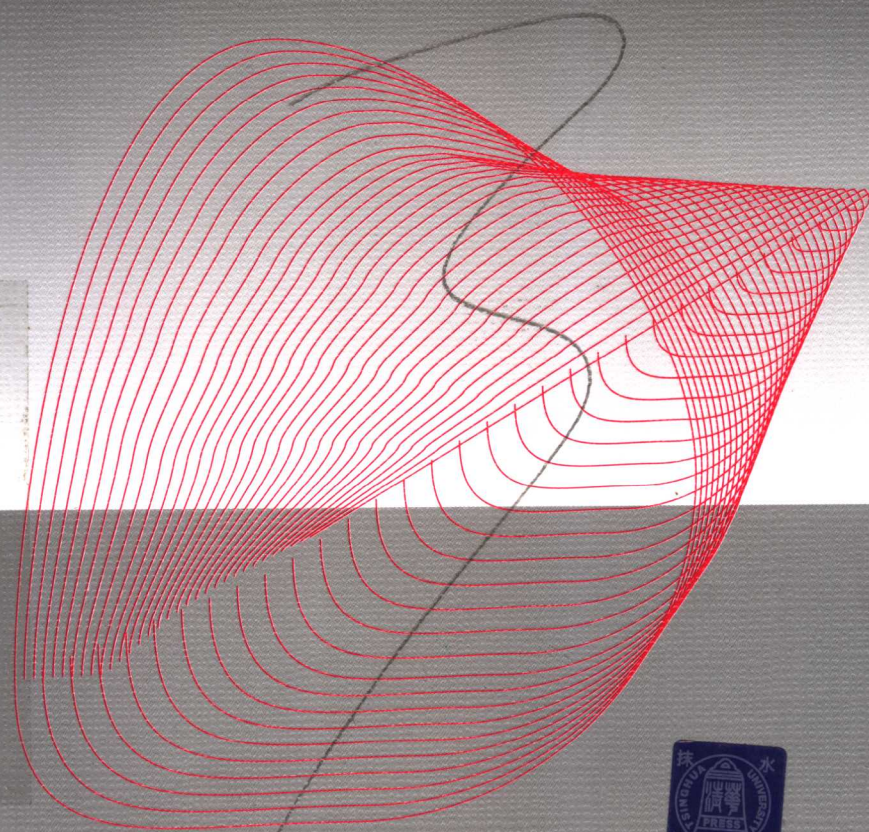


21 世纪高等学校计算机教育实用规划教材

计算机组成与系统结构

卜艳萍 周伟 编著



清华大学出版社

TP303/168

2008

21 世纪高等学校计算机教育实用规划教材

计算机组成与系统结构

卜艳萍 周伟 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书全面地讲述了计算机系统的基本结构、各部件的组成及工作原理、相关技术的最新发展与应用等知识。全书共分8章,第1章和第2章为后面讲述计算机的组成结构提供必要的基础,包括计算机系统概论、数据编码与数据运算方面的内容。第3章和第4章介绍计算机指令系统和中央处理器的结构和设计思想。第5章讲述计算机的存储体系结构,包括内存存储器、cache和辅助存储器的组成及工作原理。第6章和第7章主要研究与输入输出有关的问题,包括常用的输入输出设备的介绍和输入输出系统的原理。第8章重点介绍计算机系统体系结构方面的知识。

本书内容丰富,取材合理,每章后有适量习题。本书可作为高等院校计算机及相关专业本科学生的教学用书,也可作为从事计算机研究的科技人员的技术参考书。

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

计算机组成与系统结构/卜艳萍,周伟编著. —北京:清华大学出版社,2008.6

(21世纪高等学校计算机教育实用规划教材)

ISBN 978-7-302-16800-3

I. 计… II. ①卜… ②周… III. 计算机体系结构—高等学校—教材 IV. TP303

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第005358号

责任编辑:魏江江 李玮琪

责任校对:时翠兰

责任印制:王秀菊

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:北京市清华园胶印厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:23 字 数:551千字

版 次:2008年6月第1版 印 次:2008年6月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:34.00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:024875-01

出版说明

随着我国高等教育规模的扩大以及产业结构调整进一步完善,社会对高层次应用型人才的需求将更加迫切。各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,合理调整和配置教育资源,在改革和改造传统学科专业的基础上,加强工程型和应用型学科专业建设,积极设置主要面向地方支柱产业、高新技术产业、服务业的工程型和应用型学科专业,积极为地方经济建设输送各类应用型人才。各高校加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的力度,从而实现传统学科专业向工程型和应用型学科专业的发展与转变。在发挥传统学科专业师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势的同时,不断更新教学内容、改革课程体系,使工程型和应用型学科专业教育与经济建设相适应。计算机课程教学在从传统学科向工程型和应用型学科转变中起着至关重要的作用,工程型和应用型学科专业中的计算机课程设置、内容体系和教学手段及方法等也具有不同于传统学科的鲜明特点。

为了配合高校工程型和应用型学科专业的建设和发展,急需出版一批内容新、体系新、方法新、手段新的高水平计算机课程教材。目前,工程型和应用型学科专业计算机课程教材的建设工作仍滞后于教学改革的实践,如现有的计算机教材中有不少内容陈旧(依然用传统专业计算机教材代替工程型和应用型学科专业教材),重理论、轻实践,不能满足新的教学计划、课程设置的需要;一些课程的教材可供选择的品种太少;一些基础课的教材虽然品种较多,但低水平重复严重;有些教材内容庞杂,书越编越厚;专业课教材、教学辅助教材及教学参考书短缺,等等,都不利于学生能力的提高和素质的培养。为此,在教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议下,清华大学出版社组织出版本系列教材,以满足工程型和应用型学科专业计算机课程教学的需要。本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

(1) 面向工程型与应用型学科专业,强调计算机在各专业中的应用。教材内容坚持基本理论适度,反映基本理论和原理的综合应用,强调实践和应用环节。

(2) 反映教学需要,促进教学发展。教材规划以新的工程型和应用型专业目录为依据。教材要适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向,在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略,突出重点,保证质量。规划教材建设仍然把重点放在公共基础课和

专业基础课的教材建设上；特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版，逐步形成精品教材；提倡并鼓励编写体现工程型和应用型专业教学内容和课程体系改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本，合理配套。基础课和专业基础课教材要配套，同一门课程可以有多种具有不同内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化，基本教材与辅助教材，教学参考书，文字教材与软件教材的关系，实现教材系列资源配套。

(5) 依靠专家，择优选用。在制订教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时，要引入竞争机制，通过申报、评审确定主编。书稿完成后要认真实行审稿程序，确保出书质量。

繁荣教材出版事业，提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量和建设力度，希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校计算机教育实用规划教材编委会
联系人：丁岭 dingl@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

“计算机组成与系统结构”是计算机科学与技术专业本科学生的必修课,属于主干专业课程,是必须掌握的重要知识结构。“计算机组成与系统结构”是一门理论性强、与实际结合紧密的课程,其特点是基本概念多、内容覆盖面广以及比较抽象。本课程的内容包括计算机系统的总体结构、CPU 的结构及指令系统的功能和设计方法、计算机系统的存储体系结构与设计以及输入输出系统的功能等内容。学习本书的读者需要掌握一定的计算机基础知识、汇编语言及计算机接口知识。通过本课程的学习,使学生掌握计算机的工作原理、组成原理以及主要部件的设计与实现方法,有利于提高学生在计算机系统设计方面的素质和能力。

全书共分 8 章,第 1 章概要地介绍了计算机系统的基本知识,包括计算机的发展、计算机的软件和硬件结构、计算机的层次结构和主要技术指标内容。第 2 章主要讲述数据编码与数据运算方面的内容,为后面章节讲述计算机组成结构提供必要的基础。第 3 章介绍计算机指令系统的要素、指令格式、寻址技术等与指令系统设计相关的内容。第 4 章讲述中央处理器的组成结构和设计思想,包括 CPU 的总体结构、控制器和时序部件的组成及功能描述、组合逻辑控制器和微程序控制器的原理与设计。第 5 章讲述计算机的存储体系结构,包括内存储器、cache 和辅助存储器的组成及工作原理。第 6 章介绍常用的输入输出设备的工作原理、分类、特点及应用知识。第 7 章主要研究总线和输入输出控制方式等输入输出系统的相关技术。第 8 章重点介绍计算机系统体系结构方面的知识,涉及的系统有微型计算机、工作站与服务器、并行处理机、数据流机、归约机等。每章后附有习题,可以作为巩固相关知识的课后作业。

本书由上海交通大学技术学院教师卜艳萍担任主编,并编写了第 1 章~第 4 章和第 8 章,第 5 章~第 7 章由华东理工大学的周伟老师编写。在书稿编写过程中,赵桂钦、李铮、王德俊老师对书稿的结构和内容提出了有益的建议,邱遥、周焯晴、刘雅琴等参加了资料收集及部分书稿的录入工作,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限及时间仓促,书中错漏和不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2007 年 11 月

目 录

第 1 章 计算机系统概论	1
1.1 计算机的发展简史	1
1.1.1 计算机的发展	1
1.1.2 计算机的应用	2
1.1.3 计算机的特性	5
1.1.4 计算机的分类	6
1.2 计算机的硬件系统	7
1.2.1 计算机的主要部件	7
1.2.2 计算机的典型结构	9
1.3 计算机的软件系统	11
1.3.1 软件系统	11
1.3.2 软件和硬件的逻辑等价性	12
1.4 计算机系统的层次结构	13
1.5 计算机的主要技术指标	14
思考与练习	16
第 2 章 数据编码与数据运算	17
2.1 数据信息的表示	17
2.1.1 数的机器码表示	17
2.1.2 机器数的定点表示和浮点表示	19
2.1.3 十进制数的表示	24
2.1.4 非数值数据的表示	26
2.2 数据信息的校验	29
2.2.1 数据校验码	29
2.2.2 奇偶校验码	30
2.2.3 海明校验码	31
2.2.4 循环冗余校验码	34
2.3 定点数加减法运算	37
2.3.1 机器数的移位与舍入	37
2.3.2 补码加、减运算方法	39

2.3.3	补码加、减运算的溢出问题	41
2.3.4	补码加、减运算的实现	43
2.4	定点数乘除法运算	45
2.4.1	原码乘法运算	45
2.4.2	补码乘法运算	47
2.4.3	原码除法运算	51
2.4.4	补码除法运算	55
2.4.5	阵列乘法器和除法器	57
2.5	规格化浮点数算术运算	58
2.5.1	浮点数加减运算	58
2.5.2	浮点数乘除运算	60
2.6	逻辑运算	61
2.7	运算器的组成及功能	62
2.7.1	运算器的组成	62
2.7.2	用集成电路构成 ALU	63
2.7.3	定点运算器和浮点运算器	65
	思考与练习	68

第 3 章 计算机指令系统..... 70

3.1	概述	70
3.1.1	指令系统的基本概念	70
3.1.2	指令的要素	72
3.2	指令格式	72
3.2.1	指令字长	73
3.2.2	地址码	73
3.2.3	操作码	75
3.2.4	指令格式的优化设计	76
3.3	寻址技术	81
3.3.1	编址方式	81
3.3.2	指令的寻址方式	82
3.3.3	数据的寻址方式	82
3.3.4	堆栈操作与寻址	88
3.4	指令系统	90
3.4.1	指令的分类	90
3.4.2	指令系统的发展	93
3.4.3	指令系统举例	96
	思考与练习	101

第 4 章 中央处理器	103
4.1 控制器概述	103
4.1.1 控制器的功能	103
4.1.2 控制器的组成	104
4.1.3 控制器的组成方式	106
4.1.4 指令执行过程	107
4.2 时序系统与控制方式	110
4.2.1 时序系统	110
4.2.2 同步控制方式	113
4.2.3 异步控制方式	114
4.2.4 联合控制方式	114
4.3 CPU 的总体结构	115
4.3.1 寄存器的设置	115
4.3.2 CPU 内部数据通路	116
4.3.3 指令的微操作控制	117
4.4 模型机	118
4.4.1 模型机的总体结构	119
4.4.2 模型机的指令系统	120
4.5 组合逻辑控制器	125
4.5.1 设计方法	125
4.5.2 微操作控制信号的产生	126
4.5.3 组合逻辑控制器的设计	129
4.6 微程序控制器	130
4.6.1 微程序控制的基本概念	131
4.6.2 微指令编码法	134
4.6.3 微程序流的控制	137
4.6.4 微指令格式设计及执行方式	140
4.6.5 微程序控制器的设计	143
4.7 PLA(可编程逻辑阵列)控制器	144
思考与练习	146
第 5 章 存储系统	149
5.1 存储系统概述	149
5.1.1 存储系统的层次结构	149
5.1.2 存储器的分类	151
5.1.3 主存储器的主要技术指标	153

5.2	主存储器	154
5.2.1	主存储器的基本结构	155
5.2.2	半导体随机读写存储器(RAM)	158
5.2.3	半导体只读存储器(ROM)	160
5.2.4	存储器芯片	161
5.2.5	主存储器的组成与控制	170
5.3	提高主存储器性能的措施	176
5.3.1	并行主存系统	176
5.3.2	高速缓冲存储器	179
5.3.3	相联存储器	184
5.3.4	虚拟存储器	185
5.3.5	存储保护	189
5.4	辅助存储器	191
5.4.1	辅助存储器的分类及发展	191
5.4.2	硬磁盘存储器	200
5.4.3	软磁盘存储器和磁带存储器	208
5.4.4	光盘存储器	213
	思考与练习	214
第6章	输入输出设备	216
6.1	输入输出设备概述	216
6.2	输入设备	218
6.2.1	键盘	218
6.2.2	鼠标	220
6.2.3	扫描仪	222
6.2.4	其他输入设备	224
6.3	输出设备	227
6.3.1	显示器	227
6.3.2	打印机	237
6.3.3	汉字处理设备	249
	思考与练习	254
第7章	输入输出系统	256
7.1	输入输出系统概述	256
7.1.1	I/O接口的功能	256
7.1.2	I/O接口的分类	258
7.1.3	I/O接口的基本组成	259

7.2	总线结构	261
7.2.1	计算机总线概述	261
7.2.2	总线的控制方式	263
7.2.3	总线的通信方式	265
7.2.4	总线上信息的传送方式	267
7.2.5	总线标准与标准总线	269
7.3	输入输出控制方式	277
7.3.1	程序直接控制方式	278
7.3.2	程序中断控制方式	282
7.3.3	DMA 控制方式	288
7.3.4	通道控制方式和 I/O 处理机方式	296
	思考与练习	303
第 8 章	计算机系统结构	305
8.1	计算机系统结构概述	305
8.1.1	计算机系统结构的分类	305
8.1.2	计算机系统的性能评测	306
8.2	微型计算机系统、工作站与服务器	308
8.2.1	微型计算机系统	308
8.2.2	工作站	315
8.2.3	服务器	317
8.3	流水线技术	319
8.3.1	流水线的基本概念	319
8.3.2	流水线的性能指标	322
8.3.3	流水线中的相关问题	324
8.4	并行处理机系统	326
8.4.1	并行处理机系统概述	326
8.4.2	SIMD 并行计算机(阵列处理机)	327
8.4.3	多处理机系统	329
8.5	非冯·诺依曼型计算机系统结构	337
8.5.1	数据流计算机	338
8.5.2	归约机	342
8.5.3	人工智能计算机	344
	思考与练习	349
参考文献	350

第 1 章

计算机系统概论

本章概要地介绍了计算机系统的发展历程、应用、特征及分类方法,从软、硬件的组成和结构方面分析了计算机系统的层次结构概念,最后讲述了计算机系统涉及的主要技术指标。通过本章学习,可以初步建立起计算机系统的整体概念,为深入研究计算机各个部分的组成与结构提供必要的基础知识。

1.1 计算机的发展简史

计算机是一种能够自动、高速、精确地对各种数字化信息进行处理现代化电子设备。现代计算机的种类很多,小到单片机、大到超级计算机统称为计算机,但它们在成本、尺寸、性能和应用上的差别非常大。计算机技术的快速发展,使得构成计算机部件的底层集成电路技术以及由这些部件组合而成的并行组织技术都有很大的改进。电子数字计算机诞生半个多世纪以来,其功能性能提高之快、应用领域拓展之宽、对社会发展影响之深是有目共睹的。

1.1.1 计算机的发展

20 世纪 40 年代,无线电技术和无线电工业的发展为电子计算机的研制准备了物质基础。1946 年 2 月 15 日,美国宾夕法尼亚大学研制成功了世界上第一台电子数字计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Computer),它的名称可直译为“电子数字积分计算机”。ENIAC 是一个庞然大物,共用了 1.8 万个电子管,耗电 150kW,重量达 30t,占地 170m²,其运算速度为 5000 次每秒左右。现在看来它性能不高,但是在计算机发展史上它成为一个重要的里程碑,被称为现代计算机的始祖。由它奠定了电子数字计算机的基础,开创了电子数字计算机的新纪元。

与 ENIAC 研制的同时,以美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(Von Neumann)为首的研究小组正在进行电子离散变量自动计算机(Electronic Discrete Variable Automatic Computer, EDVAC)的研制工作。EDVAC 采用了存储程序方案,存储程序概念是冯·诺依曼于 1946 年 6 月在题为《电子计算机装置逻辑结构初探》的报告中提出的。

从第一台电子数字计算机问世至今,计算机经历了迅猛的发展历程,其发展速度是世界上其他任何学科无法比拟的。翻开计算机的发展历史,人们最直接的感受是计算机器件的发展,因此通常根据计算机使用的主要电子器件,将其分成四个发展时代。

第一代:电子管计算机时代(从 1946 年第一台计算机研制成功到 20 世纪 50 年代后期),其主要特点是采用电子管作为基本器件。电子管是封装在玻璃外壳内的一种电真空器

件,用它可以设计出实现反相功能的反相器线路,在此基础上,再设计计算机使用的全部组合逻辑线路,例如加法器、译码器等线路和触发器、寄存器、计数器等各种时序逻辑线路。

在这一时期,主要为军事与国防尖端技术的需要而研制计算机,并进行有关的研究工作,为计算机技术的发展奠定了基础,其研究成果扩展到民用,又转为工业产品,形成了计算机工业。

第二代:晶体管计算机时代(从20世纪50年代中期到20世纪60年代后期),这时期计算机的主要器件逐步由电子管改为晶体管,因而缩小了体积,降低了功耗,提高了速度和可靠性。而且价格不断下降。晶体管指的是晶体三极管,是用半导体材料制作出来,封装在一个金属壳内带有三个管脚的小器件,1958年进入批量生产阶段。用它可以设计出实现反相功能的反相器线路,在此基础上,再制作出计算机使用的全部组合逻辑线路和触发器、寄存器、计数器等各种时序逻辑线路。

在这一时期开始重视计算机产品的继承性,形成了适应一定应用范围的计算机“族”,这是系列化思想的萌芽。从而缩短了新机器的研制周期,降低了生产成本,实现了程序兼容,方便了新机器的使用。

第三代:集成电路计算机时代(从20世纪60年代中期到70年代前期),随着半导体器件生产工艺与技术上的进步,在一片半导体基片上,可以生产出多个晶体管,并用它们形成具有一定处理功能的逻辑器件,这就是集成电路。此时集成到一个芯片内的晶体管数量还相当有限,实现的还只限于简单的、完成基础处理功能的组合逻辑门一级的电路和简单的触发器、寄存器之类的电路,故被称为中小规模集成电路。

这时期计算机的功耗、体积、价格等进一步下降,而速度及可靠性相应地提高,促使计算机的应用范围进一步扩大。正是由于集成电路成本的迅速下降,产生了成本低而功能不是太强的小型计算机供应市场。占领了许多数据处理的应用领域。

第四代:大规模集成电路计算机时代(20世纪70年代初开始),随着半导体器件生产工艺的改进,使得在一片半导体基片上,可以生产出数量更多的晶体管,这就形成了大规模集成电路;若在一个芯片上的晶体管数量达到更多,就叫做超大规模集成电路;单个芯片内的晶体管数量达到百万个时叫做甚大规模集成电路;达到一亿个时叫做极大规模集成电路。

个人计算机的出现和普遍应用是这一期间的重要贡献,计算机具有了集文字、图形、声音、图像于一体的能力,计算机与通信技术的结合形成了各种规模的计算机网络,从局域网、城域网、广域网到因特网。集成在一个芯片中的电路数量越多,就越能够提供出更强处理能力的计算机部件,甚至于是一个高性能的计算机处理器。更强处理能力和处理速度的工作站和精简指令系统计算机 RISC 的出现,进一步推动了计算机体系结构和实现技术的发展。超标量技术和乱序执行的实现都是这一时期的重要技术成果。

1.1.2 计算机的应用

随着计算机技术的迅速发展,计算机的应用范围在不断地扩大,小到电子手表、儿童玩具,大到卫星、导弹的发射,应该说计算机已经渗透到国民经济的各个部门,是否使用计算机已经成为各单位或部门技术应用水平高低的重要标志。下面从几个方面简述计算机的应用领域。

1. 科学计算

科学计算是计算机应用最早也是最重要的领域之一,其特点是计算量大且复杂,像数学、力学、核物理学、量子化学、天文学、生物学等基础科学的研究,至于航天、超音速飞行器、人造卫星与运载火箭轨道及桥梁设计、地质勘探、水力发电等方面的庞大计算都必须依靠高速计算机才能实现。对于某些时间性强的计算问题,如 24 小时天气预报,用手摇计算器进行计算需要几个星期,改用高速计算机则只需要几个小时或更短时间。

实践证明,计算机的高速度、高精度的计算改变了科学研究和工程设计的面貌,使得计算机已经成为广大科学工作者和工程设计人员不可缺少的重要工具。

2. 数据处理

在工业生产、企事业管理、商业及金融等方面,存在着大量的数据需要及时地进行搜集、整理、归纳、分类、存储、检索、统计、分析、列表、绘图等处理,这类问题涉及数据量大,运算难度相对较小,有大量的逻辑运算和判断分析,处理的结果往往以图表的形式输出。据统计,在目前的计算机应用中,数据处理所占的比例最大。为了使人们从大量繁杂的数据统计和事务管理中解脱出来,使用计算机是最有效的方法,大大提高工作效率、管理水平和数据处理质量。

3. 计算机控制

目前的工业控制系统以标准的工业计算机软、硬件平台构成集成系统,具有适应性强、开放性好、易于扩展、经济及开发周期短等显著优点。利用计算机进行工业生产过程控制,可以节省劳动力、减轻劳动强度、提高生产效率,同时还可以减少材料消耗、降低生产成本、改进产品质量、缩短生产周期等。因此用于生产过程自动控制的计算机,一般都是实时控制,可靠性要求很高。例如,在化工厂中用计算机来控制配料、温度、阀门的开闭等;在炼钢车间中用计算机控制加料、炉温、冶炼时间等;各种类型的程控机床的推出,对于提高产品精度和合格率是任何人工所不可能达到的。

随着微处理器和单片机技术的发展,嵌入式系统是当今用于人类生产和生活中的最热门的概念之一,是“控制、监视或者辅助设备、机器和车间运行的装置”。在工业和服务领域,使用嵌入式技术的数字机床、智能工具、工业机器人、服务机器人等正在逐渐改变着传统的工业和服务方式。

4. 计算机辅助设计

计算机辅助设计(CAD)是近年来迅速发展的一新的计算机应用领域。各行各业的设计师们都体会到,为了加快设计速度,提高设计精度,采用计算机进行辅助设计是正确的选择。众所周知,飞机的设计周期是很长的,一般一架飞机从方案设计到产生全部图纸,大约需要两年甚至更长的时间,而采用 CAD 后,一架飞机的设计周期可缩短为三个月左右,采用计算机生成图纸不仅速度快、质量高,而且修改起来非常方便,尤其是有利于设计方案的比较,最终选出性能价格比最高的设计方案,其效率可提高几倍、几十倍甚至更高。

CAD 技术的应用领域越来越广,从而派生出了许多新的技术分支,如计算机辅助制造(CAM)、计算机集成制造系统(CIMS)、计算机辅助教学(CAI)、计算机辅助测试(CAT)、计算机辅助工艺过程设计(CAPP)以及柔性(Flexible)制造技术等。

5. 人工智能

人工智能是指用计算机来模拟人的智能的技术。人工智能学科研究的主要内容包括:

知识表达、自动推理机和搜索方法、机器学习和知识获取、知识处理系统、自然语言理解、计算机视觉、智能机器人等。

知识表达是人工智能的基本问题之一,其中的常识知识是研究的重点,常识是指人们直觉的、日常使用的那些非专业性知识。自动推理与知识表达方法密切相关,是知识的使用过程。搜索是人工智能的一种问题求解方法,搜索策略决定着问题求解的推理过程中知识被使用的优先关系。

机器学习是人工智能领域的另一个重要问题。机器学习是指在一定的知识表达意义下获取新知识的过程。

知识处理系统主要由知识库和推理机组成。知识库的功能是存储系统所需要的知识(如专家系统)。推理机则定义使用知识的方法和策略。

人与机器进行对话,利用能为计算机所接受的自然语言描述现实世界,一直是人工智能的研究目标之一。自然语言的理解过程包括语法分析和语义分析,已经研制的一些自然语言理解系统都只能处理自然语言的子集。其中人机接口和机器翻译系统已有商品,但要让机器像人一样运用自然语言,还是长远而艰巨的任务。

6. 家用电器

计算机不仅在国民经济各领域发挥越来越大的作用,而且已应用于日常生活,特别是家用电器中。例如,彩色电视的调台器,就是把微型机和锁环频率合成器结合起来构成的,从而使电视机增加了数字选台、自动选台、预约节目、遥控等多种功能。目前,不仅使用各种类型的个人计算机,而且将单片机广泛应用于微波炉、磁带录音机、自动洗衣机、煤气定时器、家用空调设备控制器、电控缝纫机、电子玩具和游戏机等。

未来的家用计算机将指挥机器人扫地、清洁地毯、控制炉灶的烹煮时间、调节室内湿度、执行守护房屋和防火工作,还可以接受主人的电话命令,开启暖炉或冷气机。在 21 世纪,计算机网络和计算机控制的设备将广泛地应用于办公室、工厂和家庭。通过互联网,可以传递多种多样有益的信息,如时事新闻、商业行情等。

7. 网络应用

虽然 Internet 起源于 20 世纪 60 年代的 ARPANET,但直到 20 世纪 80 年代中期,Novell 公司推出开放的、模块化的 Net Ware 网络系统后,计算机网络才从实验研究阶段转向公众,走向社会。由此各种基于网络的 MIS 系统应运而生,从而加快了社会信息自动化的前进步伐。随着计算机技术和网络通信技术的进一步发展,Internet 的应用全面推广,电子邮件、电子商务、电子政务、企业 Web 应用系统、远程教育、多媒体音频和视频点播等,一切都说明我们已经处在计算机网络时代了。

8. 办公自动化

办公自动化即利用计算机及自动化的办公设备来替代原来由办公人员完成的工作,例如,用计算机起草、登录文件、安排日常的各类公务活动(会议、会客、外出购票等),收集各类信息,将各类信息以数字的形式存于数据库内,并可随时进行查询、检索及修改。一个完整的办公自动化系统将包括文秘、财务、人事、资料、后勤等各项管理工作。近年来由于 Internet 的应用,将计算机、办公自动化设备与通信技术相结合,使办公自动化向更高层次发展。办公自动化系统的应用,促进了企业中人事管理、工资管理、物资管理、商务管理、生产经营管理、市场预测、统计报表以及领导决策等企业管理技术的全面发展与完善。

1.1.3 计算机的特性

60多年来,虽然计算机制造技术发生了很大的变化,其性能有了极大的提高;计算机取得了科学史上最惊人的发展速度,但计算机的基本组成原理仍遵循着冯·诺依曼体系结构。冯·诺依曼机的主要特征有:用二进制形式表示数据和指令;采用存储程序方式保存程序和数据;由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五个部分组成计算机系统;机器的工作在指令的控制下协调进行;可进行数据的输入输出操作等。

计算机的特征总结如下:

1. 自动连续地工作

由于程序和数据存储在计算机中,一旦输入了编制好的程序,启动计算机后,它就能按程序自动地执行下去,直到完成预定的任务为止。除非工作本身要求采用人机对话方式,一般在运算过程中不需要人的直接干预。这是数字计算机的一个突出特点。

2. 运算速度快

由于计算机采用高速的电子器件组成硬件,能以极高的速度工作。世界上第一台计算机的运算速度为每秒5000次,目前普通的微型计算机每秒就可以执行上亿条指令。随着计算机体系结构的发展,以及更新的技术和更高速器件的诞生,计算机的处理速度也将更高。

3. 运算精度高

计算机的运算精度随着数字运算设备的技术发展而提高,加上先进的算法,可得到很高的运算精度。例如 π 的计算,在计算机诞生前的1500多年的时间里,虽经人们不懈努力,也仅计算到其小数点后500位。而使用计算机后,目前已达到小数点后上亿位。

4. 具有记忆能力和逻辑判断能力

计算机的存储器具有存储、记忆大量信息的功能。不但可以存放计算的原始数据、中间数据以及最后结果,还能存放人们事先编好的各种程序,这是计算机能进行自动处理的原因之一。计算机不仅具有运算能力,而且还有很强的逻辑判断能力,这是计算机高度自动化工作的基础。正因为它可以根据上一步运算结果进行判断,自动选择下一步工作,使计算机能够进行诸如资料分类、信息检索、逻辑推理等具有逻辑加工性质的工作,大大扩大了计算机的应用范围。

5. 极高的准确性

由于采用了数字化信息编码,使计算机的运算、控制及信息处理具有极大的准确性。在计算机中,所有的数值和符号、文字、图形、图像、语音等非数值信息均采用数字化的编码形式表示,从而保证了准确性。

6. 极强的通用性

计算机采用存储程序原理,程序可以是各个领域中的用户自己编写的应用程序,也可以是厂家提供的供众多用户共享的程序,使计算机具有很大的灵活性和通用性,能应用于各个科学技术领域,并渗透到社会生活的各个方面。

7. 体积小、重量轻

由于采用大规模集成电路(LSI)和超大规模集成电路(VLSI),使微型机所含的器件数目大为减少,体积大为缩小。20世纪50年代要由占地上百平方米、耗电上百千瓦的电子计算机实现的功能,在当今,已被内部只含几片集成电路的微型机所取代。

1.1.4 计算机的分类

由于考察计算机性能的角度不同,计算机可以有多种分类方法。按处理的信息形式分,有模拟计算机和数字计算机两种;按计算机字长分,有8位机、16位机、32位机、64位机等;按计算机应用范围分,有通用机和专用机;按计算机规模分,有巨型机、大型机、小型机、微型机、工作站以及计算机网络系统等。下面主要介绍按规模分类的计算机的特点和功能。

1. 巨型机

巨型机主要用于大规模的科学计算,如原子能、弹道导弹技术、航天飞机、天气预报、石油勘探等领域。它的研制集中反映了一个国家科学技术的发展水平。集成电路的进展,为制造巨型机提供了条件。例如,古德伊尔公司为美国宇航局(NASA)研制了一台处理卫星图像的计算机系统MPP,该机由16384个微处理器组成 128×128 的方阵。这种采用并行处理技术的多处理器系统是巨型机发展的一个重要方面。今后,超级计算机的发展方向将是采用新的硬件结构,并以新的软件和处理问题的算法将计算机的处理速度提高到一个新的台阶。

2. 大型机

大型机具有可靠性高、通用性强、运算速度快、存储容量大、吞吐能力高、网络功能完善等特点,一般采用对称多处理器和并行处理体系结构。一些大型的企业或研究机构需要功能强大的大型机来存储和处理大量的数据和信息,因此,大型机被许多部门广泛应用。如IBM公司的IBM 370曾占领了20世纪70年代和20世纪80年代的大部分大型机市场。20世纪90年代IBM推出的大型机系列为IBM S/390系列,并不断推出新产品。

3. 小型机

小型机规模小、结构简单,所以设计试制周期短,便于及时采用先进工艺,生产量大,硬件成本低;同时由于软件比大型机的简单,所以软件成本也低。再加上容易操作、容易维护和可靠性高等特点,使得管理机器和编制程序都比较简单,因而得以迅速推广,掀起一个计算机普及应用的浪潮。DEC公司的PDP-11系列是16位小型机的代表,20世纪80年代以后,精简指令系统计算机(RISC)问世,导致小型机性能大幅度提高。小型机广泛应用于工程设计、科学计算、信号处理、图像处理、企业管理以及在客户/服务器结构中用作服务器等。

4. 微型机

微型计算机是第四代计算机的典型代表。构成微型计算机的核心部件是微处理器,也叫中央处理器或中央处理单元CPU(Central Processing Unit,CPU)。

第一代微处理器是1971年由Intel公司研制的4位微处理器4004。Intel 8086是最早开发成功的16位微处理器(1978年),在1983年,IBM公司又推出带有硬盘的IBM PC/XT机,从此IBM PC机成为个人计算机的主流机之一。1985年,32位微处理器Intel 80386问世,与原来的产品相比较,除了提高主频速度外,还将原属于芯片外的有关电路集成到芯片内。80386与8086向上兼容,具有32位数据线和32位地址线。在虚拟地址保护模式下可寻址4GB(2^{32})物理地址和64TB(2^{46})虚拟地址空间。1989年,Intel公司又推出了性能更高的32位微处理器80486。在80486中采用了部分RISC(精简指令集计算机)技术、突发总线技术和时钟倍频技术,使处理速度大大提高。

Intel公司在1993年推出了全新一代的微处理器Pentium,Pentium仍然是32位微处理器,具有5级超标量结构、64条数据线和32位地址线。采用了分支预测、指令固化、双