



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



21世纪大学本科
计算机专业系列教材

赵雁南 温冬婵 杨泽红 编著

微型计算机系统与接口 (第2版)

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

- 根据教育部“高等学校计算机科学与技术专业规范”组织编写
- 与美国 ACM 和 IEEE CS *Computing Curricula* 最新进展同步



清华大学出版社

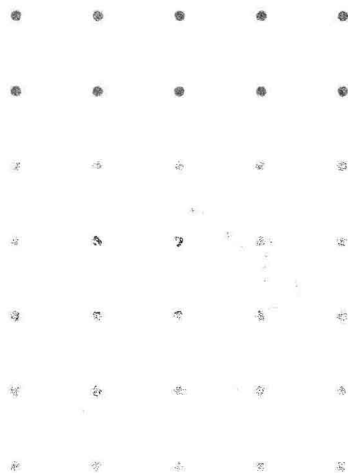


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

21世纪大学本科计算机专业系列教材

微型计算机系统与接口 (第2版)

赵雁南 温冬婵 杨泽红 编著



清华大学出版社
北京

参 考 文 献

1. Barry B Brey. The Intel Microprocessors 8086/8088, 80186/80188, 80286, 80386, 80486, Pentium and Pentium Pro Processor Architecture, Programming, and Interfacing (Fifth Edition, 影印版). 北京: 高等教育出版社, 2001.
2. Literature Department, Intel Corporation. The 8086 Family User's Manual. Intel Corporation, 1979.
3. Don Anderson, Tom Shanley. Pentium Processor System Architecture (Second Edition). MingShare Inc, 1995.
4. Abel P. IBM PC Assembly Language and Programming (Fourth Edition). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1998.
5. Tom Shanley, Don Anderson. PCI System Architecture (Fourth Edition) MingShare Inc, 1999.
6. Intel® Pentium® 4 and Intel® Xeon™ Processor Optimization Reference Manual. 248966-04. <http://developer.intel.com>.
7. P6 Family of Processors Hardware Developer's Manual, 244001-001. Intel Corporation, 1998. <http://developer.intel.com>.
8. Intel® 852GME Chipset GMCH and Intel® 852PM Chipset MCH, Document Number: 253027-004. Intel Corporation, 2005. <http://developer.intel.com>.
9. Intel® 82801DB I/O Controller Hub 4 (ICH4), Document Number: 290744-001. Intel Corporation, 2002. <http://developer.intel.com>.
10. Universal Serial Bus Specification Revision 2.0, Compaq, Hewlett-Packard, Intel, Lucent, Microsoft, NEC, Philips, 2002. <http://www.usb.org>.
11. Intel XScale Microarchitecture for the PXA250 and PXA210 Applications Processors User's Manual. 278522-001. Intel Corporation, 2002. <http://developer.intel.com>.
12. Pentium® II Processor Developer's Manual, 243502-001. 1997. <http://developer.intel.com>.
13. 易先清, 莫松海, 俞晓峰. 微型计算机原理与应用. 北京: 电子工业出版社, 2001.
14. 沈美明, 温冬婵. IBM PC 汇编语言程序设计. 第2版. 北京: 清华大学出版社, 2001.
15. 戴梅萼, 史嘉权. 微型计算机技术及应用——从16位到32位. 北京: 清华大学出版社, 1996.
16. 刘清森, 马鸣锦, 等. Pentium II/III 体系结构及扩展技术. 北京: 国防工业出版社, 2000.
17. 魏忠, 等. 嵌入式开发详解. 北京: 电子工业出版社, 2003.
18. William Stallings 著. 计算机组织与结构: 性能设计. 张昆藏, 施一萍, 经致远译. 北京: 清华大学出版社, 1999.

21 世纪是知识经济的时代,是人才竞争的时代。随着 21 世纪的到来,人类已步入信息社会,信息产业正成为全球经济的主导产业。计算机科学与技术信息产业中占据了最重要的地位,这就对培养 21 世纪高素质创新型计算机专业人才提出了迫切的要求。

为了培养高素质创新型人才,必须建立高水平的教学计划和课程体系。在 20 多年跟踪分析 ACM 和 IEEE 计算机课程体系的基础上,紧跟计算机科学与技术的发展潮流,及时制定并修正教学计划和课程体系是尤其重要的。计算机科学与技术的发展对高水平人才的要求,需要我们从总体上优化课程结构,精炼教学内容,拓宽专业基础,加强教学实践,特别注重综合素质的培养,形成“基础课程精深,专业课程宽新”的格局。

为了适应计算机科学与技术学科发展和计算机教学计划的需要,要采取多种措施鼓励长期从事计算机教学和科技前沿研究的专家教授积极参与计算机专业教材的编著和更新,在教材中及时反映学科前沿的研究成果与发展趋势,以高水平的科研促进教材建设。同时适当引进国外先进的原版教材。

为了提高教学质量,需要不断改革教学方法与手段,倡导因材施教,强调知识的总结、梳理、推演和挖掘,通过加快教案的不断更新,使学生掌握教材中未及时反映的学科发展新动向,进一步拓宽视野。教学与科研相结合是培养学生实践能力的有效途径。高水平的科研可以为教学提供最先进的高新技术平台和创造性的工作环境,使学生得以接触最先进的计算机理论、技术和环境。高水平的科研还可以为高水平人才的素质教育提供良好的物质基础。学生在课题研究中不但能了解科学研究的艰辛和科研工作者的奉献精神,而且能熏陶和培养良好的科研作风,锻炼和培养攻关能力和协作精神。

进入 21 世纪,我国高等教育进入了前所未有的大发展时期,时代的进步与发展对高等教育质量提出了更高、更新的要求。2001 年 8 月,教育部颁发了《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》。文件指出,本科教育是高等教育的主体和基础,抓好本科教学是提高整个高等教育质量的重点和关键。随着高等教育的普及和高等学校的扩招,在校大学本科计算机专业学生的人数将大量上升,对适合 21 世纪大学本科计算机科学与技术学科课程体系要求的,并且适合中国学生学习的计算机专业教材的需求量也将急剧增加。为此,中国计算机学会和清华大学出版社共同规划了面向全国高等院校计算机专业本科生的“21 世纪大学本科计算机专业系列教材”。本系列教材借鉴美国 ACM 和 IEEE 最新制定的 Computing Curricula 2005(简称 CC2005)课程体系,反映当代计算机科学与技术学科水平和计算机科学技术的新发展、新技术,并且结合中国计算机教育改革成果和中国国情。

中国计算机学会教育专业委员会和全国高等学校计算机教育研究会,在清华大学出版社的大力支持下,跟踪分析 CC2001,并结合中国计算机科学与技术学科的发展现状和计算机教育的改革成果,研究出了《中国计算机科学与技术学科教程 2002》(China Computing Curricula 2002,简称 CCC2002),该项研究成果对中国高等学校计算机科学与技术学科教育的改革和发展具有重要的参考价值和积极的推动作用。

“21 世纪大学本科计算机专业系列教材”正是借鉴美国 ACM 和 IEEE CC2005 课程体系,依据 CCC2002 基本要求组织编写的计算机专业教材。相信通过这套教材的编写和出版,能够在内容和形式上显著地提高我国计算机专业教材的整体水平,继而提高我国大学本科计算机专业的教学质量,培养出符合时代发展要求的具有较强国际竞争力的高素质创新型计算机人才。



中国工程院院士

国防科学技术大学教授

21 世纪大学本科计算机专业系列教材编委会名誉主任

2002 年 7 月

微型计算机技术发展十分迅速。代表微型计算机技术发展的微处理器平均两年更新一代。新知识、新技术要求计算机从业人员必须不断学习。因此,不仅要使学生学到相关知识,更要注重培养学生学习新知识的能力,本书体现了作者在教学改革实践中的一些考虑。本书以 Intel 微处理器为背景,又不拘泥某一代处理器,在加深基本概念的基础上介绍最新技术。教材以基本概念为“基础”、以技术发展为“主线”、以关键技术为“重点”,特别加强对关键部件的逻辑与时序的分析,加强以基本概念为指导的系统扩充和设计案例分析,紧密结合实验教学,逐步培养学生具备计算机研发人员必需的资料阅读能力、时序分析和接口设计能力、系统设计编程以及硬软件调试能力。

教材按照以下思路进行组织:以 Intel 8086 为背景,介绍 CPU、指令系统、存储器、I/O 接口、系统总线,讲述它们的结构、原理,突出时序分析与系统扩展,使学生掌握微型计算机的基本概念,这些内容是教材的基础;结合微处理器的发展历程,使学生了解微型计算机在性能和速度方面不断克服瓶颈效应,采用的新技术和新方法,如 80386 的虚拟存储、Pentium 的超标量流水线、指令分支预测、Pentium Pro 的无序执行、MMX 技术、PCI 的入射波反射技术和 PCI 配置等,将微型计算机的技术发展作为贯穿教材的主线;以微型计算机的关键技术如 Cache、存储管理、中断、DMA、系统总线、异步接口等,作为教材的重点,结合实例分析和实验,使学生熟练掌握微型计算机关键技术的要点和应用方法。此外,对嵌入式系统和先进微处理器也给予介绍,扩充学生的知识面。本书第 2 版又增加了先进的可编程中断控制器 APIC、通用串行总线 USB 等内容,并补充了两个嵌入式应用系统的设计实例。

本书共分 9 章,主要内容有:

第 1 章作为学习本书的引言,说明了本书将要讨论的主要内容和微型计算机的发展历程。介绍了微型计算机系统的组成以及评价微型计算机性能的技术指标。

第 2 章全面介绍了微处理器,首先以 8086 为例进行讲解,着重介绍微处理器的基本知识。包括微处理器的基本结构、微处理器各部件的功能和它们之间的关系、微处理器引脚信号定义、系统的配置方法,并通过对典型总线操作的时序分析,说明微处理器操作过程中各信号的作用。然后介绍了 IA 处理器的进化过程,尤其是对 Pentium 微处理器结构、超标量流水线和指令分支预测技术以及 Pentium 工作方式的分析,阐述了微处理器采用的先进技术及其作用。

第 3 章系统地介绍了 80x86 系列微处理器的寻址方式和指令系统,并对汇编语言编程工具、伪操作以及汇编语言程序格式等作了详细介绍。并通过大量程序实例说明了程序设

计的基本方法,包括循环、分支、子程序等基本程序结构,宏汇编技术,中断程序设计,BIOS和DOS系统功能调用,以及模块化程序设计方法。

第4章讨论微处理器与I/O设备的数据传输方式以及微处理器与I/O设备之间数据传输的3种控制方式:程序查询、中断和直接存储器存取(DMA)。重点讲解了中断和DMA的基本概念,并通过剖析中断控制器与DMA控制器的结构、原理和应用的具体实例,介绍了它们与CPU和外部设备连接的设计方法和使用方法。还对先进的可编程中断控制器作了介绍。

第5章讨论微型计算机与外部设备的接口技术。从分析I/O接口的一般结构和组成出发,总结了I/O接口,特别是异步接口的主要功能和共同特性。在此基础上,分别介绍了并行接口,串行接口,模数、数模接口的原理、结构以及相关芯片。结合它们各自的特点,分析了它们与微处理器和外部设备的连接方法和编程方法,从中归纳系统扩充I/O通道的基本方法和一般规律。

第6章讨论微型计算机的存储器系统和存储管理。简单介绍了存储器的分类、应用范围,存储器件和微处理器的连接方法。之后,以Pentium的Cache结构、存储器组织和访问机理为例,介绍了Cache概念,Pentium存储器系统维护数据一致性方法。并通过分析Pentium处理器不同的存储器访问操作,详细说明了处理器和Cache控制器的操作关系及有关时序。还对分段和分页的存储管理机制做了介绍。

系统总线是微型计算机系统中的重要组成部分,第7章介绍了系统总线的一般概念,以ISA总线为例,介绍了信号组定义和时序,以及如何根据总线的规范设计扩展接口。并对当今流行的PCI总线作了较详细的分析,总结了PCI总线的技术特点,特别是对PCI总线操作的信号和时序,以及PCI/ISA桥的负向译码、PCI配置等概念做了详细介绍,并对应用广泛的通用串行总线做了原理性的介绍。

第8章扼要地介绍了嵌入式系统,当前,嵌入式处理器已经成为各类微处理器中市场占有率最高、应用最广泛的一类产品。通过对最具代表性的ARM架构Intel XScale PXA250应用处理器的分析,向读者介绍了嵌入式系统的基本组成结构、指令系统及特点,以及简单的外围部件扩展方法。通过两个科研实例,介绍了嵌入式应用系统的设计过程。

其他先进微处理器的特点在第9章中作了简要介绍,其中包括Pentium Pro指令的无序执行,Pentium II的MMX技术、Intel NetBurst微结构,向读者展现了先进IA-32微处理器采用的新技术,以及微处理器日新月异的发展与变化。

为了适应各类读者,便于自学,各章开始均有导学说明,配有学习目标、学习重点,结束时本章小结和习题,指明了重点和难点。

本书第1、2、4~7、9章由赵雁南编写,第3章由温冬婵编写,第8章由杨泽红编写,全书由赵雁南统稿。本书承蒙袁开榜教授对各个章节进行了仔细的审阅,在此表示衷心感谢。编写中出现的不足和错误,欢迎读者批评指正。

作 者

清华大学计算机科学与技术系

2010年1月

第 1 章 概述	1
1.1 微型计算机的概念	1
1.2 微型计算机系统的构成和性能评价	2
1.2.1 微型计算机系统的基本组成	2
1.2.2 微型计算机的性能描述	7
1.3 微型计算机的发展概况	8
1.3.1 Intel 系列微处理器	8
1.3.2 与 Intel 兼容的微处理器	11
本章小结	12
习题 1	12
第 2 章 微处理器	13
2.1 8086 微处理器	14
2.1.1 8086 微处理器的结构	14
2.1.2 8086 的引脚信号定义	19
2.1.3 地址信号锁存和总线驱动	25
2.1.4 8086 的总线操作	32
2.1.5 8086 的存储器和 I/O 组织	39
2.1.6 8086 的中断系统	41
2.2 Pentium 微处理器	48
2.2.1 从 8086 到 Pentium	48
2.2.2 Pentium 的结构特点	52
2.2.3 超标量流水线	59
2.2.4 分支指令的转移预测	63
2.2.5 Pentium 的工作模式	65
本章小结	69
习题 2	70

第3章 寻址方式和指令系统	72
3.1 寻址方式	72
3.1.1 8086 的寻址方式	73
3.1.2 机器语言指令的转换	81
3.1.3 IA 结构处理器寻址方式的扩充	84
3.2 80x86 指令系统	86
3.2.1 8086 指令系统	87
3.2.2 80x86 的扩展指令	116
3.3 微处理器编程	121
3.3.1 模块化的编程方法	121
3.3.2 使用键盘和显示器	140
本章小结	154
习题 3	156
第4章 微处理器与 I/O 设备的数据传输方式以及数据传输的控制方式	158
4.1 微处理器与 I/O 的数据传输方式与控制方式	158
4.1.1 微处理器和外部设备之间数据的传输方式	158
4.1.2 数据传输的控制方式	159
4.2 中断系统与可编程中断控制器	160
4.2.1 微型计算机的中断系统	160
4.2.2 可编程中断控制器 PIC8259A	167
4.2.3 先进的可编程中断控制器 APIC	180
4.2.4 中断程序设计	188
4.2.5 中断问题归纳	199
4.3 直接存储器存取(DMA)和 DMA 控制器	200
4.3.1 DMA 基本概念	200
4.3.2 DMA 控制器 8237A	203
4.3.3 DMA 问题归纳	221
本章小结	223
习题 4	223
第5章 微型计算机与外部设备的接口技术及相关芯片	225
5.1 I/O 接口电路的一般组成	225
5.1.1 异步接口的状态寄存器	226
5.1.2 从输入接口的工作原理看结构	226
5.1.3 异步输出接口的原理性结构	227
5.2 并行接口与并行接口芯片	228
5.2.1 并行接口电路	229

5.2.2 可编程并行接口电路 82C55A	231
5.3 串行通信与串行通信接口	241
5.3.1 串行通信基础	242
5.3.2 可编程串行通信接口 8251A	248
5.3.3 其他串行接口芯片	256
5.4 模数、数模转换接口与数据采集	257
5.4.1 一些术语	257
5.4.2 D/A 转换接口	258
5.4.3 A/D 转换接口	262
5.4.4 数据采集	268
5.4.5 A/D、D/A 接口设计要点	272
本章小结	273
习题 5	274
第 6 章 存储器系统和存储管理	276
6.1 微型计算机的存储器系统	276
6.1.1 半导体存储器	276
6.1.2 微型计算机的存储器组织	285
6.1.3 Cache 基本概念回顾	286
6.2 Pentium 的 Cache 组织	289
6.2.1 概述	289
6.2.2 Pentium 存储器系统的数据一致性	293
6.2.3 Pentium 内部数据 Cache 的访问	299
6.2.4 Pentium 的猝发访问	301
6.3 存储管理	306
6.3.1 存储器管理概述	306
6.3.2 分段机制	307
6.3.3 分页技术	315
本章小结	319
习题 6	320
第 7 章 系统总线	321
7.1 总线的一般概念	321
7.1.1 总线的定义和总线的层次结构	321
7.1.2 总线特征要素	323
7.1.3 总线的电气性能	325
7.2 ISA 总线	328
7.2.1 ISA 总线概述	328
7.2.2 ISA 总线时序	330

7.2.3	ISA 总线扩展技术	332
7.3	PCI 总线	334
7.3.1	PCI 总线简介	334
7.3.2	PCI 总线信号	336
7.3.3	PCI/ISA 桥的负向译码	343
7.3.4	PCI 总线交易	343
7.3.5	PCI 总线仲裁	350
7.3.6	PCI 配置	352
7.4	通用串行总线 USB 简介	361
7.4.1	USB 概述	362
7.4.2	USB 的基本工作原理	364
7.4.3	USB 设备枚举过程分析	367
	本章小结	367
	习题 7	368
第 8 章	嵌入式系统	369
8.1	嵌入式系统概述	369
8.1.1	概念	370
8.1.2	组成	370
8.1.3	特点	373
8.2	Intel XScale PXA250/PXA210 简介	374
8.2.1	Intel XScale PXA250 产品特性	374
8.2.2	Intel XScale 核及其特性	374
8.2.3	Intel XScale PXA250 的集成功能部件	377
8.2.4	Intel XScale PXA250 的引脚信号功能	380
8.2.5	存储器映射	383
8.3	Intel XScale PXA250 的指令系统	384
8.3.1	ARM 指令系统特点	385
8.3.2	ARM 指令的寻址方式	387
8.3.3	ARM 指令的条件执行	389
8.4	Intel XScale PXA250 的功能扩展	389
8.4.1	存储器扩展	389
8.4.2	LCD 显示扩展	394
8.4.3	AC97 扩展	397
8.5	嵌入式应用实例	398
8.5.1	微小型自主直升机系统	399
8.5.2	类中型足球机器人教学系统	404
	本章小结	414
	习题 8	414

第 1 章

概 述

学习目标

本章作为学习本书的引言,介绍了本书讨论的主要内容和微型计算机的发展历程。学习本章要了解微型计算机系统的组成,微型计算机的主要部件以及评价微型计算机性能的一些指标。并通过微处理器的发展了解微型计算机的发展历程。

学习重点

- 微型计算机系统的组成及性能评价指标。
- 微型计算机的发展过程以及各代微处理器的特点。

本章是本课程的预备知识,首先明确本书讨论的内容,然后以 Intel 微处理器为例简述了微处理器的发展历程。

1.1 微型计算机的概念

人们通常按照计算机的功能、体积和价格将其划分为小型机、中型机和大型机。大规模和超大规模集成电路的发展,使得微处理器能够在一个硅芯片上实现,Intel 的 4004,虽然只有 4 位字长,却被认为是计算机历史上一个划时代的作品,它翻开了微型计算机的新篇章。在短短的几十年内,从第一个 8 位微处理器 8080 发展到功能强大的 32 位 Pentium 4。基于微处理器的微机系统在性能上远远超过了早年的小型机、中型机,甚至大型机。微型计算机区分于其他计算机的界定标准也变得模糊起来。

最早的电子计算机由电子管组成,被称为第一代计算机,那时的一台电子计算机,需要占用几个房间,每秒钟只能完成几万次运算。第二代计算机是晶体管计算机,它的体积仍然庞大。集成电路的诞生,不仅使计算机的体积大大缩小,计算速度和功能也大大增强。如果将集成电路计算机归为第三代,那么第四代就是基于大规模和超大规模集成电路的计算机。在微处理器刚刚起步的 20 世纪 70 年代,人们将基于微处理器的计算机称作微型计算机,随着技术的进步,微处理器被广泛应用在各种类型的计算机系统中,多个 Pentium 处理器组成的工作站,计算能力、性能和应用范围是普通 PC 无法比拟的。这种按照构成计算机的元件来区分计算机类型的界线又变得模糊了。

虽然难以严格定义微型计算机,但是,一般把台式计算机一类的个人计算机、结构相对简单的工业控制计算机等统称为微型计算机。

1.2 微型计算机系统的构成和性能评价

1.2.1 微型计算机系统的基本组成

目前,应用最为广泛的微型计算机系统是基于微处理器的 PC 系统。不管是 20 世纪 80 年代初以 8088 为 CPU 的 IBM-PC/XT,还是近年基于 Pentium 4 的 PC 系统,它们的框架结构都十分类似。它包括微处理器、存储器系统、输入输出接口和输入输出系统、电源以及支持运行的操作系统,如图 1-1 所示。

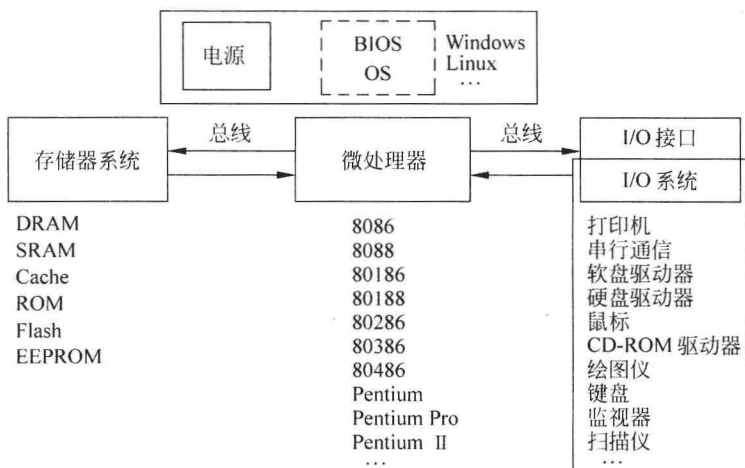


图 1-1 微型计算机系统

其中,微处理器、存储器、I/O 接口以及连接各部分的总线,连同支持运行的基本 I/O 系统 BIOS 组成微型计算机,它们是微机系统的主体,也是本书将要讨论的主要内容。图 1-2 表示了微型计算机的基本结构。以基于 Pentium 的微型计算机为例,它包括了 Pentium 微处理器、第二级高速缓存(Cache)、主存储器、支持系统控制的逻辑芯片组(Chipset)北桥和南桥、系统总线 PCI 或 ISA 以及连接在总线上的 I/O 扩展。人们常说的主机是一个模糊的概念,它几乎是图 1-1 中除了 I/O 系统(设备)以外的所有部分,还包含了系统电源。

微型计算机通过 I/O 接口可以连接丰富的外部设备,如打印机、鼠标、键盘、显示器、调制解调器、扫描仪等,来服务于各种应用;并可以通过驱动器连接软盘、硬盘、光盘等,扩充海量外存。在 BIOS 的基础上,加上支持微机的各类操作系统,比如 DOS、Windows 2000、Windows XP、Linux 以及电源系统,形成功能强大的微型计算机系统。下面将对微机系统的主体部分做进一步阐述,这些部分也是本书以后各章节讨论的重点。

1. 微处理器

微机系统的核心部件是微处理器,微处理器执行指令,控制系统的运行,在一定程度上体现了微机系统的性能和技术发展水平。早年的微处理器就是常说的中央处理器 CPU。作为入门,可以将 CPU 简单地成分为 4 个部分(见图 1-3),它主要包括:

- 算术逻辑部件 ALU;
- 控制部件;

- 寄存器堆；
- 内部总线。

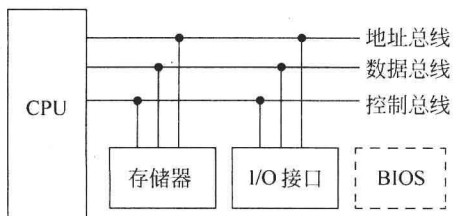


图 1-2 微型计算机的基本结构

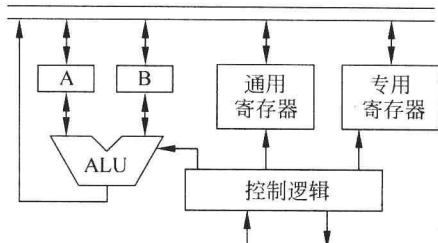


图 1-3 中央处理器的基本单元

算术逻辑部件 ALU 执行指令,完成算术逻辑运算。寄存器堆包括通用寄存器和专用寄存器,用于存放指令、操作数和中间结果。控制部件按照一定的时序关系,控制 CPU 执行指令并按所规定的操作和外界交换信息。内部总线将上述功能部件连接在一起。

随着技术的进步,微处理器集成了越来越多的功能。为了提高存储器系统的性能,80386 把存储器管理部件 MMU 集成在微处理器的内部,MMU 可以完成分段和分页的存储器管理;80486 集成了 8KB 的第一级 Cache 和算术协处理器;Pentium 除了 16KB 的 Cache 以外,具有两套流水线化的整数处理单元和一套浮点处理单元,两套整数处理单元相当于两个 CPU,也就是所谓超标量流水线;Pentium Pro 以上处理器更是把两级高速缓存集成在微处理器内部,第一级(L1)Cache 有 16KB,第二级(L2)Cache 有 256KB;由于要集成的功能大幅度增加,有些微处理器不得不把第二级高速缓存做在另外一个芯片上,比如 Pentium II, L1 Cache 为 32KB、L2 Cache 为 256KB,但是为了提高芯片之间数据传送的速度,还是将两个芯片封装在同一个管壳之中。现代的微处理器已经不同于早年的 CPU,它是一个功能强大的、集成了多种功能的微型计算机的核心处理部件。图 1-4 是一些微处理器的粗略结构。

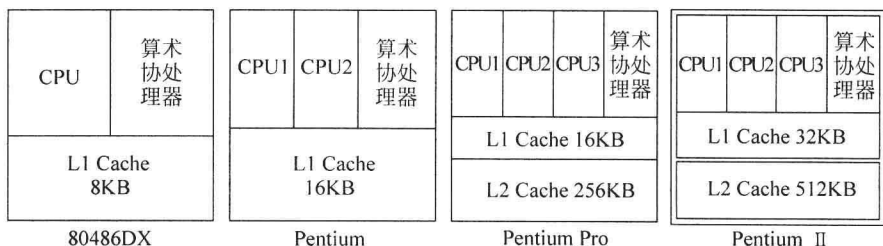


图 1-4 几种微处理器的粗略结构

2. 存储器和 I/O 接口

这里的存储器指的是内存储器,内存储器存放程序代码和数据。8086/8088 支持 1MB 的内存储器,80386DX~Pentium 的内存范围为 4GB,Pentium Pro 以上处理器能够支持 64GB 的内存储器。早期的 PC/XT,内存储器直接挂在经过驱动的处理器的总线上,存储器访问速度基本上能够和处理器速度相匹配。随着微处理器技术的进步,不仅对物理存储器容量的支持扩大了几万倍,也使得存储器访问速度与处理器执行指令速度的差距越来越大,为

了弥补它们之间的速度间隙,从 80386 开始,系统采用高速缓存技术和存储器分层结构来提高存储系统的性能,使得微处理器和存储器间的控制关系变得复杂起来。

尽管各代微机的存储器系统从容量到控制结构有较大的差异,但为了保持系统的兼容性,它们的存储结构却十分类似。从 8086/8088 到 Pentium 系列的 PC 系统,内存存储器的映像区域完全兼容。PC/XT 的 1MB 内存分为 640KB 的暂时程序区(TPA)和 384KB 的系统区。TPA 包含中断向量表、BIOS 和 DOS 的通信区、连接 DOS 到 BIOS 的 IO. SYS 以及鼠标一类的基本外部设备驱动程序。系统区则用于视频显示控制、硬盘和网络控制器及 BIOS。80386 以上的高档 PC 仍然以前 1MB 内存为常规存储器,并定义 1MB 以上区域为扩展内存系统。在实模式下,系统在前 1MB 存储区内运行,如图 1-5 所示。

I/O 接口和 I/O 设备组成 I/O 系统。I/O 接口是微型计算机的重要组成部分,它作为数据缓冲和数据传送控制部件连接微处理器和 I/O 设备。I/O 设备的种类很多,结构和工作原理差别很大,它们不作为本书重点讨论内容。和存储器类似,早期的 I/O 接口也直接连接在经过驱动的处理器总线上。逐渐地,微型计算机系统总线形成,从 PC/XT 开始的 PC 总线、PC/AT 的 ISA 总线、直到今天的 PCI 总线,使得大多数外部设备可以通过 I/O 接口连接在系统总线上。I/O 接口还可以和信号处理或数据处理电路集成在一起,组成各种功能的扩展板卡,比如视频采集处理卡、网络接口卡等。诸多类型的与总线兼容的扩展卡,成就了微计算机在不同领域的应用。

无论是 80x86 还是 Pentium 系列处理器,它们都具有 64KB 从 0 地址开始到 FFFFH 的 I/O 空间。PC 系统具有大致相同的 I/O 映像区,映像区分为两部分,0~0400H 是为系统设备保留的 I/O 区域,0400H~FFFFH 是扩展的 I/O 区域。图 1-6 是比较典型的 PC I/O 映像区。



图 1-5 PC 的内存映像区



图 1-6 PC 的 I/O 映像区

对系统 I/O 的访问,通常是通过 BIOS 进行的,BIOS 包含了对系统基本 I/O 设备的功能调用,操作系统或用户程序通过 BIOS 的功能调用,便可以访问那些系统 I/O 设备,如显示器、串行口、键盘和时钟等。

3. 总线

总线是连接微处理器、存储器和 I/O 接口的公共链路,它在各部件之间传递地址、数据和控制信号,分别称为地址总线、数据总线和控制总线。1970 年,DEC 公司在他的 PDP11/20 上采用了标准总线 Unibus 之后,总线技术迅速发展。总线技术使系统的模块化结构设计翻开了新的一页,它支持多品种之间软、硬件的兼容和版本升级,便于系统的故障诊断和维护。总线的结构和性能是微型计算机系统性能的一项重要指标。

根据功能和位置,总线有不同的分类。在多处理机的系统中,连接各处理机的总线称为全局总线,或称系统总线,连接每个处理机各个模块的总线称作局部(本地)总线。比如,微机和工作站广泛使用的 VME 总线就是全局总线,VMX 是处理机的本地总线。全局总线也称为系统总线,从广义上讲,无论是独立的处理机还是多处理机,系统中支持各种设备的通用总线都叫做系统总线。VME、ISA、PCI 都是系统总线。有些总线专门用于外部设备,如 USB 总线、IEEE 1394 总线,它们是目前流行的串行总线;IDE 总线和 SCSI 总线则是和具有相应接口的硬盘驱动器和光盘驱动器等外部设备连接的外部设备总线。还有一些功能专用的总线,比如,连接显示卡的 AGP 总线,它是一种为提高视频带宽而设计的图形加速端口。

早期的 PC 总线相对简单,数据宽度仅仅是 8 位,是一组连接 I/O 扩展的系统总线,即 PC 总线,后来发展成为 16 位的 ISA 总线。根据计算机内不同的数据传输速率,一台微机可以具有多个层次的总线。比如基于 Pentium 的 PC 系统,具有连接微处理器和北桥的前端总线(处理器总线)、连接图形终端的 AGP 总线、支持系统的 PCI 总线和 ISA 总线,如图 1-7 所示。可以根据设备的不同功能和速度,把它们连接在不同层次或者不同速率的总线上。

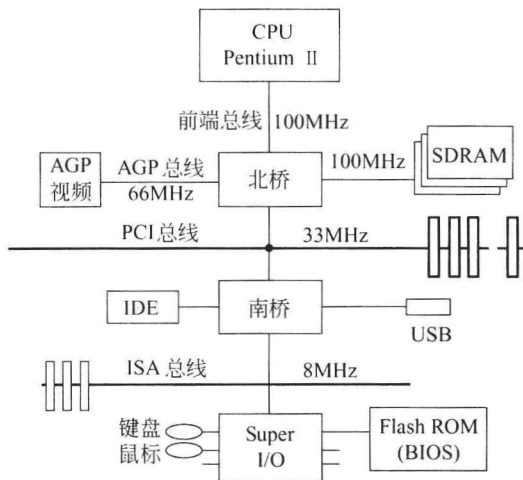


图 1-7 基于 PCI 总线的微型计算机结构

4. 芯片组

芯片组是微型计算机性能提高的产物,随着体系结构愈加清晰合理,微机系统复杂的控制功能被集成在称作北桥和南桥的芯片组中。

北桥是图形和存储器控制中心(GMCH),它通过高速总线(处理器总线)和 CPU 相连,并通过 PCI 总线连接系统。北桥集成了存储管理部件、系统存储器接口和加速图形接口

(Accelerated Graphics Port, AGP)部件,通过接口可以连接系统存储器(双通道同步动态随机存储器,DDR SRAM),连接加速图形控制器和数字视频设备(DVD)。在微型计算机系统中,北桥支持并管理高速数据的存储和传输,是存储器、AGP 等高速设备和 CPU 之间的桥接器,如图 1-8 所示。需要说明的是,后来的微机系统,在北桥和南桥之间采用高速的桥接器接口总线(Hub Interface)替代 PCI 总线,把 PCI 总线设计成南桥与 PCI 设备的输入输出总线,使南桥和北桥之间的数据传输率提高了一个数量级。近来,芯片的设计制造商更是把南桥和北桥集成在一个芯片中,大幅度地提高了系统内部的数据传输速度。

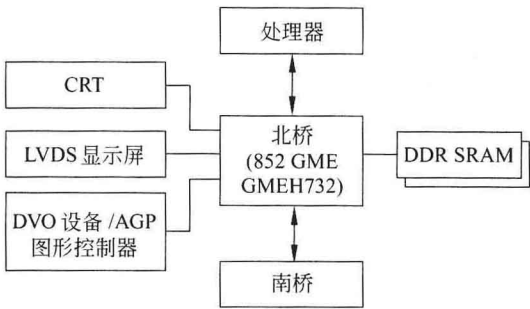


图 1-8 微型计算机中的北桥

南桥是 I/O 控制中心(ICH)。该模块提供了强大的 I/O 设备管理功能,支持与广泛 I/O 设备的连接。它集成了 I/O 控制部件和绝大多数与 8 位、16 位机兼容的 I/O 接口,其中包括中断控制器、DMA 控制器、IDE 控制器、实时时钟电路以及一般串并联数据接口。除此以外,还集成了局域网控制器、USB 控制器和音频数字解码器等。通常,南桥作为一个 PCI 设备,通过 PCI 总线连接在系统中,它是系统和 I/O 设备的桥接器。随着南桥工作频率的提升,后来的一些产品把 PCI 总线控制器集成在南桥中,如图 1-9 所示,为南、北桥设计在同一芯片上打下了基础。

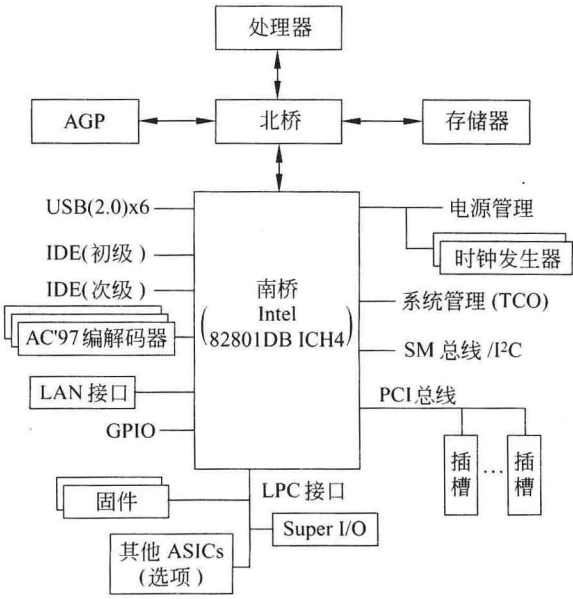


图 1-9 微型计算机中的南桥