

21世纪应用型本科系列教材

单片微型计算机原理与接口技术

主编 申忠如 副主编 张倩

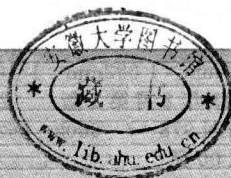


西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

21世纪应用型本科系列教材

单片微型计算机原理与接口技术

主 编 申忠如
副主编 张 倩
编 者 申 森 谭亚丽



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内容简介

本书在概括介绍微处理器、微型计算机和微型计算机系统的基础上,以 MCS-51 单片机为代表,系统讲述了其硬件结构和指令系统。为了适应当前单片机系统设计的潮流,在第 5 章专门讲述了 C51 程序设计。后三章分别介绍了单片机的系统扩展和应用系统设计等内容。

本书可作为大学本科相关专业的教学用书,也可作为在课程设计、电子设计训练、毕业设计和项目开发中的参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片微型计算机原理与接口技术/申忠如主编. —西安:西安交通大学出版社,2013.8

ISBN 978-7-5605-5625-3

I. ①单… II. ①申… III. ①单片微型计算机-理论-高等学校-教材
②单片微型计算机-接口技术-高等学校-教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 196874 号

书 名 单片微型计算机原理与接口技术
主 编 申忠如
责任编辑 任振国

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)

网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)

传 真 (029)82668280
印 刷 西安明瑞印务有限公司

开 本 787mm×1 092mm 1/16 印张 15.25 字数 365 千字
版次印次 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-5625-3/TP·591
定 价 26.00 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdlgy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

前 言

随着微电子技术的进步和工业实际应用的需要,电子数字计算机在应用中向两个方向发展:一方面,发展为通用台式计算机系统,先后经历了 286、386、486 直至奔腾机的出现;另一方面,随着微控制器(MCU)的出现,发展为单片化嵌入式微型计算机系统,而在单片化的道路上,又逐渐分解为两种模式,其一是电子系统设计模式,在电子应用领域,面向电气设计工程师,实现测试、控制自动化和电子系统的智能化;其二是计算机应用模式,在嵌入式系统的软件和硬件平台上,面向计算机工程设计工程师,从计算机专业角度介入嵌入式系统应用,带有明显的计算机工程应用特点。

以数量来看,X86 的 CPU(包括 Intel 及 AMD 公司所生产的),总量加起来也抵不过其他种类 CPU 总消耗量的 0.1%,这就说明绝大多数人会投入单片微型计算机应用设计。从上世纪 MCS-51 系统到今天广泛使用的 32 位嵌入式系统,其应用已经渗透到我们生活的各个方面。一般而言 32 位嵌入式系统具有更为强大的 CPU 和很强的数据处理能力,能处理复杂的多任务操作。MCS-51 系列单片机是较早投入嵌入式应用的 8 位机,由于其功能齐全、物美价廉,至今在嵌入式应用中仍占有一席之地,并且学好 MCS-51 单片机,可为后续 32 位嵌入式系统学习打下坚实基础,使读者可以较快地进入和掌握复杂的嵌入式系统的设计。

MCS-51 系列单片机也在不断地升级,如 SST89X564XX 单片机带有 72/40KB 的内 FLASH EEPROM,8 个中断源,4 个优先级,3 个定时/计数器和测试接口。有的还集成有 A/D 和 D/A 等,使功能更加强大。所以在一般功能要求不太复杂,特别是在智能化仪器仪表中,MCS-51 单片机应用仍很普遍。

基于上述两点,在大学本科教学中把 MCS-51 单片机原理及应用作一门大面积基础课程来讲授,可以收到使学生学习掌握微型计算机原理和初步具有设计嵌入式实用系统能力的双重功效。

本书编写的主导思想是:

(1) 吸收近年来单片机教材的优点,注重基础,着眼应用,以典型范例教学。通过课程学习,使学生进一步掌握“整机”概念,提高应用计算机特别是单片机的能力。

(2) 在内容选材上,简化了繁琐的内部结构原理的介绍,以器件外部接口性能为主。强调硬件接口应遵循电平、负载能力和速度匹配的三要素原则,注重新器件的使用,培养学生自行设计小型应用系统的能力。

(3) 在系统扩展中,以三总线 AB、CB、DB 为主线介绍了常用的接口设计,而将 IIC 总线、SPI 总线接口、微型打印机等部分内容平移到单片机专题训练中,作为扩充内容选用。

(4) 程序设计中,把汇编语言程序设计基础和 C51 语言程序设计放在同等重要的地位,对汇编语言的学习有利于对硬件的了解,而引入 C51 语言更符合当今开发产品的潮流。

(5) 开发了与本书配套的专题训练平台,收集了不少典型设计实例,其中大部分是作者多年从事教学和科研的积累。目的是扩充学生的知识面,引导读者学以致用和解决问题的能力。

全书共分八章。第1章概括介绍了微型计算机系统。第2章介绍了单片机的组成、结构分析和应用特点。第3章为单片机的指令系统及其汇编语言程序设计。第4章介绍了MCS-51的内部资源,分别是定时/计数器、串行通信、中断系统及其管理等。第5章介绍单片机C51程序设计基础。第6章介绍单片机系统的扩展,包括外部程序存储器、外部数据存储器及输入输出接口电路的扩展。第7章介绍MCS-51的人机对话接口,包括键盘与显示、输入通道中ADC转换接口、输出通道DAC转换接口及开关量变换电路等相关内容。第8章介绍单片机应用系统设计。包括基本结构、弱信号调理、采样保持、量程的自动转换及数据采集系统等。附录1为MCS-51单片机的指令系统,附录2为ASCII码字符表,附录3为Keil51编译指南,附录4为C语言中的关键字,附录5为C语言中的运算符及其优先级,附录6为常用的库函数。

本书由申忠如担任主编并编写了第1、第8章,张倩担任副主编并编写了第2、第3、第4章,申森编写第5、第6、第7章,谭亚丽编写第5章和附录。

为了节省篇幅,方便教学,作者将与该书配套的实践内容以及PPT课件一并放在西安交通大学出版社网站上,供不同类型的读者参考选用。

本书承蒙西安交通大学张彦斌教授审阅了全稿,提出了宝贵意见,在此表示衷心感谢。

作者在编写过程中,参阅了大量参考书籍和资料,学习和吸取了经验,同时得到了西安交通大学出版社的大力支持,在此一并表示衷心感谢。

限于水平和经验,本书难免存在不足和错误之处,敬请批评指正。

作 者

2013年7月

于西安交通大学城市学院

目 录

前言

第 1 章 微型计算机系统概述	(1)
1.1 微处理器、微型计算机和微型计算机系统	(1)
1.1.1 微处理器	(1)
1.1.2 微型计算机	(2)
1.1.3 微型计算机系统	(3)
1.2 微型计算机的发展与分类	(3)
1.2.1 嵌入式系统	(4)
1.2.2 嵌入式系统与普通 PC 系统	(4)
1.2.3 嵌入式系统与 MCS-51 系统	(5)
1.3 存储器	(6)
1.3.1 半导体存储器的分类	(6)
1.3.2 只读存储器(ROM)	(7)
1.3.3 静态 RAM 和动态 RAM	(7)
1.3.4 Flash 闪存	(7)
1.4 微型计算机和外设之间的数据传送	(8)
1.4.1 接口电路的作用	(8)
1.4.2 CPU 和外设之间的数据传送方式——三总线方式	(8)
1.4.3 CPU 和外设之间的数据传送方式——串行方式	(10)
1.4.4 RS-232C 标准串行通信接口	(12)
1.5 定时/计数器	(14)
1.6 MCS-51 系列单片机应用特性	(14)
1.7 MCS-51 系列单片机开发和开发工具	(15)
第 2 章 MCS-51 单片机	(17)
2.1 MCS-51 单片机的内部结构框图	(17)
2.2 CPU 结构	(18)
2.3 存储器	(19)
2.4 I/O 及相应的特殊功能寄存器	(24)
2.5 MCS-51 引脚	(26)
2.6 MCS-51 的时序	(28)
2.7 单片机的低功耗操作方式	(30)
本章小结	(31)
习题	(32)

第 3 章 单片机的指令系统	(33)
3.1 MCS-51 单片机的助记符语言	(33)
3.2 MCS-51 单片机的指令格式及寻址方式	(34)
3.2.1 指令一般格式	(34)
3.2.2 寻址方式	(34)
3.3 数据传送指令	(36)
3.3.1 通用传送指令: MOV	(36)
3.3.2 外部数据存储器(或 I/O 口)与累加器 A 传送指令——MOVX	(38)
3.3.3 程序存储器向累加器 A 传送指令——MOVC	(39)
3.3.4 数据交换指令	(40)
3.3.5 栈操作指令	(40)
3.3.6 位传送指令	(41)
3.4 控制转移类指令	(41)
3.4.1 无条件转移指令	(41)
3.4.2 条件转移指令	(43)
3.4.3 比较转移指令	(44)
3.4.4 循环转移指令	(44)
3.4.5 子程序调用和返回指令	(45)
3.5 算术运算指令	(46)
3.6 逻辑运算操作	(49)
3.7 伪指令	(51)
3.8 汇编语言程序设计	(53)
3.8.1 汇编语言源程序设计步骤	(53)
3.8.2 汇编语言程序的基本结构	(54)
3.8.3 汇编语言程序举例	(56)
本章小结	(62)
习题	(63)
第 4 章 MCS-51 的内部资源	(66)
4.1 定时/计数器	(66)
4.1.1 定时/计数器的结构和工作原理	(66)
4.1.2 定时/计数器工作模式和控制寄存器	(66)
4.1.3 定时/计数器的工作模式	(68)
4.1.4 编程举例	(70)
4.2 串行通信及其接口	(72)
4.2.1 通用异步接收/发送 UART	(72)
4.2.2 MCS-51 的串行通信接口	(73)
4.2.3 多处理机通信	(78)
4.2.4 串行口程序设计举例	(78)
4.3 中断	(81)

4.3.1	中断的概念	(81)
4.3.2	MCS-51 单片机的中断系统及其管理	(81)
4.3.3	单片机响应中断的条件及响应过程	(84)
4.3.4	外部中断	(85)
4.3.5	中断编程举例	(86)
本章小结	(89)
习题	(90)
第 5 章	单片机 C51 程序设计基础	(92)
5.1	C51 程序的结构	(92)
5.2	预处理命令	(94)
5.2.1	宏定义	(94)
5.2.2	文件包含	(96)
5.2.3	条件编译	(97)
5.3	数据类型、运算符与表达式	(98)
5.3.1	数据类型、常量与符号常量	(98)
5.3.2	变量及其存储空间	(101)
5.3.3	Keil51 能识别的存储器类型	(102)
5.3.4	8051 特殊功能寄存器及其 C51 定义	(103)
5.3.5	C51 中对中断服务函数与寄存器组的定义	(105)
5.3.6	运算符与表达式	(106)
5.4	函数	(110)
5.4.1	函数定义的一般形式	(110)
5.4.2	函数的调用与嵌套	(111)
5.4.3	数据输入输出函数	(113)
5.5	C 语句与程序设计	(115)
5.5.1	表达式语句	(115)
5.5.2	选择语句	(115)
5.5.3	switch 语句	(117)
5.5.4	循环语句	(118)
5.5.5	goto 语句、break 语句和 continue 语句	(121)
5.6	指针变量	(122)
5.6.1	指针变量定义和引用	(122)
5.6.2	指针变量作为函数参数	(123)
5.6.3	Keil51 的指针类型	(124)
5.7	数组	(125)
5.7.1	一维数组的定义和引用	(125)
5.7.2	二维数组的定义和引用	(127)
5.7.3	指向数组元素的指针	(128)
5.7.4	数组名作为函数的参数	(129)

5.7.5	字符数组与字符串	(130)
5.8	结构体和共用体	(132)
5.8.1	定义结构体类型的一般形式	(132)
5.8.2	定义结构体类型变量	(132)
5.8.3	结构体变量的初始化	(133)
5.8.4	结构体变量的引用	(134)
5.8.5	结构体数组	(134)
5.8.6	指向结构体类型的数据指针	(136)
5.8.7	用结构体变量和指向结构体的指针作为函数参数	(138)
5.8.8	用 typedef 定义类型	(139)
5.8.9	共用体	(140)
5.9	枚举	(142)
5.10	MCS-51 内部资源的 C51 编程举例	(143)
5.10.1	定时/计数器的编程举例	(143)
5.10.2	串行口程序设计举例	(146)
5.10.3	中断编程举例	(150)
	本章小结	(152)
第 6 章	单片机系统的扩展	(153)
6.1	基于三总线的系统扩展	(153)
6.1.1	外部总线的扩展	(153)
6.1.2	外部程序存储器的扩展	(154)
6.1.3	外部数据存储器的扩展	(155)
6.1.4	采用局部译码法产生 I/O 外设片选信号	(156)
6.1.5	输入输出接口电路的扩展	(157)
6.2	系统监控芯片的接口扩展	(158)
6.3	PC 机与 MCS-51 之间的串行通信	(158)
	本章小结	(162)
第 7 章	单片机基本接口与应用	(163)
7.1	LED 显示器与键盘	(163)
7.1.1	LED 显示原理	(163)
7.1.2	LED 显示器与 MCS-51 的接口实例	(164)
7.1.3	独立式键盘控制电路	(165)
7.1.4	键盘与显示编程举例	(166)
7.2	显示与键盘控制器 7289A 芯片介绍	(169)
7.2.1	7289A 芯片简介	(169)
7.2.2	7289A 与 AT89C52 接口电路	(172)
7.2.3	C 语言程序举例	(173)
7.3	液晶显示器与 89C52 的接口	(177)

7.3.1	液晶模块 LCM12864 简介	(177)
7.3.2	LCM12864 液晶模块指令集	(178)
7.3.3	液晶模块 LCM12864 与单片机接口	(179)
7.3.4	C 语言程序举例	(180)
7.4	模拟输入量的转换与接口	(187)
7.4.1	ADC0809 的引脚说明	(187)
7.4.2	ADC0809 与单片机的接口电路	(188)
7.4.3	A/D 转换(0809)编程	(189)
7.5	模拟输出量通道的接口	(190)
7.5.1	DAC0832 的转换原理与引脚	(190)
7.5.2	DAC0832 与 MCS-51 单片机接口	(191)
7.5.3	D/A 转换器(DAC0832)程序举例	(192)
7.6	开关量的输入/输出接口	(195)
7.6.1	开关量的输入接口	(195)
7.6.2	开关量输出接口	(195)
	本章小结	(196)
第 8 章	单片机应用系统设计	(197)
8.1	基于单片机测控系统的基本结构	(197)
8.2	弱信号输入及调理电路	(197)
8.3	采样保持电路	(200)
8.3.1	采样保持电路原理	(200)
8.3.2	典型的采样保持器集成芯片	(201)
8.4	微型计算机的数据采集系统	(202)
8.4.1	单通道数据采集的结构形式	(202)
8.4.2	多通道数据采集的结构形式	(203)
8.4.3	输入通道与强电之间的隔离	(204)
8.4.4	量程的自动转换	(204)
8.5	12 位 A/D 数据采集电路设计	(206)
8.5.1	芯片简介	(206)
8.5.2	12 位 A/D 数据采集与单片机的接口	(208)
	本章小结	(213)
附录 1	MCS-51 单片机的指令系统	(214)
附录 2	ASCII 码字符表	(219)
附录 3	Keil51 编译指南	(221)
附录 4	C 语言中的关键字	(229)
附录 5	C 语言中的运算符及其优先级	(230)
附录 6	常用的库函数	(232)
	参考文献	(234)

第 1 章 微型计算机系统概述

1.1 微处理器、微型计算机和微型计算机系统

微处理器、微型计算机和微型计算机系统这三者的概念是不同的。图 1-1 表明了它们之间的关系。其中,微处理器一般由运算器、控制器和一些寄存器通过内部总线相连组成。而以微处理器为核心,由系统总线将数据存储器、程序存储器和输入输出接口组合成为一个整体,称为微型计算机。只有再配以外围设备和系统软件,才构成了微型计算机系统。

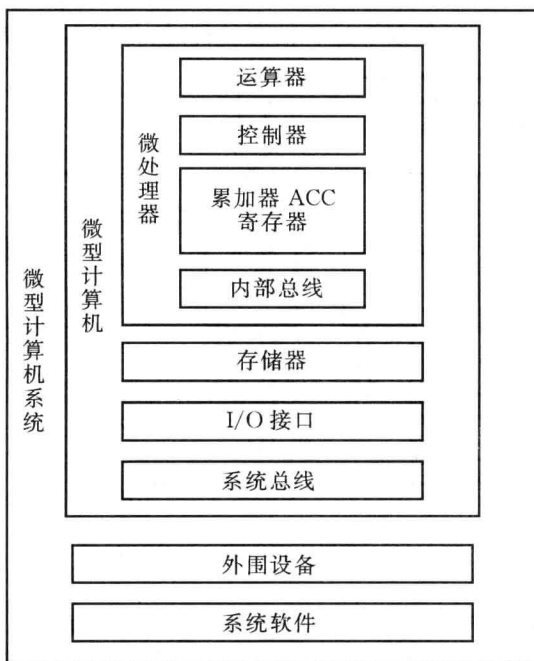


图 1-1 微处理器、微型计算机和微型计算机系统的关系

1.1.1 微处理器

微处理器 MPU(Micro Processor Unit)一般也称为中央处理器 CPU(Central Processing Unit),它本身具有运算和控制的功能,是微型计算机的核心。市面上的 CPU 种类繁多,性能指标各不相同,但有如下共同的特点。

①它们都包含算术逻辑单元(ALU)、累加器、通用寄存器、程序计数器、指令寄存器和指令译码器、时序发生控制部件;

- ②可进行算术逻辑运算；
- ③提供系统时钟；
- ④可保存少量数据或程序；
- ⑤含有内部总线；
- ⑥能和存储器、外围设备进行数据交换；
- ⑦用来读取给计算机处理的数据或程序。

1.1.2 微型计算机

一个完整计算机包括运算器、控制器、数据(程序)存储器和输入/输出接口四大部分,这就是我们所说的通用计算机。而微型计算机则是把运算器和控制器集成(嵌入)在一个芯片上,我们称之为 CPU(或 MPU);将 CPU 集成在一个芯片上是“微”与“大中型”计算机的结构区别。

微型计算机的并行总线相当于传输信息的高速公路,根据所传输信息种类的不同,我们把并行总线分为数据总线、地址总线和控制总线。CPU 作为总线的主控者,负责输出地址和控制信息,存储器和接口都在 CPU 控制下进行信息的传递,如图 1-2 所示。

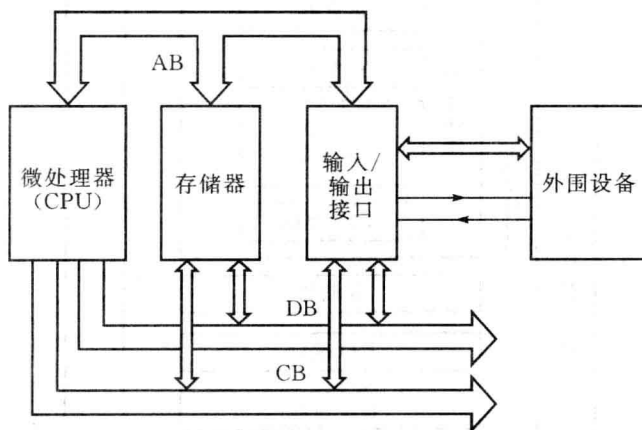


图 1-2 微型计算机硬件系统结构图

数据总线(Data Bus,DB)在控制总线的配合下传递 CPU 的输入/输出数据。数据总线由多条线构成的并行线路组成,其位数一般与累加器的位数相同,通常称为“计算机的位数”。数据总线是双向的,它的传输方向与传输的有效时刻都由控制总线的信号指出。

地址总线(Address Bus,AB)的作用是用来选择芯片或选择芯片中的单元,以便 CPU 通过控制总线让数据总线与该单元之间单独传输信息。例如数据总线为 8 位,即 8 位机,地址总线的位数 16 位,对应的寻址范围为 64Kbyte。其它还有 16 位机,地址总线的位数 20 位或 32 位不等。数据处理能力每次为单字节,如遇到多字节应当分为多次组合处理。

控制总线(Control Bus,CB)主要是与数据总线和地址总线配合起作用,负责传递数据总线或地址总线的有效时刻和数据总线的传输方向等信息。控制总线由单独起作用的多条线路组成,一般为单向。

随着大规模集成电路制造工艺的完善,在一个晶体芯片上嵌入了计算机的四大基本单元

使之成为一个完整的计算机,称之为单片微型计算机,有时称为嵌入式计算机,简称单片机,其结构如图1-3所示。

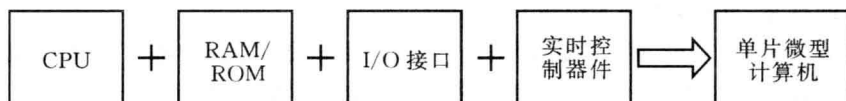


图 1-3 单片机硬件系统结构框图

一个单片机的 CPU 就是一个微处理器,给传统单片机定位的特称为微控制器(MCU)。单片机的出现是计算机技术发展史上的一个重要里程碑,它使计算机从海量数值计算进入到智能化控制领域。从而使得计算机技术逐步形成两大分支:即通用计算机和嵌入式计算机。

通用计算机是指非特殊行业和工作环境都能使用的计算机,平时我们购买的品牌 PC(Personal Computer)机都属于通用计算机系列。嵌入式计算机系统是面对测控对象,嵌入到应用系统中的计算机系统的统称,简称嵌入式系统(Embedded System)。

通用计算机系统主要满足海量、高速数值处理,兼顾控制功能;嵌入式计算机系统主要满足测控对象的控制功能,兼顾数值处理。

通用微机的存储器组织结构主要针对增大存储容量和 CPU 对数据的存取速度。在嵌入式计算机系统中,存储器的组织结构比较简单,存储器芯片直接挂载在单片机的总线上,CPU 对存储器的读写按直接物理地址来寻址存储器单元,存储器的寻址空间一般都为 64 KB。

在通用微机中,I/O 接口主要考虑标准外设(如 CRT、标准键盘、鼠标、打印机、硬盘、光盘等)。用户通过标准总线连接外设,能达到即插即用。

嵌入式计算机系统的外设都是面向用户的,且千差万别,种类很多。单片机的 I/O 接口实际上是向用户提供的与外设连接的物理界面。

1.1.3 微型计算机系统

微型计算机与外围设备、电源、系统软件一起构成的系统,称为微型计算机系统。外围设备简称外设。通用外设包括键盘、鼠标、显示器和打印机等。系统软件为计算机使用提供最基本的功能,可分为操作系统和支撑软件,其中操作系统是最基本的软件。系统软件负责管理计算机系统中各种独立的硬件,使得它们可以协调工作。系统软件使得计算机使用者和其它软件将计算机当作一个整体而不需要顾及到底层每个硬件是如何工作的。

1.2 微型计算机的发展与分类

自 1946 年第一台电子计算机问世以来,计算机技术得到了突飞猛进的发展。在六十多年时间,先后经历了六代的新旧更替:电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机和大规模、超大规模计算机、“非冯·诺依曼”计算机等。

近三十多年来,微型计算机发展迅猛,几乎每 4 年更新换代一次,现已进入高档微处理器时代,其发展历程如下。

第一阶段(1974—1977 年) 初始阶段。以 4 位单片机为主,功能比较简单。如 1975 年美国 TI 公司推出第一台 4 位单片机 TMS-1000。

第二阶段(1976—1978年) 探索阶段。单芯片形式,低档8位单片机。如1976年美国Intel公司生产的MCS-48系列单片机,这是第一台完全的8位单片机。MCS-48的推出是在工控领域的探索,此后,各种8位单片机纷纷应运而生。

第三阶段(1978—1982年) 完善阶段。提高电路的集成度,增加8位单片机的功能。如Intel公司在MCS-48基础上推出了完善的高档8位单片机系列MCS-51。

第四阶段(1982—1990年) 巩固和发展阶段。巩固发展8位单片机,推出16位单片机,向微控制器发展,强化了智能控制器的特征。如将ADC、DAC集成到单片机。

第五阶段(1990年至今) 全面发展阶段。适合不同领域要求的单片机,如各种高速、大存储容量、强运算能力的8位、16位、32位和64位通用型单片机,还有用于单一领域的廉价的专用型单片机。

需要提及的是,微处理器的发展虽然按先后顺序经历了4位、8位、16位、32位、64位的阶段,但从实际使用情况看,并没有出现推陈出新、以新代旧的局面。4位、8位、16位单片机仍各有应用领域,如4位单片机在一些简单家用电器、高档玩具中仍有应用,8位单片机在中小规模应用场合仍占主流地位。16位及16位以上的单片机通常用于比较复杂的控制系统中。

1.2.1 嵌入式系统

嵌入式系统是将先进的计算机技术、半导体技术和电子技术与各个行业的具体应用相结合的产物。这就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。

嵌入式系统的应用越来越广泛,它已经渗透到我们生活的各个方面。在电视机、DVD播放机、电梯以及洗衣机等电器中都有一个MCU接受遥控指令并执行相应功能;目前ARM处理器在手机中的应用已成为该公司的最大市场之一。

通用计算机中的硬盘、光驱、光电式鼠标和ADSL网卡等都是用嵌入式微处理器控制的;嵌入式系统在工业控制和便携式仪器中的应用,更是不胜枚举。

嵌入式系统的应用如此广泛,以至于很难确切地给它下定义,但我们可以把它理解为:以应用系统为中心,以计算机技术为基础,软硬件可裁剪,并对功能、可靠性、成本、体积、功耗有严格要求的专用计算机系统。嵌入式系统一般由嵌入式微处理器、外围硬件设备、嵌入式操作系统以及用户的应用程序等四个部分组成,用于实现对其他设备的控制、监视或管理等功能。

1.2.2 嵌入式系统与普通PC系统

提到CPU我们直觉的会联想到PC,但事实上CPU的应用领域、范围以及采用的数量都远远超过PC的范畴。以数量来看,X86的CPU,包括Intel及AMD公司所生产的,总量加起来也抵不过其它种类CPU总消耗量的0.1%,其中应用数量最大的是嵌入式系统。数量之大说明了嵌入式系统应用的范围之广,这也意味着没有什么所谓典型的嵌入式系统应用。嵌入式CPU还包括微控制器(Micro Controller)及数字信号处理器DSP(Digital Signal Processor)等等。

通常我们提到的DSP有两个含义:其一,DSP作为Digital Signal Processing的缩写,是指数字信号处理技术,围绕算法。20世纪60年代以来,随着计算机和信息技术的飞速发展,数字信号处理技术应运而生并得到迅速的发展。数字信号处理是一种通过使用数学技巧执行转

换或提取信息,来处理现实信号的方法,这些信号由数字序列表示。

其二,DSP作为Digital Signal Processor的缩写,是指数字信号处理器,围绕控制;是一种独特的微处理器;是以数字信号来处理大量信息的器件。其工作原理是接收模拟信号,转换为0或1的数字信号,再对数字信号进行修改、删除、强化,并在其他系统芯片中把数字数据解译回模拟数据或实际环境格式。它不仅可编程,而且其实时运行速度可达每秒千万条复杂指令程序,远远超过通用微处理器,是数字化电子世界中日益重要的电脑芯片。它的强大数据处理能力和高运行速度,是最值得称道的两大特色。

嵌入式系统与普通PC的主要区别在于以下几方面。

1. 具有特定功能

与PC系统不同,嵌入式系统设计一般都是针对某些特定的应用场合,为了提高执行速度和系统可靠性,嵌入式系统中的软件一般都固化在存储器芯片或单片机内部,因此它的硬件和软件系统的可扩展性都相当有限。

2. 体积小

体积小是嵌入式系统的特点之一,以致你感觉不到它在系统中的存在。这一点是与微电子技术以及相关的片上系统SOC(System On Chip)技术的快速发展分不开的。传统的设计要单独购买外设芯片和CPU进行接口,而SOC技术可以把外设包括模拟电路和CPU集成在一个芯片上。

3. 可靠性要求高

你能够容忍PC机一天死一次机,可是在工业生产线上的实时控制设备必须保证长期可靠运行,即使是一次出错也有可能造成严重的后果。因此,嵌入式系统一般都要进行专门的可靠性设计,以保证其在长期工作中稳定运行并能承受各种意外,如电源干扰、机械振动和突发的数据流量等冲击的能力。

随着CPU处理能力的日渐强大和半导体器件体积的缩小,嵌入式系统与PC系统的界限将越来越模糊。这是因为,在嵌入式系统的单片化的道路上,又逐渐分解为两种模式,其一是电子系统设计模式,即面向电气设计工程师,实现测试、控制自动化和电子系统的智能化;其二是计算机应用模式,在嵌入式系统的软件和硬件平台上,面向计算机工程设计的工程师,从计算机专业角度介入嵌入式系统应用,带有明显的计算机工程应用特点。例如,通用微机中的(CRT、标准键盘、鼠标、打印机、硬盘、光盘等)标准外设的开发。

1.2.3 嵌入式系统与MCS-51系统

嵌入式系统可以简单到一个以继电器方式工作下的温控系统,也可以复杂到类似于标准PC机一样:包括了存储系统、显示系统、人工交互设备和操作系统平台。一个简单的8031系统与复杂32位的嵌入式系统在本质上没有差别。但要注意以下几点。

1. CPU的处理能力

32位的嵌入式系统一般都有较强的CPU。强的处理能力意味着可以运行功能强大的操作系统和处理更为复杂的协议。用以太网协议为例,在8031平台上,由于存储器容量和处理能力有限,能够实现并发的TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol,传输控制协议)的连接相当困难,持续数据传输速率也仅能维持在几十Kbytes/s的水平。而使用

MCF5307CPU 可以轻松地实现数十个并发连接,总的吞吐率可以达到 1 Mbytes/s,同时还可以实现 HTTP(Hypertext Transport Protocol,超文本传送协议)、FTP(File Transfer Protocol,文件传送协议)和 SNMP(Simple Network Management Protocol,简单网络管理协议)等多种协议。如果采用 Linux 的操作平台,几乎所有的协议都可以在网上获得。

2. 复杂的嵌入式系统需要操作系统的支持

在单片机系统中,大多数程序采用前后台式的结构,即主程序是一个大循环,中断产生并在中断处理完毕后返回主程序。但绝大多数 32 位嵌入式系统使用多任务的操作系统,例如 VxWorks、Nucleus、WinCE 和 Linux 等。

使用操作系统的好处是可以使用多种现成的协议栈(包括商用和免费的),例如 TCP/IP 和文件系统等。基于操作系统的应用程序设计也可以借鉴或采用前人已有的成果。

通常在硬件设计无误的情况下,一个典型的嵌入式系统的开发在软件编写、调试和修改上所花的时间占整个项目时间的 70%以上,可见软件已成为制约项目成败的关键因素。

3. 嵌入式系统必须以工程项目操作的方式开发

一个较为复杂的 32 位嵌入式系统,会涉及到硬件和软件多方面的知识。特别是在软件规模比较大的情况下,项目开发应将需求分析、方案设计、具体实现、测试与验证等步骤体现于设计文档之中。

4. MCS-51 系列单片机

MCS-51 系列单片机是较早投入嵌入式应用的 8 位机。由于其功能齐全,物美价廉而至今仍嵌入式应用中仍占有一席之地。同时,MCS-51 系列单片机也在不断地升级,如 SST89X564XX 单片机带有 72/40KB 的内 FLASH EEPROM,8 个中断源,4 个优先级,3 个定时/计数器,和测试接口。有的还集成有 A/D 和 D/A 等,使功能更加强大,所以在一般功能要求不复杂,特别是在智能化仪器仪表中,MCS-51 单片机应用仍很普遍。

另外,学好 MCS-51 单片机,可以使学生学习掌握微型计算机原理和初步具有设计嵌入式实用系统能力的双重功效。所以,本书主要通过 MCS-51 单片机的设计原理为引子,为后续学习更高级的计算机,例如 32 位嵌入式计算机的应用设计奠定扎实的基础。

1.3 存储器

存储器(Memory)是计算机系统中的记忆设备,用来存放程序和数据。计算机中全部信息,包括输入的原始数据、计算机程序、中间运行结果和最终运行结果都保存在存储器中。它根据控制器指定的位置存入和取出信息,有了存储器,计算机才有记忆功能。按照制造存储器材料的不同,通常有磁性介质、光盘和半导体等。目前,半导体材质的存储器占据了主流市场。

1.3.1 半导体存储器的分类

按存储器的读写功能分只读存储器(ROM)和随机读写存储器(RAM)。只读存储器存储的内容是固定不变的,在计算机运行时,只能读出而不能写入;而随机读写存储器是既能读出又能写入的半导体存储器。

根据存储器在计算机系统中所起的作用,按存储器用途可分为主存储器、辅助存储器、高

速缓冲存储器、控制存储器等。为了解决对存储器要求容量大、速度快和成本低三者之间的矛盾,目前通常采用多级存储器体系结构,即使用高速缓冲存储器、主存储器和外存储器。

高速缓冲存储器 Cache 高速存取指令和数据,存取速度快,但存储容量小。主存储器,即内存,存放计算机运行期间的大量程序和数据,存取速度较快,存储容量不大。外存储器,即外存,存放系统程序和大型数据文件及数据库,存储容量大,成本低。

1.3.2 只读存储器(ROM)

ROM 所存数据,一般是装入整机前事先写好的,整机工作过程中只能读出,而不像随机存储器那样能快速、方便地加以改写。ROM 所存数据稳定,断电后所存数据也不会改变;其结构较简单,读出较方便,因而常用于存储各种固定程序、表格和常数等。此内存的制造成本较低,常用于电脑中的开机启动。在主板上的 ROM 里面固化了一个基本输入/输出系统,称为 BIOS。其主要作用是完成对系统的加电自检、系统中各功能模块的初始化、系统的基本输入/输出的驱动程序及引导操作系统。

EPROM 和 EEPROM 性能同 ROM,但可改写。

EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory,可抹除可编程只读内存)可利用高电压将资料编程写入,抹除时将线路曝光于紫外线下,资料可被清空,并且可重复使用。通常在封装外壳上会预留一个石英透明窗以方便曝光。

EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory,电子式可抹除可编程只读内存)之运作原理类似 EPROM,但是抹除的方式是使用电场来完成,因此不需要透明窗。

1.3.3 静态 RAM 和动态 RAM

一般计算机系统使用的随机存取内存(RAM)可分静态随机存取内存(SRAM)与动态(DRAM)两种。

其中,DRAM 需要由存储器控制电路按一定周期对存储器刷新,才能维系数据保存。这是因为 DRAM 存储电路以电容为基础,靠芯片内部电容电荷的有无来表示信息,为防止由于电容漏电所引起的信息丢失,就需要在一定的时间间隔内对电容进行充电,这种充电的过程称为 DRAM 的刷新。

而 SRAM 的数据则不需要刷新过程,在上电期间,数据不会丢失。其原因是 SRAM 存储电路以双稳态触发器为基础,其一位存储单元类似于 D 锁存器。数据一经写入只要不关掉电源,则将已知数据保持有效。

1.3.4 Flash 闪存*

Flash,即闪存,英文名称是“Flash Memory”,一般简称为“Flash”,它属于内存器件的一种,是一种不挥发性(Non-Volatile)内存。闪存在没有电流供应的条件下也能够长久地保持数据,其存储特性相当于硬盘,这项特性正是闪存得以成为各类便携式数字设备的存储介质的基础。

Flash Memory 的工作原理是存储单元为三端器件,与场效应管有相同的名称:源极、漏极和栅极。栅极与硅衬底之间有二氧化硅绝缘层,用来保护浮置栅极中的电荷不会泄漏。采用