

微型计算机 技术及应用

——从16位到64位

李继灿 主编



清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书以当前国内外广泛使用的 16/32/64 位微处理器为背景,追踪主流系列高性能微机的技术发展方向,抓住关键技术发展的主线,全面、系统、深入地讨论了微型计算机系统的基础知识、微处理器及其体系结构概述、汇编语言程序设计、存储器及其接口、输入输出与中断技术、常用可编程接口芯片、从 16 位到 64 位微处理器的最新技术发展、多任务与多用户系统原理及实例、微机总线与接口标准以及最新微机系统流行实用硬、软件技术等内容。

本书内容先进,结构新颖,实用性强,便于教学和自学。它可以作为高等学校计算机专业及电子与电气类专业的教材和成人高等教育的培训教材、自学读本,也可供广大科技工作者参考。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机技术及应用——从 16 位到 64 位/李继灿主编;郭麦成等编著. —北京:
清华大学出版社,2003

ISBN 7-302-06210-2

I. 微… II. ①李… ②郭… III. 微型计算机—基本知识 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 105348 号

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

责任编辑: 张瑞庆

印 刷 者: 北京市大中印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 35.5 插页: 2 字数: 821 千字

版 次: 2003 年 2 月第 1 版 2003 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-06210-2/TP·3715

印 数: 0001~6000

定 价: 39.00 元

前 言

《微型计算机技术及应用》是高等院校计算机专业一门重要的专业必修课,也是一门发展迅速、处于不断变革中的新兴学科。在即时通信时代大背景下,计算机技术按照“摩尔定律”的统计规律以特有的快速更新周期,把常规的计算机教学与传统的教材模式远远抛在后面。即使 10 年以来在清华大学出版社的鼎力支持下,我们一直在不停地动态更新教材,也仍然时刻感受到这种不断袭来的巨大压力,并因而激发我们不断探索,力争能及时跟上计算机技术更新的步伐。

在国际计算机学科教学与教材迅速更新潮流的推动下,当前我国高校计算机专业的课程设置也正处于一个改革阶段。因此,21 世纪的《微型计算机技术及应用》课程的教学与教材进行同步改革,势在必行。

为此,我们对编著好本教材着重从以下两方面进行了改革:一是准确定位,建立普通高校 21 世纪开放式、多层次、可动态更新的教材新模式;二是用模块化结构组织教材,包括:基本核心模块、动态跟踪模块、最新应用模块、附加调节模块和实践开发模块。

本教材具有以下主要特色:

(1) 教材内容除吸收与提炼了近年来国内外高校同类教材(包括作者近年出版的教材)精华内容之外,大量收集与加工了来自网上、学术期刊和计算机市场指南的最新信息,突破了传统计算机教材内容与计算机流行技术之间的隔离,及时更新与充实最新技术要点,充分体现了教材的现代化改革方向。

(2) 保持了“以 16 位微机为基础、追踪 32 位与 64 位主流系列高性能微机的技术发展方向”的基本特色,并抓住计算机硬件关键技术发展的主线,使教材做到结构优化、基础扎实、过渡简捷、更新迅速。这样,从根本上保证了教材内容的先进性和可用性;使师生一书在手,可统揽全局,便于教师教学和学生自学。

(3) 注重加强了理论与实际的结合,特别注重对学生及时、准确地把握计算机新技术与新信息综合能力和科技创新意识的培养,全书写的是计算机硬件技术,但它摆脱了就技术论技术的单纯技术观点,自始至终强调了设计者的设计思想与技术创新,这将激发学生的创新意识和更新技术观念。

(4) 在跟踪最新计算机硬件技术、优化结构的同时,本书特别注重保持优秀的教学法和精简的文字叙述。因此,本书有很好的可读性。

本教材共分 12 章和 2 个附录。

第 1 章讲述微型计算机系统的基础知识,其中汇集了计算机技术发展的最新信息与资料。第 2 章综合描述了 16 位与 32 位微处理器的程序设计模型及其体系结构,具有高度的概括性,并有一定的难度。第 3 章与第 4 章分别介绍了微处理器的寻址方式、指令系统以及汇编语言程序设计,都是以 16 位机为基础渐进过渡到 32 位机的。第 5 章简要介绍了 16 位微处理器的硬件特性及其系统基础,这也是进一步学习 32 位机的重要基础。

第 6 章详细介绍了存储器及其接口, 包含有 32 位和 64 位存储器接口以及流行的存储器实用技术。第 7 章讲述输入输出与中断技术。第 8 章介绍常用可编程接口芯片及应用。第 9 章重点介绍了从 16 位到 64 位微处理器的最新技术发展方向和关键技术, 这是本书中汇集的最新技术与信息。第 10 章简要解析 32 位多任务与多用户系统原理, 并给出了系统实例, 这对理解 32 位微机的工作原理和技术十分有用。第 11 章介绍了微机总线与接口标准的有关技术。第 12 章讲述最新微机系统流行实用硬、软件技术, 这是将传统的微型计算机技术教材与最新的计算机市场信息联系起来的桥梁, 意在使大学生们在学校学习期间对计算机市场不再陌生。

两个附录包括: 8086/8088 的指令系统表; 教师信息反馈表与学生信息反馈表。

本书由李继灿教授策划并任主编, 负责全书的大纲拟定、编著与统稿。副主编郭麦成副教授协助主编在优化结构和精选内容等方面做了大量工作, 并负责第 2 章、第 4 章的编著。张红民负责第 11 章及第 8 章的第 5.6 节的编著。沈疆海与李文盛分别负责第 6 章与第 12 章的编著, 并对全书的文图进行了认真的校对与汇总。其余各章均由李继灿编著。

在本书编著过程中, 始终受到清华大学出版社的大力支持与帮助, 北京大学计算机系博士生导师王克义教授给予了宝贵指导, 本人在此表示最诚挚的感谢。

由于编者水平有限, 虽竭尽全力精心编著, 本书中仍难免存在一些不足与疏漏之处, 欢迎计算机专家、教授和读者们不吝赐教, 提出宝贵意见和建议, 以便今后不断地动态更新教材, 为计算机教学与教材的同步改革做出贡献。

李继灿

2002 年 10 月

目 录

第 1 章 微型计算机系统的基础知识	1
1.1 计算机发展概述	1
1.1.1 计算机的发展简史.....	1
1.1.2 计算机的分类.....	2
1.1.3 计算机的应用.....	3
1.1.4 微处理器的发展简史.....	5
1.1.5 微型计算机的分类.....	9
1.1.6 微型计算机硬件技术发展的特点、趋势和学习方法.....	10
1.2 微型计算机系统的组成.....	15
1.2.1 几个基本定义	15
1.2.2 微型计算机系统的组成	17
1.3 微机硬件系统结构.....	19
1.4 微处理器组成.....	21
1.4.1 运算器	22
1.4.2 控制器	22
1.4.3 内部寄存器	22
1.5 存储器概述.....	23
1.5.1 基本概念	23
1.5.2 存储器组成	24
1.5.3 读/写操作过程.....	24
1.6 微机的工作原理与程序执行过程.....	25
1.6.1 微机的工作原理	25
1.6.2 程序执行过程	26
1.7 微机系统的主要性能指标.....	36
1.7.1 最佳整体性能评估与最佳购买性能评估	36
1.7.2 主板的结构与性能	37
1.7.3 微处理器的性能指标	38
1.7.4 硬盘的性能指标	42
1.7.5 允许配置的外设数量	42
1.7.6 总线的性能指标	42
1.7.7 系统软件的性能	43
1.8 微机的运算基础.....	44
1.8.1 数制转换综合表示法	45

1.8.2	二进制编码	45
1.8.3	数的定点与浮点表示	48
1.8.4	带符号数的表示法	52
习题 1	58
第 2 章	微处理器及其体系结构概述	61
2.1	8086/8088 微处理器简介	62
2.1.1	8086/8088 CPU 的内部组成结构	62
2.1.2	8086/8088 的寄存器结构	65
2.1.3	总线周期的概念	68
2.2	8086/8088 CPU 的存储器	69
2.2.1	存储器的组织	69
2.2.2	存储器的分段	71
2.2.3	实际地址和逻辑地址	72
2.2.4	堆栈	72
2.3	8086~Pentium 系列微处理器的程序设计模型	73
2.3.1	通用寄存器	74
2.3.2	专用寄存器	76
2.4	实模式存储器寻址	79
2.4.1	段和偏移	79
2.4.2	默认段寄存器和偏移寄存器	80
2.4.3	“段加偏移”寻址机制允许重定位	81
2.5	保护模式存储器寻址	82
2.5.1	选择子和描述符	83
2.5.2	程序不可见寄存器	86
2.6	内存分页	88
2.6.1	分页寄存器	88
2.6.2	页目录和页表	90
习题 2	91
第 3 章	微处理器的寻址方式及其指令系统	94
3.1	8086/8088 指令系统概述	94
3.1.1	8086/8088 指令系统的特点	94
3.1.2	8086/8088 的指令格式	94
3.2	8086/8088 的寻址方式	99
3.2.1	固定寻址	99
3.2.2	立即数寻址	99
3.2.3	寄存器寻址	99

3.2.4	存储器寻址	100
3.2.5	其他寻址方式	103
3.3	8086/8088 指令的分类	103
3.3.1	数据传送指令	103
3.3.2	算术运算指令	113
3.3.3	逻辑运算和移位循环指令	125
3.3.4	串操作指令	126
3.3.5	程序控制指令	131
3.3.6	处理器控制指令	140
3.4	80286~Pentium II 微处理器的寻址方式及指令系统	142
3.4.1	80286 相对 8086 增加的指令	142
3.4.2	80386 以上微处理器相对 80286 增加的指令	144
3.4.3	80486 相对 80386 新增加的指令	155
3.5	80286/80386/80486 的保护模式指令	156
3.6	Pentium 系列微处理器的新增指令简介	162
3.6.1	条件类传送指令 CMOV	162
3.6.2	算术运算指令	163
3.6.3	Pentium II 对 Pentium Pro 指令的改进	164
习题 3		165
第 4 章	汇编语言程序设计	170
4.1	程序设计语言概述	170
4.1.1	机器语言	170
4.1.2	汇编语言	170
4.1.3	高级语言	171
4.2	8086/8088 汇编语言的基本语法	171
4.2.1	8086/8088 汇编源程序实例	171
4.2.2	8086/8088 汇编语言语句	173
4.3	8086/8088 汇编语言程序设计基本方法	193
4.3.1	顺序结构程序	193
4.3.2	分支结构程序	195
4.3.3	循环结构程序	195
4.3.4	DOS 及 BIOS 中断调用	198
4.4	软件调试技术	207
4.4.1	调试软件 DEBUG	207
4.4.2	软件调试基本方法	210
4.5	保护模式程序设计实例	211
4.5.1	保护模式程序设计概述	211

4.5.2	进入保护模式与由保护模式返回实模式	212
习题 4		214
第 5 章	16 位微处理器的硬件特性及其系统基础	217
5.1	8086/8088 微处理器的引脚信号与功能	217
5.1.1	地址/数据总线 $AD_{15} \sim AD_0$	217
5.1.2	地址/状态总线 $A_{19}/S_6 \sim A_{16}/S_3$	218
5.1.3	控制总线	218
5.1.4	电源线和地线	219
5.1.5	其他控制线	219
5.2	时钟发生器	220
5.3	总线缓冲及锁存	220
5.3.1	多路分离总线	221
5.3.2	缓冲系统	221
5.4	8086/8088 系统的两种工作模式	222
5.4.1	最小模式操作	222
5.4.2	最大模式操作	224
5.5	总线时序	226
5.5.1	基本的总线操作	226
5.5.2	一般的时序操作	227
5.5.3	最小模式下 8088 的读操作时序	228
5.5.4	最小模式下 8088 的写操作时序	230
习题 5		231
第 6 章	存储器及其接口	233
6.1	存储器的分类与组成	233
6.1.1	半导体存储器的分类	233
6.1.2	半导体存储器的组成	234
6.2	随机存取存储器(RAM)	236
6.2.1	静态随机存取存储器	236
6.2.2	动态随机存储器	241
6.3	只读存储器(ROM)	243
6.3.1	只读存储器存储信息的原理和组成	243
6.3.2	只读存储器的分类	244
6.3.3	EPROM 芯片实例——Intel 2716	245
6.4	存储器的连接	247
6.4.1	存储器芯片的扩充	247
6.4.2	存储器与 CPU 的连接	249

6.4.3	存储器与 CPU 的连接应注意的一些问题	260
6.4.4	存储器接口的时序	262
6.5	几种新型的半导体存储器	265
6.6	磁表面存储器	267
6.6.1	磁表面存储信息原理	267
6.6.2	磁盘存储器	269
6.6.3	盒式磁带存储器	271
6.6.4	硬盘存储器	273
6.7	光盘存储器	277
6.7.1	概述	277
6.7.2	光盘存储器的写/读原理、特点及其应用技术	278
6.7.3	可擦式光盘存储器	285
习题 6		287
第 7 章	输入输出与中断技术	290
7.1	输入输出接口概述	290
7.1.1	CPU 与外设间的连接	290
7.1.2	接口电路的基本结构	291
7.2	CPU 与外设数据传送的方式	292
7.2.1	程序传送	292
7.2.2	中断传送	298
7.2.3	直接存储器存取(DMA)传送	298
7.3	中断技术	299
7.3.1	中断概述	299
7.3.2	单个中断源的中断	301
7.3.3	向量中断	303
7.3.4	中断优先权	304
7.4	8086/8088 的中断系统和中断处理	304
7.4.1	8086/8088 的中断系统	304
7.4.2	8086/8088 的中断处理过程	308
7.4.3	中断向量表	311
7.4.4	可屏蔽中断的过程	312
7.4.5	中断响应时序	313
7.4.6	中断服务子程序设计	314
习题 7		316
第 8 章	常见可编程接口芯片及应用	317
8.1	接口的分类及功能	317

8.1.1	接口的分类	317
8.1.2	接口的功能	317
8.2	可编程计数器/定时器 8253-5	318
8.2.1	8253-5 的引脚与功能结构	318
8.2.2	8253-5 的内部结构和寻址方式	319
8.2.3	8253-5 的 6 种工作方式及时序关系	319
8.2.4	8253-5 应用举例	322
8.3	可编程中断控制器 8259A	324
8.3.1	8259A 的引脚与功能结构	324
8.3.2	8259A 内部结构框图和中断工作过程	325
8.3.3	8259A 的控制字格式	328
8.3.4	8259A 应用举例	334
8.4	可编程并行通信接口芯片 8255A	335
8.4.1	8255A 芯片引脚定义与功能	335
8.4.2	8255A 寻址方式	337
8.4.3	8255A 的 3 种工作方式	337
8.4.4	时序关系	341
8.4.5	8255A 应用举例	342
8.5	可编程串行异步通信接口芯片 8250	344
8.5.1	串行异步通信规程	344
8.5.2	8250 芯片引脚定义与功能	345
8.5.3	8250 芯片的内部结构和寻址方式	346
8.5.4	8250 内部控制状态寄存器的功能	348
8.5.5	8250 通信编程	350
8.5.6	8250 应用举例	352
8.6	模/数(A/D)与数/模(D/A)转换接口芯片	354
8.6.1	A/D 转换接口	354
8.6.2	D/A 转换接口	358
	习题 8	361
第 9 章 从 16 位到 64 位微处理器的最新技术发展		363
9.1	80286 微处理器	363
9.1.1	80286 的特点	364
9.1.2	80286 在体系结构上与 8088/8086 的主要异同点	365
9.2	80386 微处理器	375
9.2.1	80386 的特点	376
9.2.2	80386 的体系结构	376
9.2.3	80386 CPU 的内部寄存器	379

9.2.4	80386 的 3 种工作模式	385
9.2.5	80386 的存储管理	387
9.2.6	80386 工作模式的相互转变	402
9.3	80486 微处理器简介	402
9.3.1	80486 的主要结构特点	403
9.3.2	80486 CPU 内部结构	403
9.3.3	高速缓存(cache)	407
9.4	Pentium 微处理器	410
9.4.1	Intel 80x86 CPU 系列	411
9.4.2	Pentium 的体系结构及其特点	411
9.4.3	Pentium 总线与 80486 总线的主要区别	415
9.4.4	Pentium 相对 80486 体系结构的增强点	418
9.5	Pentium 系列微处理器及相关技术的发展	419
9.5.1	Pentium II 微处理器	419
9.5.2	Pentium III 微处理器	420
9.5.3	Pentium 4 微处理器	422
9.5.4	新一代 64 位微处理器——Itanium	424
9.5.5	对称多处理对今后 PC 机发展方向的影响	428
	习题 9	429
第 10 章	32 位多任务与多用户系统原理及实例	431
10.1	多任务系统	431
10.1.1	多任务与多用户	431
10.1.2	局部空间与全局空间	432
10.2	任务及任务的描述	435
10.2.1	任务及其 LDT	435
10.2.2	任务及其任务状态段	436
10.3	任务转换	439
10.3.1	任务的设定	439
10.3.2	任务转换过程	440
10.3.3	任务转换方法	442
10.3.4	任务门	443
10.3.5	任务转换时的 B 位、NT 位和反向链的变化	445
10.3.6	IRET/IRETD 指令	446
10.3.7	任务转换时的特权级保护	446
10.3.8	描述符表的项目分类	447
10.4	80386 微机系统	448
10.4.1	80386 的引脚图	448

10.4.2	80387 协处理器	449
10.4.3	80386 系统实例	453
10.5	80486 微机系统	454
10.5.1	概述	454
10.5.2	流行的 80486 微机主板	455
习题 10		459
第 11 章	微机总线与接口标准	460
11.1	微机总线与接口标准的基本概念	460
11.1.1	微机总线与接口标准的定义	460
11.1.2	微机总线与接口标准的分类	461
11.1.3	微机总线的组成及性能指标	462
11.2	常用总线及其应用	463
11.2.1	PC/XT 总线	463
11.2.2	ISA 总线	464
11.2.3	PCI 局部总线	465
11.2.4	AGP 总线	467
11.3	IDE 接口标准	470
11.3.1	IDE 接口标准简介	470
11.3.2	IDE/EIDE 接口标准的特性	470
11.3.3	新型 ATA 类接口标准	471
11.4	SCSI 接口标准	471
11.4.1	SCSI 接口标准性能特点	472
11.4.2	SCSI 接口信号定义与电气特性	472
11.4.3	SCSI 系统的总线结构配置和总线操作	474
11.5	通用外设接口标准 USB	475
11.5.1	USB 的性能特点	476
11.5.2	USB 的物理接口和电气特性	476
11.5.3	USB 系统组成及拓扑结构	478
11.5.4	USB 的传输类型和总线枚举	479
11.5.5	USB 交换的包格式	482
11.5.6	USB 的应用与发展现状	484
11.6	IEEE 1394 高性能串行总线标准	485
11.6.1	IEEE 1394 的主要性能特点	485
11.6.2	IEEE 1394 的拓扑结构	486
11.6.3	IEEE 1394 的协议层次	487
11.6.4	USB 和 IEEE 1394 的比较	488
习题 11		489

第 12 章 最新微机系统流行实用硬、软件技术	491
12.1 目前流行微机硬件系统的配置	491
12.1.1 硬件系统配置的实用原则	491
12.1.2 硬件系统配件的选择	492
12.1.3 硬件系统配置实例	499
12.2 微机软件系统配置	500
12.2.1 操作系统	500
12.2.2 实用软件	508
12.3 流行微机系统的安装	514
12.3.1 整机安装的一般步骤	514
12.3.2 软件安装	517
12.4 BIOS 技术基础	524
12.4.1 BIOS 的基本概念和工作原理	524
12.4.2 主板中应用的新一代 BIOS 技术	526
12.4.3 BIOS 的设置与优化技术	527
12.5 P4 的应用领域	535
习题 12	536
附录 A 8086/8088 指令系统表	537
附录 B 教师信息反馈表与学生信息反馈表	552
参考文献	555

第 1 章 微型计算机系统的基础知识

计算机是现代科技史上最伟大的发明之一。自从 1946 年第 1 台电子计算机问世以来,随着计算机逻辑元件的不断更新,它已经历了电子管、晶体管、集成电路以及大规模、超大规模集成电路 4 代发展时期。微型计算机(简称微机)是第 4 代电子计算机向微型化方向发展的一个非常重要的分支。

尽管计算机技术在半个多世纪以来获得了飞速的发展,但就其基本工作原理来讲,都沿袭着由冯·诺依曼提出的一个基本思想,即“存储程序”的概念。从基本结构上来讲,冯·诺依曼型计算机至少由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备 5 大部分组成。原始的冯·诺依曼机在结构上是以运算器和控制器为中心,但随着计算机技术与体系结构的发展,现在已逐步演变为以存储器为中心的结构。

本章首先简要介绍计算机的发展、特点及其学习方法,从总体上说明微机系统组成的基本概念,并对硬件系统和软件系统两大部分的具体组成予以阐述。然后,重点讨论典型的单总线微机硬件系统结构,微处理器组织及各部分的作用,存储器组织及其读写操作过程。在此基础上,将微处理器和存储器结合起来组成一个最简单的微机模型,通过具体例子说明冯·诺依曼型计算机的运行机理与工作过程。最后,给出评价微机系统性能的主要性能指标。

1.1 计算机发展概述

1.1.1 计算机的发展简史

1946 年 2 月,以 ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Calculator,电子数字积分计算机)命名的世界上第 1 台计算机诞生了。ENIAC 的历史意义远远超乎其实用价值,它的诞生揭开了计算机时代的序幕。计算机的发展历史可划分为以下 5 代:

第 1 代(1951—1958)为电子管计算机 第 1 台真正具有价值的计算机是 1951 年 6 月问世的通用自动计算机 UNIVAC(Universal Automatic Computer),它当时提交给美国人口普查署用于制作人口普查表,其制造者就是 ENIAC 的两位发明人。这台计算机使用了几千个电子管,而电子管的巨大散热成了实用中的一大问题,亟待解决。

第 2 代(1959—1964)晶体管计算机时代 1954 年,贝尔实验室首次试制成功第 1 台通用晶体管计算机。它由 800 多只晶体管组成,并以其良好的性能超过了电子管计算机。几经改进,于 1959 年开始进入实用阶段。由于晶体管的体积比电子管小得多,不需要预热时间,消耗电能较少,处理更迅速、更可靠,因而获得广泛使用,并因此获得了诺贝尔奖。第 2 代计算机的程序语言从机器语言发展到汇编语言。不久,高级语言 FORTRAN 和 COBOL 也相继开发出来并获得广泛使用。这一时期开始使用磁带和磁盘作为辅助存储

器。第 2 代计算机的体积比第 1 代计算机大为缩小,价格也相应下降,用户迅速上升,促进了计算机工业的发展。

第 3 代(1965—1970)集成电路计算机时代 随着 IC(integrated circuit, 集成电路)技术的进步,已能在一个指甲大小面积的晶片上制作几千只晶体管元件,这使第 3 代计算机的体积更小、价格更低、速度更快、可靠性更高。1965 年,John Kemeny 开发了简单易学的 BASIC 语言。同年,第 1 台小型计算机 DEC 问世。1969 年,Intel 公司开始制作出第 1 片 4 位微处理器芯片 4004。此间,IBM 投入 50 亿美元巨资开发出第 3 代计算机的代表产品 IBM360 系列。

第 4 代(1971—至今)超大规模计算机时代 自 20 世纪 70 年代开始,IC 技术有了飞速发展。于是,计算机向微型化方向迈出了巨大步伐。20 世纪 70 年代末,随着大规模、超大规模集成电路 VLSIC(very large scale integrated circuit)投入使用,进一步推动微型计算机(即微型化的超大规模计算机)这一分支向更高层次发展。

第 5 代(未来)将为人工智能计算机 关于新一代计算机有几个不同的研究方向。其一,早在 1981 年,日本就宣布了所谓第 5 代“非冯·诺依曼结构计算机”的开发计划,但这项投资巨大的计划在实施中遇到了极大的挑战,至今,尚未突破关键性技术,因而未能取得实质性成果。其二,美国自 20 世纪 80 年代也开始制定“神经计算机”的远景规划,其目的是要仿效人脑,采用并行信息处理方法,实现对自然语言、图像与文字的综合处理。这项研究还需要走很长的路。其三,目前第 5 代的研究重点,主要是放在人工智能计算机的突破上。它的主攻目标是实现更高程度上模拟人脑的思维功能。比如,它处理的对象,不再是像数据、字符串那样简单的符号自身,而是“知识”。处理加工的内容,不是限于数值计算和数据处理,而是解答问题和进行推理。并且,在处理时,不需要告诉计算机该具体怎么去做,而只要把具体的问题告诉计算机,它凭借积累的知识,通过分析、推理,就能以自然语言、声音、图形、图像等形式告诉用户。

1.1.2 计算机的分类

1.1.2.1 按计算机处理数据的方式分类

1. 模拟式计算机(analog computer)

模拟式计算机是处理模拟量的计算机,即用于测量及显示连续性的物理量及电子信号的变化。例如,测试温度、压力、速度、位移以及电流、电压等。

模拟式计算机本质是一种测量用的计算机。

2. 数字式计算机(digital computer)

数字式计算机是处理数字量的计算机,即处理非连续性变化的数据。此类计算机都有存储部件,能对输入的复杂数据进行处理。不过,其内部所存储的数据是以 0 与 1 来表示。它的一个显著特点是可由程序加以控制。

数字式计算机在速度上比模拟式计算机慢,但准确度高,用途广。通常人们所说的计算机,就是指这类数字计算机。

3. 混合式计算机(hybrid computer)

混合式计算机具有模拟式计算机与数字式计算机的双重性能与特点。它可以接受连

续性的模拟数据,而以数字数据输出。此类计算机适用于大型自动化工厂。

1.1.2.2 按计算机外形大小分类

按计算机外形大小可分为超级、大型、小型和个人(微型)以及便携式(笔记本)5种计算机。

1. 超级计算机

这是一种功能最强、精度最高、速度最快、价格也最贵的计算机。目前超级计算机的最快速度已达到每秒能计算十几万亿次浮点运算(太拉级, 10^{12} 次)。

超级计算机主要用于解决一些关系国家与社会发展的重大而复杂的关键任务,例如:模拟气候以实现精确的气象预报;模拟与设计可控核聚变;在医学/生物科学中进行分子层次上的分析以实现近于瞬时的药物设计,包括进行一次完整的蛋白质折叠计算;在农业上开发新的遗传工程作物并解决与管理同世界生态有关的复杂问题;在国防上模拟核武器的行为以及实时破译越来越复杂的密码;在商业与金融上利用庞大的信息与资料数据库来模拟商业运行系统;应用纳米技术模拟与设计新的电子器件;在天文学领域模拟星系及星系内的恒星以分析星际介质和较重分子的复杂相互作用等。解决所有类似这些高科技难题,无一不需要将目前超级计算机的速度至少再提高1000倍至2000倍,使其达到拍它级的运算速度,即每秒进行超过 10^{15} 次的浮点运算。

2. 大型计算机

大型计算机的体积相差很大,其主要特点是指令多、速度快、存储容量大,可以连接数以百计的终端机,快速处理巨量的资料。

3. 小型计算机

小型机介于大型机与微型机之间,通常用来执行种类繁多的应用程序。20世纪70年代,小型机大多为16位机,20世纪80年代以后,主要是32位机。

4. 微型计算机或个人计算机(microcomputer 或 personal computer, PC机)

微型计算机或个人计算机是目前发展最快,应用最普及的计算机。由于它具有体积小、价格廉、可靠性高、通用性强、功耗低以及研制周期短等特点,所以,它已经深入到社会、学校和家庭的各个方面。现在,它与小型机甚至中型机的差距日益减小,通常我们所说的家用电脑就是指这类计算机。

5. 便携式计算机(笔记本计算机)

这是近些年快速发展的新型计算机。它实质上是将个人计算机小型化,在结构上将显示器、主机、键盘以及软盘和硬盘驱动器全部集中在一个笔记本大小的机箱内,以适应随身携带的要求,性能基本与个人计算机一样。目前,由于笔记本计算机的价格逐步降低,其应用已日渐普及。

1.1.3 计算机的应用

计算机之所以能够获得持续、快速的发展,其主要原因之一在于它具有广泛的应用性。计算机的主要用途可归纳为以下几方面:

1.1.3.1 科学计算

这是计算机最早的应用领域,主要是科学研究和工程技术方面的计算。至今,计算技术仍然是计算机的应用最广泛的一个领域,如数学、力学、核物理学、量子化学、天文学、生物学等基础科学的研究计算等,至于航空航天、宇宙飞船、气象预报、地质勘探以及高级工程设计等方面的庞大计算更需要借助于高速计算机。尽管计算机的计算速度已经有了很大提升,但要解决一些复杂的计算问题,目前的计算机速度仍然远远不够。例如,如果要进行一次完整的蛋白质折叠计算,现有最快的超级计算机也要花 100 年的时间。可见,利用计算机进行计算不但是减轻人工大量繁杂计算的需要,更重要的是解决重大科技计算难题的必要手段。

1.1.3.2 计算机控制

计算机控制是实现自动化的重要手段,它的应用广度与水平是衡量一个国家经济发展实力和现代化水平的标志。自从微型计算机出现以后,计算机控制有了飞速的发展,使自动控制真正进入了以计算机为主要控制工具的新阶段。目前,智能控制可以实现任何一个复杂工业流水线乃至一个大型工厂生产的完全自动化。

1.1.3.3 测量和测试

计算机在测量和测试领域的应用主要有两个方面,即对各种测量和测试设备的控制以及对数据的采集与处理。利用计算机进行测量和测试,不仅可以提高测量精度,大大提高工作效率,尤其在一些人工无法完成的条件下,如高温、低温、剧毒、辐射、深海与外层空间等环境下的测量和测试以及核爆炸时的现场数据采集等,都必须借助于计算机。微型机和单片机的出现,大大提高了测量和测试的自动化水平。

1.1.3.4 信息处理

计算机是信息处理的最基本的工具。计算机信息处理主要用于两个方面:一是计算机用于事务处理。如在工商业务方面,现在已普遍应用数据收集机、数据处理机、发标处理机、销售额清单机、零售终端等;在银行业务方面,已广泛利用金融终端、现金出纳机,各国银行之间利用计算机联网进行资金转账,个人用自动取款机存取现金等;在邮政业务方面,对大量的商业性信函用传真系统进行传送,另外,邮件分拣、电话自动计费、电子信箱等。此外,还有订票、计票等也属于事务管理。二是计算机用于管理。如各种企业的管理信息系统,各专业性的数据库系统等。目前,在企业管理、物资库存管理、情报资料图书管理、财务管理、人事管理等方面已有商业性软件,使其管理十分方便。

1.1.3.5 计算机辅助设计/计算机辅助制造/计算机辅助教学 (CAD/CAM/CAI)

由于计算机具有快速计算和强大的数据处理及仿真能力,所以,在半导体工艺、精密仪器、飞机、船舶、建筑等的设计制造中,都广泛地采用了 CAD/CAM 技术。在现代化教