



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材 配套用书



21世纪大学本科
计算机专业系列教材

蒋本珊 编著

计算机组成原理
教师用书
(第3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
- 本书第2版被评为北京高等教育精品教材



清华大学出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教

21世纪大学本科计算机专业系列教材

计算机组成原理教师用书

(第3版)

蒋本珊 编著



清华大学出版社

内 容 简 介

本书是与《计算机组成原理(第3版)》一书完全配套的教师用书。全书共9章,与主教材的章节完全对应,每一章都按基本内容要求、教师授课参考、误点疑点解惑、相关知识介绍和教材习题解答5个板块进行组织。

全书概念清楚,通俗易懂,由浅入深,其核心内容是每一章的误点疑点解惑和相关知识介绍两大板块。各章中都以专题的形式对有关问题进行了比较详细和深入的讨论,并且通过一些例题来帮助读者加深对“计算机组成原理”课程所学知识的理解。

本书可供高等院校计算机专业的教师讲授“计算机组成原理”课程时作为教学参考书,也可作为学生学习本课程的参考用书。

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

计算机组成原理教师用书/蒋本珊编著. —3版. —北京:清华大学出版社,2014

21世纪大学本科计算机专业系列教材

ISBN 978-7-302-36098-8

I. ①计… II. ①蒋… III. ①计算机组成原理—高等学校—教学参考资料 IV. ①TP301

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第069669号

责任编辑:张瑞庆 战晓雷

封面设计:常雪影

责任校对:李建庄

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 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

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:三河市君旺印装厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:16.75 字 数:415千字

版 次:2005年8月第1版 2014年7月第3版 印 次:2014年7月第1次印刷

印 数:1~1500

定 价:35.00元

21 世纪大学本科计算机专业系列教材编委会

主 任：李晓明

副 主 任：蒋宗礼 卢先和

委 员：(按姓氏笔画为序)

马华东 马殿富 王志英 王晓东 宁 洪

刘 辰 孙茂松 李仁发 李文新 杨 波

吴朝晖 何炎祥 宋方敏 张 莉 金 海

周兴社 孟祥旭 袁晓洁 钱乐秋 黄国兴

曾 明 廖明宏

秘 书：张瑞庆

本书主审：袁开榜

前言 (第3版)

FOREWORD

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《计算机组成原理(第3版)》的配套教师用书。2011年,本书的第2版与《计算机组成原理(第2版)》及另一本配套参考书《计算机组成原理学习指导与习题解析(第2版)》一并被评为北京市精品教材。

随着主教材第3版的正式出版,与主教材配套的辅助教材也相应作了修订。本次修订主要的变化如下:

(1) 在保留原书的框架和风格的前提下,与主教材第3版同步增加了“总线”一章,使全书的总章数由8章变为9章。

(2) 修改补充了“误点疑点解惑”和“相关知识介绍”板块的部分内容。

(3) 针对全国硕士研究生入学统一考试计算机科学与技术学科联考计算机学科专业基础考试大纲的变化,对“教师授课参考”板块进行了适当的调整。

本书是作者多年教学经验和体会的结晶,其读者对象定位于“计算机组成原理”课程的主讲与辅导老师,当然也可以供学生学习“计算机组成原理”课程时参考,但建议学生不要把这本书单纯地当作主教材各章习题的解答。

在本书编写过程中,欧阳凌、潘海军帮助整理了“教材习题解答”板块,对全部习题及解答进行了审校,在此表示感谢。

作 者

2014年3月于北京理工大学

前言 (第2版)

FOREWORD

本书与主教材《计算机组成原理》和辅助教材《计算机组成原理学习指导与习题解析》一起入选教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材。目前,《计算机组成原理》的相关教材已经形成了一个比较完整的教材教学体系,可以适应大多数高校的计算机及相关专业“计算机组成原理”课程教学的需要,受到了广大老师和学生的欢迎。

《计算机组成原理(第2版)》已于2008年9月正式出版,2009年4月该书获得兵工高校优秀教材一等奖。随后,《计算机组成原理学习指导与习题解析(第2版)》正式出版,对教师用书的修订也提上了议事日程。此次修订保留了原书的框架和风格,但每一章都增加了“教师授课参考”板块,其目的有两个方面:其一是为本课程的主讲教师提供一些教学建议;其二,因为计算机学科研究生入学考试从2009年开始实行联合命题,统一考试,所以在此板块中对《全国硕士研究生入学统一考试计算机科学与技术学科联考计算机学科专业基础考试大纲》进行了介绍,并与主教材的章节进行了对照,以便教师在教学中注意相关的知识点。

希望本书能成为主讲教师讲授“计算机组成原理”课程时的指南和助手。本书也可供学生学习“计算机组成原理”课程时参考。

在本书编写过程中,欧阳凌帮助整理了“教材习题解答”板块,对全部习题及解答进行了审校,在此表示感谢。

本书第1版自面市以来,收到了许多同行和读者发来的电子邮件,对于读者的来信,本人均给予了一一回复和解答。希望修订之后的本书能对您有所帮助,欢迎来信提出意见和建议。电子邮箱:bs.jiang@163.com。

作 者

2009年8月于北京理工大学

前言 (第1版)

FOREWORD

“计算机组成原理”是计算机类专业学生的必修核心课程之一,主要讨论计算机各大部件的基本组成原理,各大部件互连构成整机系统的技术。本课程在计算机学科中处于承上启下的地位,具有内容多、难度大等特点。本书根据作者近二十年来从事“计算机组成原理”课程教学的经验和体会整理编写而成,以满足讲授“计算机组成原理”课程教师的需要。本书的使用将有助于教师对主教材和相关背景知识的理解,对于改进教学方法、提高教学质量都有着积极的意义。

本书是与已列入中国计算机学会和清华大学出版社共同规划的“21世纪大学本科计算机专业系列教材”之一的《计算机组成原理》一书完全配套的教师用书。全书共分8章,与主教材的章节完全对应,每一章都按基本内容要求、误点疑点解惑、相关知识介绍和教材习题解答4个板块进行组织。

第一板块按照了解、理解、掌握3个不同的层次对各章节的教学内容提出基本要求,既方便教师在教学过程中根据实际的教学时数合理地安排教学内容,也方便学生在学习过程中把握住重点。

第二板块结合本人的教学经验和体会,对本课程学习过程中容易出现的误点与疑点问题进行答疑解惑,指出教学过程中应当需要特别注意的问题。

第三板块对主教材中由于篇幅原因没有能够展开的内容以及与本课程密切相关的背景知识进行介绍和讨论,以丰富读者的视野。

第四板块则给出主教材中所附全部习题较为详细的解答过程与参考答案,这是应一些读者的要求而写的。

本书是根据中国计算机学会教育委员会制订的《中国计算机科学与技术学科教程2002》(CCC2002)对课程教学内容的要求,结合作者讲授本课程近二十年的教学经验和体会“磨”出来的。全书概念清楚,由浅入深。全书的核心内容是每一章的误点疑点解惑和相关知识介绍两大板块,在每章中都以专题的形式对有关问题进行了比较详细和深入的讨论,并且还有一些例题来帮助读者加深对有关知识点的理解。

考虑到本书的主要读者对象应该是讲授本课程的教师,所以在本书每一章的最后一个板块给出了主教材中全部习题的详解,以供讲授和辅导时参考。要注意的是,有些习题的答案并不唯一,设计也不一定最优,读者可以根据解题思路自己解答,不要受参考答案的限制和束缚。还需要特别指出的是,建议学生在学习过程中最好不要先看这一部分内容,一定要给自己留下一个独立思考的空间。

“计算机组成原理”课程的教材在国内已经出版了不少种,近年来也出现了一些面向学

生的学习指导用书,但目前还没有见到针对主讲和辅导教师编写的教师用书面世,本书的出现可以说填补了一个空白,相信它会为讲授该课程的广大教师提供真正的帮助。

主教材《计算机组成原理》一书自2004年3月出版以来,受到读者的欢迎和专家的认可,并于2004年底被评为北京市精品教材,与主教材配套的《计算机组成原理学习指导与习题解析》一书也于不久前面世,此次本书的问世将会使这套书锦上添花,它们将与《计算机组成原理电子教案》一起,构成本课程的一个立体教材体系。

本书既与主教材有紧密的关系,又独立成书,可以单独使用;既可作为教师讲授“计算机组成原理”课程时的参考书,也可作为学生学习“计算机组成原理”课程时的参考书。

在本书编写过程中得到了“21世纪大学本科计算机专业系列教材”编委会的多次指导和建议,清华大学出版社的编辑们也为本书的出版做了许多工作。在此对他们辛勤的工作和热情的支持表示诚挚的感谢!

由于时间的原因以及个人的水平限制,书中难免出现错误和不妥之处,欢迎同行和广大读者批评指正。如有问题可直接与作者邮箱联系:bs.jiang@163.com。

作 者

2005年4月于北京理工大学



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

近期出版书目

- 计算概论(第2版)
- 计算概论——程序设计阅读题解
- 计算机导论(第3版)
- 计算机导论教学指导与习题解答
- 计算机伦理学
- 程序设计导引及在线实践
- 程序设计基础(第2版)
- 程序设计基础习题解析与实验指导
- 如何编写C程序
- 程序设计基础(C语言)(第2版)
- 程序设计基础(C语言)实验指导(第2版)
- 离散数学(第3版)
- 离散数学习题解答与学习指导(第3版)
- 数据结构(STL框架)
- 算法设计与分析
- 算法设计与分析习题解答与学习指导
- 算法设计与分析(第2版)
- 算法设计与分析习题解答(第2版)
- C++程序设计(第2版)
- Java程序设计
- 面向对象程序设计(第3版)
- 形式语言与自动机理论(第3版)
- 形式语言与自动机理论教学参考书(第3版)
- 数字电子技术基础
- 数字逻辑
- FPGA数字逻辑设计
- 计算机组成原理(第3版)
- 计算机组成原理教师用书(第3版)
- 计算机组成原理学习指导与习题解析(第3版)
- 微机原理与接口技术
- 微型计算机系统与接口(第2版)
- 计算机组成与系统结构
- 计算机组成与系统结构习题解答与教学指导
- 计算机组成与体系结构(第2版)
- 计算机系统结构教程
- 计算机系统结构学习指导与题解
- 计算机系统结构实践教程
- 计算机操作系统(第2版)
- 计算机操作系统学习指导与习题解答
- 编译原理
- 软件工程(第2版)
- 计算机图形学
- 计算机网络(第3版)
- 计算机网络教师用书(第3版)
- 计算机网络实验指导书(第3版)
- 计算机网络习题解析与同步练习
- 计算机网络软件编程指导书
- 人工智能
- 多媒体技术原理及应用(第2版)
- 计算机网络工程(第2版)
- 计算机网络工程实验教程
- 信息安全原理及应用

目 录

CONTENTS

第 1 章 概论	1
1.1 基本内容要求	1
1.2 教师授课参考	1
1.3 误点疑点解惑	2
1.4 相关知识介绍	4
1.5 教材习题解答	8
第 2 章 数据的机器层次表示	10
2.1 基本内容要求	10
2.2 教师授课参考	11
2.3 误点疑点解惑	11
2.4 相关知识介绍	22
2.5 教材习题解答	34
第 3 章 指令系统	43
3.1 基本内容要求	43
3.2 教师授课参考	43
3.3 误点疑点解惑	44
3.4 相关知识介绍	57
3.5 教材习题解答	67
第 4 章 数值的机器运算	75
4.1 基本内容要求	75
4.2 教师授课参考	76
4.3 误点疑点解惑	76
4.4 相关知识介绍	83
4.5 教材习题解答	98

第5章 存储系统和结构	111
5.1 基本内容要求	111
5.2 教师授课参考	112
5.3 误点疑点解惑	113
5.4 相关知识介绍	123
5.5 教材习题解答	133
第6章 中央处理器	144
6.1 基本内容要求	144
6.2 教师授课参考	145
6.3 误点疑点解惑	145
6.4 相关知识介绍	158
6.5 教材习题解答	174
第7章 总线	185
7.1 基本内容要求	185
7.2 教师授课参考	185
7.3 误点疑点解惑	186
7.4 相关知识介绍	189
7.5 教材习题解答	193
第8章 外部设备	195
8.1 基本内容要求	195
8.2 教师授课参考	196
8.3 误点疑点解惑	196
8.4 相关知识介绍	207
8.5 教材习题解答	215
第9章 输入输出系统	223
9.1 基本内容要求	223
9.2 教师授课参考	224
9.3 误点疑点解惑	224
9.4 相关知识介绍	234
9.5 教材习题解答	245
参考文献	254

第 1 章

概 论

1.1 基本内容要求

本章从存储程序的概念入手,讨论计算机的基本组成与工作原理,使读者对于计算机系统先有一个简单的整体概念,为今后深入讨论各个部件打下基础。

学习要求

- 了解存储程序的概念。
- 掌握 CPU 和主机这两个术语的含义。
- 理解 5 大基本部件的功能。
- 理解总线的概念和总线分时共享的特点。
- 了解大、中型计算机的典型结构。
- 理解冯·诺依曼结构和哈佛结构的区别。
- 理解计算机系统的含义。
- 理解硬件与软件的关系。
- 了解系列机和软件兼容的概念。
- 了解计算机系统的多层次结构。
- 了解实际机器和虚拟机器的概念。
- 理解计算机中的主要性能指标(基本字长、数据通路宽度、存储容量和运算速度等)。

1.2 教师授课参考

本章内容是本课程的绪论,是学习本课程的一个开头,属于非重点章。本章不要求学生掌握更深入的具体知识,而是强调尽早地从层次的观点理解计算机系统硬件、软件的完整组成,硬件和软件之间的关系;理解组成计算机硬件系统的五大功能部件的基本功能以及通过总线实现互连的连接关系,理解计算机的主要性能指标并了解一些概念和术语的解释。本章总体难度不大,不必花费很多的时间讲授。

根据教育部发布的《全国硕士研究生入学统一考试计算机科学与技术学科联考计算机学科专业基础考试大纲》对计算机组成原理部分的要求,本章内容对应考研大纲第一部分——计算机系统概述,主要涉及以下知识点:

(一) 计算机发展历程

(二) 计算机系统层次结构

1. 计算机硬件的基本组成
2. 计算机系统的基本组成
3. 计算机软件和硬件的关系
4. 计算机的工作过程

(三) 计算机性能指标

吞吐量、响应时间; CPU 时钟周期、主频、CPI、CPU 执行时间; MIPS、MFLOPS、GFLOPS、TFLOPS、PFLOPS。

这一部分内容的试题多以选择题形式出现,其中有些知识点(如性能指标的计算等)也会与后续各部分内容相结合,出现在综合应用题中。

1.3 误点疑点解惑

1. 主机

主机 = CPU + 主存储器

主机是一个简单的基本概念,但经常会有学生回答:主机 = CPU + 存储器。这个答案对早期的计算机来说不能算错,但对现代的计算机来说就不能算对了,起码这个答案是不完整的。因为存储器有主存储器和辅助存储器之分,主机中只包括主存储器,而不包括辅助存储器。主存储器由 RAM 和 ROM 组成,对于微型计算机而言,是指插在主板上的内存条和其他存储芯片。辅助存储器则是硬盘、软盘和光盘等存储器的总称,它们处于主板之外,属于外部设备。

2. 总线结构

总线结构是小型、微型计算机的典型结构,它可以将五大基本部件连接成硬件系统。最简单的总线结构是单总线结构。单总线(系统总线)按总线上传送信息的不同又可以细分为地址总线、数据总线和控制总线。地址总线用来传输由 CPU 向主存、外设发送的地址信息,其位数决定了系统能够使用的最大的存储容量;数据总线用来传输各功能部件之间的数据信息,其位数是决定系统总体性能的关键因素;控制总线上传输的是控制信息,包括 CPU 送出的控制命令和主存(或外设)返回 CPU 的反馈信号。

一提到地址总线、数据总线和控制总线,不少人可能会把它们误认为是 3 组不同的总线。事实上地址总线、数据总线和控制总线都是系统总线的一部分,只是根据总线上传送的信息不同而分别定名,不能仅仅因为它们的名称不同而认为它们是 3 组不同的总线。

3. 完整的计算机系统

一个完整的计算机系统包含硬件系统和软件系统两大部分。

硬件系统包括运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大基本部件。

软件系统分为系统软件和应用软件两大类。系统软件包括操作系统、诊断程序和计算机语言处理程序等;应用程序包括厂家出售的通用软件和用户自己编写的应用程序。

这是一个简单的基本概念,但经常会有学生误认为计算机的硬件系统就是计算机系统。应当强调指出硬件和软件是相辅相成、不可分割的整体,计算机是一个完整的系统,是由硬件和软件共同组成的,切不可把硬件和软件完全割裂开。

软件是计算机系统的灵魂,没有软件的计算机称为“裸机”,它犹如一堆废铁,是不能提供给用户使用的。

4. 硬件、软件的功能划分与逻辑上的等价

硬件是躯体,是物质基础;软件是灵魂,是硬件功能的完善和补充。没有硬件,或者没有良好的硬件,运行软件就无从谈起,也就无法计算、处理某一方面的问题。没有软件,或者没有优秀的软件,计算机就是一个空壳,根本无法工作,或者不能高效率地工作。因此,硬件与软件具有相互渗透、相互依存、互相配合、互相促进的关系,二者缺一不可。

硬件与软件之间的功能分配关系常常随着技术进步而变化,哪些功能分配给硬件,哪些功能分配给软件是没有固定模式的。在计算机中,实际上有许多功能既可以直接由硬件实现,也可以在硬件的支持下依靠软件来实现,也就是说硬件和软件在逻辑功能上是等价的。例如,乘法运算,既可以用硬件乘法器实现,也可以用乘法子程序实现。在设计一台计算机时,硬件和软件功能如何分配取决于所选定的设计目标和系统的性能价格比,也与当时的技术水平有关。

早期的计算机设计较多采用“硬件软化”的技术策略。为了降低计算机的造价,只让硬件完成比较简单的指令操作,如传送、加法、减法、移位和基本逻辑运算,而乘法、除法、浮点运算等比较复杂的功能则交给软件完成。随着集成电路技术的飞速发展,“软件硬化”已成为常用的技术策略。将原来依靠软件才能实现的一些功能改由大规模或超大规模集成电路直接实现,如浮点运算、存储管理等。

微程序控制技术的出现使计算机结构和硬件、软件功能分配发生了变化,对指令的解释与执行是通过运行微程序来实现的,因而又出现了另一种技术策略——“软件固化”。利用程序设计技术可使原来属于软件级的一些功能纳入微程序一级。微程序类似于软件,但被固化在只读存储器中,属于硬件中 CPU 的范畴,称为固件。人们也常采用软件固化的策略,将系统软件的核心部分(如操作系统的内核、常用软件中固定不变的部分)固化在存储芯片中。

5. 机器字长、存储字长和数据字长

机器字长也称基本字长,是指参与运算的数的基本位数,即 CPU 在同一时间内能一次处理的二进制数的位数。机器字长标志着计算精度,也反映寄存器、运算部件和数据总线的位数。机器字长越长,操作数的位数越多,计算精度也就越高,但相应部件的位数也会增多,使硬件成本随之增高。为了较好地协调计算精度与硬件成本的制约关系,针对不同需求,大多数计算机允许采用变字长运算,即允许硬件实现以字节为单位的运算以及某种基本字长或双字长的运算,通过软件实现多字长运算。

数据通路宽度是指数据总线一次所能并行传送信息的位数,它影响计算机的有效处理速度。数据通路宽度分为 CPU 内部和 CPU 外部两种情况。CPU 内部数据通路宽度一般等于机器字长,即内部数据线的位数;而 CPU 外部数据通路宽度则等于系统数据总线一次所能并行传送的信息位数,即 CPU 与主存、输入输出设备之间一次数据传送的信息位数,也称为存储字长。有的 CPU 内、外数据通路宽度一样,而有的 CPU 内、外数据通路宽度则

不同。例如,Pentium 微处理器的内部数据线为 32 位,而外部数据线为 64 位。

还需要说明的一个概念是字(word),字实际上只能算作一个计量单位,对于系列机来说,字的长度是固定的。例如,在 80x86 系列中,一个字等于 16 位。所以将 16 位的数据称为单字,32 位的数据称为双字,64 位的数据称为四倍字。在 IBM 303X 系列中,一个字等于 32 位。所以将 16 位的数据称为半字,32 位的数据称为单字,64 位的数据称为双字。这里所说的字也可以称为数据字。

对于同一个微处理器,机器字长、存储字长和数据字长可以是相等的,也可以是不相等的,最典型的例子是 8086 微处理器和 Pentium 微处理器。8086 的机器字长、存储字长和数据字长都是 16 位;而 Pentium 的机器字长是 32 位,存储字长是 64 位,因为 Pentium 属于 80x86 系列,它的数据字长只有 16 位。学生很容易将这 3 种字长混为一谈,认为所有的字长一定是相等的,因此有必要强调这 3 种字长的区别。

6. 运算速度指标

MIPS 表示每秒执行指令的条数,机器的主频越高,CPI 越少,其 MIPS 就越高。但是 MIPS 很大程度上依赖于机器的指令系统,同时还与机器硬件的实现有关,所以,用 MIPS 来衡量标量处理机的性能比较合适。

MFLOPS 反映机器执行浮点操作的性能,它是基于浮点操作而不是指令的。同一个程序,不同计算机运行所需指令数会不同,但运算所用到的浮点数的个数却是相同的。

MFLOPS 与 MIPS 的折算没有统一的标准。一般认为在标量计算机上执行一次浮点操作平均需要 3 条指令,所以一般可按以下公式来折算:

$$1\text{MFLOPS}\approx 3\text{MIPS}$$

过去,人们多用 MFLOPS 作为衡量向量机的运算速度指标,随着巨型计算机运算速度的不断提升,再用 MFLOPS 作为衡量运算速度的指标就显得太小了,GFLOPS、TFLOPS、PFLOPS 甚至 EFLOPS 等指标就应运而生了。这些指标与 MFLOPS 实质是相同的,只是单位的变化,就像毫米、厘米等不同的长度单位一样。需要注意的是 M、G、T、P、E 的定义和它们之间的关系。

一个 MFLOPS(MegaFLOPS)等于每秒 1 百万($=10^6$)次的浮点运算。

一个 GFLOPS(GigaFLOPS)等于每秒 10 亿($=10^9$)次的浮点运算。

一个 TFLOPS(TeraFLOPS)等于每秒 1 万亿($=10^{12}$)次的浮点运算。

一个 PFLOPS(PetaFLOPS)等于每秒 1 千万亿($=10^{15}$)次的浮点运算。

一个 EFLOPS(ExascaleFLOPS)等于每秒 100 亿亿($=10^{18}$)次的浮点运算。

2010 年,由国防科技大学研制的天河-1A 超级计算机的持续计算速度达到 2.566 PFLOPS,而到 2013 年,天河 2 号的持续计算速度达到 33.9 PFLOPS,成为目前全球最快的超级计算机。

1.4 相关知识介绍

1. 冯·诺依曼型计算机及其计算机系统结构的发展

1945 年,冯·诺依曼等 3 人共同发表了一篇题为《电子计算机装置逻辑结构初探》的论文,详细描述了计算机的逻辑设计、指令修改的概念以及计算机的电子电路,提出了一个完

整的现代计算机雏形,它由运算器、控制器、存储器和输入输出设备组成,如图 1-1 所示。

冯·诺依曼结构规定控制器是根据存放在存储器中的程序来工作的,即计算机的工作过程就是运行程序的过程。为了使计算机能正常工作,程序必须预先存放在存储器中,这就是存储程序的概念。

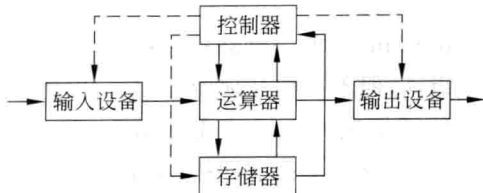


图 1-1 早期的冯·诺依曼型计算机组成框图

现代计算机与早期计算机相比,在结构上还是有不少变化的,如从以运算器为中心改为以存储器为中心。

但就其结构原理来说,目前绝大多数计算机仍建立在存储程序概念的基础上。冯·诺依曼型计算机的这种工作方式称为控制驱动,控制驱动是由指令流来驱动数据流的。

随着计算机技术的不断发展,计算机系统结构有了许多改进。主要包括以下几方面:

(1) 从基于串行算法变为适应并行算法,出现了向量计算机、并行计算机和多处理机等。

(2) 高级语言与机器语言的语义距离缩小,出现了面向高级语言的计算机和直接执行高级语言的计算机。

(3) 硬件子系统与操作系统和数据库管理系统软件相适应,出现了面向操作系统的计算机和数据库计算机等。

(4) 从传统的控制驱动型改变为数据驱动型和需求驱动型,出现了数据流计算机和归约机。

(5) 为适应特定应用环境而出现了各种专用计算机,如快速傅里叶变换机器、过程控制计算机等。

(6) 为获得高可靠性而研制了容错计算机。

(7) 计算机系统功能分散化、专业化,出现了各种功能分布计算机,包括外围处理机、通信处理机等。

(8) 出现了与大规模、超大规模集成电路相适应的计算机系统结构。

(9) 出现了处理非数值化信息的智能计算机,例如处理自然语言、声音、图形和图像等信息的计算机。

2. 微处理器

通常将运算器和控制器合称为中央处理器(CPU),在由超大规模集成电路构成的微型计算机中,往往将 CPU 制成一块芯片,称为微处理器。在现代的微处理器芯片中,还包含浮点处理部件(FPU)、内部高速缓冲存储器(L1 Cache)和存储管理部件(MMU),以加快计算机执行指令的速度。典型的微处理器芯片内部如图 1-2 所示。

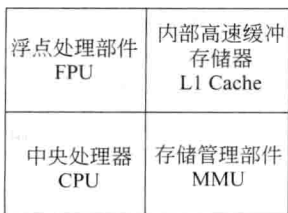


图 1-2 典型的微处理器芯片

随着集成电路技术的进步,在一些微处理器中,将 L2 Cache 也嵌入在微处理器内或将 L2 Cache 与其他部件一起封装在被称为 CPU 模块的金属盒内。

Intel 公司的 Itanium 微处理器则最大限度地采用了多级 Cache。它的芯片上一级 Cache 是分离的 Cache,指令 Cache 和

数据 Cache 都是 4 路组相联的;它的二级 Cache 也嵌入在芯片上,但它是统一的 6 路组相联 Cache。

Itanium 在单一电路板上集成了多个组件,微处理器本身是一个组件,三级 Cache 也是一个组件,但不在微处理器芯片上,因此不能像前两级 Cache 那样快地提供数据,因为它与微处理器制作在一个电路板上,所以比外部 Cache 还是要快。除了这三种 Cache 外,Itanium 还支持外部的四级 Cache。

3. 系列机与兼容机

系列机是指同一个生产厂家生产的具有相同的系统结构,但具有不同组成和实现的一系列不同型号的计算机。

兼容机是指不同生产厂家生产的具有相同系统结构的计算机。它的思想与系列机的思想是一致的。

4. 计算机的多层次结构

计算机系统由硬件、固件和软件组成,按功能划分成多级层次结构。每一级各对应一种机器,其作用和组成如图 1-3 所示。在这里,“机器”只对一定的观察者而存在。它的功能体现在广义语言上,能对该语言提供解释手段,如同一个解释器,然后作用在信息处理和控制系统上。在某一级观察者看来,他只是通过该级的语言来了解和使用计算机,至于下层机器级是如何工作和如何实现的就不必关心了。

把计算机系统按功能划分成多级层次结构有几个优点。首先,有利于正确理解计算机系统的工作,明确软件、硬件和固件在计算机系统中的地位和作用;其次,有利于理解各种语言的实质及其实现;最后,还有利于探索虚拟机器新的实现方法,设计新的计算机系统。

5. 广义语言与计算机程序

广义语言包括机器语言、汇编语言、高级语言和应用语言等。

机器语言(机器指令)是计算机能直接识别和执行的语言,但用机器语言编写程序、阅读程序都非常困难。为了提高编程序、读程序的效率,产生了与机器语言相对应的符号(助记符)语言,这种符号语言后来就发展成了汇编语言。因为机器不认识汇编语言,所以必须通过称为汇编程序的软件把它转换为机器语言。其转换过程如图 1-4 所示。

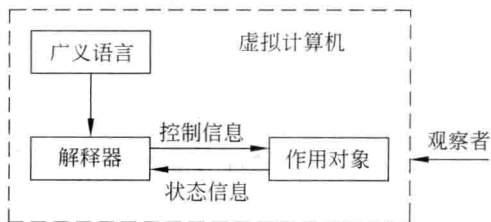


图 1-3 机器的作用和组成

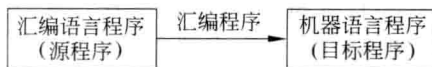


图 1-4 汇编语言程序转换成机器语言程序的过程

高级语言是不针对具体机器的计算机语言,编写程序和阅读程序都比较容易。用高级语言编写的程序也必须转换成机器语言才能执行,实现这种转换的程序是编译程序和解释程序。

编译程序的功能是把高级语言编写的源程序翻译成目标程序,然后经过链接生成可执行程序,并保存起来。有的高级语言以汇编语言作为中间输出,汇编程序把汇编语言的中间