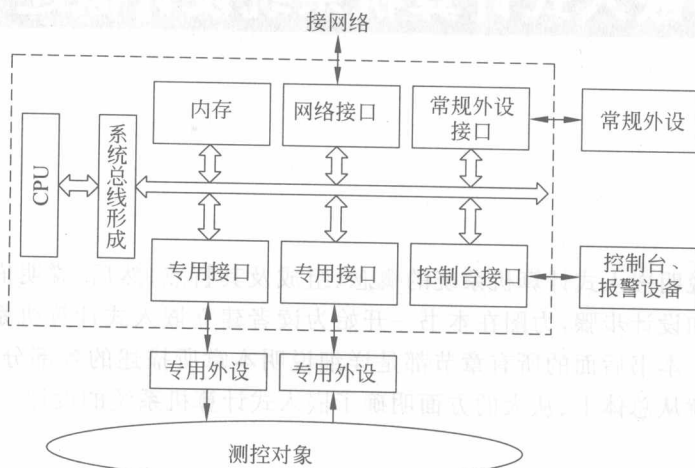


图 1.1 嵌入式计算机系统概念框图

由图 1.1 可以看到,嵌入式计算机系统的硬件系统是由以下几个主要部分构成。

1) 嵌入式处理器

嵌入式处理器是构成系统的核心部件,系统中的其他部件均在它的控制和调度下工作。

在实际的监控系统中,处理器能够通过专用接口获取监控对象的数据、状态等各种信息,并对这些信息进行计算、加工、分析和判断。而后作出相应的控制决策,通过专用接口传送给监控对象。

嵌入式处理器所包括的处理器类型非常多。如图 1.1 所示,它可以是以 CPU 为核心,再加上内存、接口等部件构成;可以在单片机的基础上扩展而成;可以以数字信号处理器(DSP)为核心构成;也可以用专用处理器芯片甚至用自己设计的 ASIC 来构成。至于采用什么样的处理器,主要取决于用户的需求。在嵌入式计算机系统中,作为核心部件的处理器性能优劣将直接影响到整个系统的性能。

2) 常规外设及其接口

所谓常规外设就是指构成任何一个计算机系统所必不可少的那些外设。例如,作为输入设备的键盘,作为输出设备的显示器等。即使最简单的、最小的嵌入式系统也会有最简单的按键和显示。

常规外设通常包括三类设备:

输入设备,用于数据的输入。常见的输入设备有键盘、鼠标、触摸屏、扫描仪、数码相机、各种多媒体视频捕获卡等。

输出设备,用于数据的输出。常见的输出设备有显示器、打印机、绘图仪以及声卡、音箱等。

外存储设备,用于存储程序和数据。常见的外存储设备有硬盘、光盘、磁带机、存储卡(U盘)和移动硬盘等。

将上述这些外设连接到计算机上,使外设的信息能够进入计算机,使计算机的信息能够输出到外设,通过接口可以达到此目的。

3) 专用外设及其接口

在嵌入式系统中,专用外设就是那些为完成用户所要求的功能而必须使用的外设。在实际应用中,由于用户功能要求的多样性、实现这些要求的技术途径的灵活性,使外设的种类繁多。而且,不同的用户系统所用的外设很不相同。在后面的章节中,将具体介绍一些最常见的外设及其连接和使用。通过这些外设的使用,使读者建立起基本概念、掌握基本方法。以后再遇到类似的问题也就容易解决了。

在这里的专用外设是广义的,也就是将那些经接口与计算机相连接的部件均看成专用外设。例如,发光二极管,数码管,直流电机,步进电机,继电器,A/D,D/A,按键等。

专用外设也需要通过接口与计算机相连接。由于外设的多样性和复杂性,使接口的设计更加复杂和困难。因此,正如前面所讲述的,在嵌入式系统设计中,接口设计占有重要的地位。

不管是常规外设还是专用外设,它们的接口的功能都是一样的。它们可以提供计算机与外设的信息传送的通路。实现对外设状态的输入和对外设控制信息的输出。实现电平的转换、信号形式(数字信号与模拟信号)的转换以及快速的处理器与慢速外设的同步。

4) 操作控制台及报警设备

无论是大的嵌入式系统还是小的系统,操作控制台及报警设备通常是不可少的,用以实现人-机交互。使操作人员的命令、初始化数据进入计算机;在系统工作过程中,系统的工作状态、运行数据需要进行显示、打印、绘图等输出。只是大的系统可能有较大的操作控制台,台上会有更多的设备,以便于对整个嵌入式系统进行操作。这样的操作控制台上一般都有一些常规外设,如显示器、键盘、打印机和绘图仪等。同时,控制台上还有一些应急按钮,以便在出现危机时使用。

当嵌入式系统规模很小时,也就没有什么操作控制台,但总会有一块小的操作面板。其上有最简单的显示和少量的按钮,从而对系统的工作情况进行最简单的显示并可用最少的按钮对系统进行操作。

用于工业企业或国防上的嵌入式计算机系统,通常都会有报警设备。以往的计算机嵌入式系统中,经常使用声光报警。即一旦出现危机情况,扬声器就发出十分响亮且刺耳的警告声音,同时报警用的红灯闪烁。一些很小的嵌入式系统甚至可以用最简单的发光二极管和蜂鸣器实现声光报警。

今天,已有许多系统采用语音报警,也就是直接用人的语言说明危机。有许多现成的语言芯片可供选用。若没有合适的现成芯片可供选用时,也可以自己设计制作。

在图1.1中还画出了网络接口。它只是在多个嵌入式计算机构成网络时才需要。例如,在一个比较大的嵌入式控制系统中,采用集散式的结构,中央控制室里有一台超级微型机,而在距中央控制室几十米处的生产装置上有几十台单片微型机构成的嵌入式小系统,它们利用网络连在一起,在此情况下,硬件设备上就应有网络接口。

2. 嵌入式计算机软件系统

要使嵌入式计算机系统工作,完成用户所要求的功能,只有上面提到的硬件系统是远远不够的。还必须配备相应的软件系统,两者相辅相成才能使整个嵌入式系统有效地工作,它是嵌入式计算机系统的另一大组成部分。

由于嵌入式计算机的应用领域极其广泛,用户的需求各不一样。因此,嵌入式计算机系统的规模相差很多,有的系统很大,而有的则很小。那么它们所配置的软件系统也会有很大的不同。通常可包括如下部分。

1) 系统软件

系统软件通常包括嵌入式操作系统和应用软件。

(1) 嵌入式操作系统

在规模较大的嵌入式计算机系统一般都配有操作系统。而且,嵌入式系统的应用环境绝大多数都是实时性要求很高的。实时性的要求是嵌入式系统最重要的特征之一。同时,在需要较大规模的嵌入式系统的情况下,用户的需求也将是十分复杂的,经常需要在实时操作系统管理下,通过多任务并行处理才可完成。

在这种情况下,嵌入式计算机系统通常需配置实时多任务操作系统。这种操作系统与一般常见到的分时操作系统不同,它必须对事件做出实时处理。

在规模较小或较简单的嵌入式计算机系统中,一般不需要一个功能完备的实时操作系统。这种情况下,用户可以开发一个简单的实时监控程序,即一个小的实时内核。利用实时监控程序对用户的任务进行管理、对系统中的突发事件进行实时响应。

在最简单的嵌入式计算机系统中,可以不去配置实时操作系统也不去配置实时监控程序,一开机就直接去执行用户程序。

(2) 应用软件

应用软件是针对不同应用、实现用户要求的功能软件。

由于用户的需求不同,实现需求所构成的嵌入式系统的规模也不同。而且在开发用户程序过程中会使用各种语言,例如汇编语言、C语言和C++语言等。甚至还有可能用到数据库及Office等各种软件。既然嵌入式系统在开发及应用中要用到这些软件,在嵌入式系统中也就应当配置这些软件,把它们作为系统软件的一部分。

2) 用户程序

在嵌入式计算机系统中,对于每一个用户的需求,都必须有相应的用户程序去完成用户的功能要求。由于用户需求的多样性,用户程序在不同的用户之间存在着极大差异。同时,由于用户需求的复杂性,用户程序的结构也相应会很复杂。甚至需要多任务并行处理才能完成,同时还有可能要采取多级中断。

就用户程序而言,一般都由用户开发完成。用户可以根据嵌入式系统的设计要求和系统的资源配备情况,确定使用何种语言来编写用户程序,既可以用高级语言也可以用汇编语言。高级语言功能强,且比较近似于人们日常生活用语习惯,因此比较容易用其编写程序;而用汇编语言编写的程序则具有执行速度快、对端口操作灵活的特点。在当前,人们通常用高级语言和汇编语言混合编程的方法来编写用户程序。

在最简单的嵌入式计算机系统中,只配置用户程序。用户程序除完成用户功能之外,还包括对系统的简单外设的管理。在这种情况下,系统加电后就直接进入用户程序。

1.2 嵌入式计算机系统的设计要求和设计步骤

由于本书所涉及的是嵌入式计算机系统的设计问题,在本书开始的时候首先简单介绍嵌入式计算机系统的设计一般过程与方法,使读者建立系统设计的总体框架,为后面的系统各部分的设计奠定基础。

现在,有人把计算机分成两大类,一类是通用计算机,如PC、服务器等;另一类就是嵌入式计算机。一般来说,读者将来工作中设计通用计算机的可能性非常小,大多是厂家设计并制造出通用计算机,用户拿来就用或在上面配软件。而嵌入式计算机则不同,用户对它有特殊要求,很可能是有钱无处买,只能自行设计。

嵌入式系统的应用环境和条件一般都比较恶劣,它们都是在这种环境下工作完成用户特定功能的专用计算机系统。因此,在设计要求上有许多共性的问题,这些要求在进行系统设计时必须认真加以考虑。

1.2.1 系统设计的基本要求

1. 实现用户功能上的需求

嵌入式计算机系统设计的出发点首先是满足用户功能的需求。用户利用设计的系统去测量某些特定的参数,达到某种精度、速度、显示、报警等诸多的要求,所设计的系统首先是满足这些要求。若用户要求设计某种控制系统,则所设计的系统就必须满足用户对系统的种种功能上的要求。用户的需求是系统设计的依据,用户在功能上的需求必须予以实现。

2. 系统的操作性能要好且便于使用

对于嵌入式计算机系统来说,与通用型计算机一样,希望人-机界面友好、操作方便。从使用者的角度来说,系统的操作使用越简单越好。

作为系统设计者,在对系统进行硬件和软件设计时必须充分考虑到这种要求。例如,某生产过程的控制系統,在每次上电工作时首先要对五十多个地址逐个输入初始化参数,这种工作十分繁琐且容易出错。每次都是三个操作人员来做这项工作,十分不方便。从设计的角度而言,这种情况完全可以改变,使操作更加简便。

3. 实时性的要求

前面已经强调指出,嵌入式计算机系统的一大特点就是必须对事件做出实时响应和处理。因为,在这样的系统中,经常对事件的响应提出规定的时限、要求刻不容缓地进行处理。尤其是当嵌入式系统比较复杂,要求实时响应的事件比较多时,设计者必须认真加以对待。