

计算机应用丛书

计算机组成原理 与体系结构



葛本修 葛本倩 编著

计算机组成原理与体系结构

葛本修 葛本倩 编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理与体系结构/葛本修,葛本倩编著.——
北京:国防工业出版社,1997.1
(计算机应用丛书)
ISBN 7-118-01605-5

I. 计… I. ①葛… ②葛… III. ①电子计算机-系统结构-理论②电子计算机-构造-理论 N. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 04200 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16 $\frac{1}{4}$ 368 千字

1997 年 1 月第 1 版 1997 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—3000 册 定价:20.50 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

随着计算机技术的发展,计算机的应用范围越来越广阔,尤其是多媒体技术的出现,使计算机的应用达到了一个无所不能的领域。因此就有越来越多的人需要比较系统而深入地学习计算机的软、硬件知识。当前计算机技术的发展速度很快,新理论、新技术、新产品不断推出,使人们几乎目不暇接。要适应高速发展的形势,就要不断地学习。本书的内容是学习计算机科学与技术的基础之一,目的在于提供给读者一个比较全面而系统的硬件方面的基础知识,在此基础上就可以比较顺利地学习新知识。

本书在编写过程中参考了计算机专业本科和专科的教学大纲及中国计算机软件专业技术资格和水平考试大纲的要求,进行了一些社会需求的调研,拟定了编写纲要,并特别注意做到以下三点:

1. 为适应参加资格与水平考试人员学习,对内容做了比较慎重的选择,既要保持系统全面,又要精炼简明,概念明确,使读者易于理解又便于记忆。
2. 力求编写成为一本计算机硬件综合知识的教材,以适应于一些非计算机专业,或计算机专业的大专班,在不可能设置完整而系列的硬件课程的情况下使用。在内容上重点突出,层次清楚,难点分散,便于安排教学。
3. 由浅入深,注意内容的衔接,力求适应于自学。

本书共分十章,第一章概述,使读者在深入学习之前,对整个计算机系统有个概貌的认识,为以后各章的学习奠定基础;第二、三章为计算机硬件的基础知识,即数据表示、代码、数字逻辑部件、逻辑代数。为更易于理解计算机的工作原理,将计算机中的基本算术运算、逻辑运算的算法与实现分别予以介绍;第四、五、六、七章详细地讲述了指令系统、中央处理器、存储系统、I/O系统的组成原理,并结合当前的发展,介绍了多媒体技术的基本概念与基本原理;第八章在系统结构中,重点介绍了流水线技术、并行处理、多处理机及RISC机等;第九章为数据通信与计算机网络的基本知识;第十章简要介绍了有关计算机安全、可靠性及性能评价的概念和初步知识。

由于作者水平所限,对书中的错误与不当之处,诚恳盼望读者予以批评指正。

编 者

内 容 提 要

本书综合地介绍了计算机系统硬件构成的有关知识。内容包括:1. 全面地叙述了计算机的组成原理,包括多媒体技术的基本概念;2. 概括地介绍了计算机系统结构,数据通信与计算机网络的基本知识;3. 简要地说明了计算机安全、可靠性及性能评价的概念。每章后附有练习题。在叙述上力求重点突出、概念明确、便于自学。

本书可以作为大专院校的教材,也可以作为“中国计算机软件专业技术资格和水平考试”的参考书。

目 录

第一章 概论	(1)
§ 1.1 计算机的组成	(1)
1.1.1 计算机硬件组成	(1)
1.1.2 计算机软件组成	(3)
§ 1.2 计算机的工作原理	(4)
§ 1.3 计算机系统的层次结构	(5)
§ 1.4 计算机的分类	(6)
练习题	(7)
第二章 数制与代码	(8)
§ 2.1 数制	(8)
2.1.1 进位计数制	(8)
2.1.2 各进制间的转换	(9)
2.1.3 二进制数的基本运算	(12)
§ 2.2 机器代码	(13)
2.2.1 二进制数的代码	(13)
2.2.2 定点数与浮点数	(16)
2.2.3 十进制数和字符编码	(18)
2.2.4 校验码	(20)
2.2.5 汉字编码	(24)
练习题	(25)
第三章 基本运算方法及其实现	(28)
§ 3.1 基本逻辑部件与基本微操作	(28)
3.1.1 寄存器及传送微操作	(28)
3.1.2 计数器	(29)
3.1.3 加法器	(30)
3.1.4 译码器	(31)
3.1.5 多路选择器	(32)
§ 3.2 定点数的加减运算及其实现	(33)
3.2.1 定点补码加法	(33)
3.2.2 定点补码减法	(34)
3.2.3 加减运算的溢出	(34)
3.2.4 加减运算的实现	(35)
§ 3.3 定点乘除法的算法及其实现	(36)
3.3.1 原码乘法	(36)
3.3.2 定点补码乘法	(37)

3.3.3	定点除法及其实现	(41)
3.3.4	快速乘法	(43)
§ 3.4	浮点数的运算方法	(41)
3.4.1	对阶	(44)
3.4.2	尾数相加、减	(44)
3.4.3	后处理	(45)
§ 3.5	十进制运算	(46)
3.5.1	余3码运算方法及其加法器	(46)
3.5.2	BCD码的加法运算及其实现	(47)
§ 3.6	逻辑代数与逻辑运算	(48)
3.6.1	逻辑代数的基本定理	(48)
3.6.2	逻辑函数的化简与实现	(49)
3.6.3	代码的逻辑运算及其实现	(53)
	练习题	(55)
第四章	指令系统	(57)
§ 4.1	指令格式	(57)
4.1.1	地址码格式	(57)
4.1.2	操作码格式	(58)
§ 4.2	寻址方式	(59)
4.2.1	立即寻址	(59)
4.2.2	直接寻址	(60)
4.2.3	间接寻址	(60)
4.2.4	相对寻址	(61)
4.2.5	变址寻址	(62)
4.2.6	堆栈寻址	(63)
§ 4.3	指令种类	(64)
4.3.1	传送指令	(64)
4.3.2	算术运算指令	(65)
4.3.3	逻辑运算指令	(65)
4.3.4	控制类指令	(65)
4.3.5	输入输出指令	(66)
4.3.6	其他指令	(67)
§ 4.4	指令系统举例	(67)
4.4.1	INTEL 8086 程序模型	(67)
4.4.2	指令格式	(68)
4.4.3	寻址方式	(68)
4.4.4	指令种类	(70)
§ 4.5	指令系统的优化与发展	(73)
4.5.1	指令格式的优化	(74)
4.5.2	指令种类的优化	(74)
	练习题	(75)

第五章 中央处理机	(77)
§ 5.1 运算器	(77)
5.1.1 运算器的基本组成	(77)
5.1.2 浮点运算器的组成	(81)
§ 5.2 控制器的功能与组成	(81)
5.2.1 取出现行的指令,并决定下一条要执行的指令地址	(81)
5.2.2 解释指令	(82)
5.2.3 给出定时信号	(82)
5.2.4 产生微操作控制信息	(82)
5.2.5 处理应急事件	(83)
§ 5.3 指令的执行过程与控制方式	(83)
5.3.1 一条指令的执行过程	(83)
5.3.2 指令执行的微操作流程	(84)
5.3.3 指令周期、节拍周期、CPU 周期	(85)
5.3.4 控制方式	(86)
§ 5.4 时序部件	(87)
§ 5.5 微程序控制器	(88)
5.5.1 问题的提出	(88)
5.5.2 WILKES 模型	(89)
5.5.3 微程序控制器的基本工作原理	(90)
5.5.4 微指令格式	(90)
5.5.5 微指令的时序与控制	(93)
5.5.6 微程序控制器举例	(94)
5.5.7 微程序的应用	(98)
§ 5.6 中断系统	(100)
5.6.1 中断功能	(100)
5.6.2 中断种类	(101)
5.6.3 中断请求的产生与排优	(101)
5.6.4 中断响应与处理	(103)
5.6.5 关于多重中断	(104)
练习题	(105)
第六章 存储系统	(107)
§ 6.1 概述	(107)
6.1.1 存储器的组成	(107)
6.1.2 存储器的分类	(109)
6.1.3 存储器的主要指标	(110)
6.1.4 存储器系统的层次结构	(111)
§ 6.2 主存储器	(111)
6.2.1 存储器芯片	(112)
6.2.2 主存储器的组成	(116)
6.2.3 主存储器与 CPU 的连接	(117)
6.2.4 动态存储器的刷新	(119)

6.2.5	只读存储器	(120)
6.2.6	相关存储器	(122)
§ 6.3	辅助存储器	(123)
6.3.1	磁表面存储的原理	(124)
6.3.2	磁记录方式	(125)
6.3.3	磁盘存储器	(127)
6.3.4	磁带存储器	(130)
6.3.5	光盘存储器	(132)
§ 6.4	多体存储器	(133)
6.4.1	多体并行存取	(133)
6.4.2	多体交叉存取	(134)
§ 6.5	高速缓冲存储器(Cache)	(135)
6.5.1	高速缓冲存储器的结构与工作原理	(135)
6.5.2	地址转换的方式	(136)
6.5.3	替换算法	(138)
§ 6.6	虚拟存储器	(139)
6.6.1	多道程序运行与程序再定位	(140)
6.6.2	虚拟存储器的地址映象	(141)
6.6.3	虚拟存储器的的工作过程	(143)
§ 6.7	主存储器保护	(145)
6.7.1	加界保护方式	(145)
6.7.2	键保护方式	(145)
6.7.3	环保护方式	(145)
	练习题	(146)
第七章	输入输出系统	(148)
§ 7.1	输入输出设备简介	(148)
7.1.1	键盘、鼠标、触摸屏	(149)
7.1.2	显示器	(150)
7.1.3	打印机	(152)
7.1.4	过程控制与检测设备	(152)
§ 7.2	总线	(154)
7.2.1	总线的分类	(154)
7.2.2	总线的组成	(154)
7.2.3	总线的通信方式	(155)
7.2.4	总线控制	(157)
7.2.5	总线举例——串行总线 RS-232	(158)
§ 7.3	输入输出设备的寻址方式	(159)
7.3.1	独立编址	(159)
7.3.2	存储器统一编址	(160)
§ 7.4	输入输出控制方式	(160)
7.4.1	程序查询输入输出控制方式	(160)
7.4.2	程序中中断输入输出控制方式	(162)

7.4.3 直接内存访问(DMA)控制方式	(165)
7.4.4 通道输入输出控制方式	(167)
§ 7.5 多媒体技术简介	(175)
7.5.1 多媒体技术的基本概念	(175)
7.5.2 多媒体技术的主要关键技术	(177)
7.5.3 多媒体系统的软件	(178)
7.5.4 多媒体计算机中的总线	(178)
练习题	(180)
第八章 计算机体系结构	(182)
§ 8.1 计算机体系结构的基本概念	(182)
8.1.1 计算机体系结构	(182)
8.1.2 体系结构的发展	(182)
8.1.3 体系结构的并行性	(183)
§ 8.2 流水线处理	(184)
8.2.1 重叠控制与先行控制	(184)
8.2.2 流水处理技术	(186)
8.2.3 流水线分类	(186)
8.2.4 流水线性能分析	(187)
8.2.5 流水线处理中的两个技术问题	(189)
8.2.6 向量处理机	(190)
§ 8.3 并行处理机	(192)
8.3.1 并行处理机的组成	(192)
8.3.2 并行处理机的性能分析	(193)
8.3.3 阵列处理机	(194)
§ 8.4 多处理机系统	(195)
8.4.1 多处理机的结构与特点	(196)
8.4.2 多处理机的互连网络	(197)
8.4.3 多处理机系统中的处理机与存储器	(199)
8.4.4 多处理机系统中的软件	(200)
§ 8.5 精简指令系统计算机(RISC)	(200)
8.5.1 从CISC到RISC	(200)
8.5.2 RISC技术的特点	(201)
8.5.3 RISC技术的发展	(203)
§ 8.6 数据流计算机	(205)
§ 8.7 当前高档微型机的体系结构	(206)
练习题	(207)
第九章 数据通信与计算机网络	(209)
§ 9.1 概述	(209)
9.1.1 计算机网络的基本概念	(209)
9.1.2 计算机网络的发展	(210)
§ 9.2 数据通信	(211)
9.2.1 数据通信的基本概念	(211)

9.2.2	信道	(212)
9.2.3	通信方式	(213)
9.2.4	差错检测	(214)
9.2.5	通信系统的性能参数	(215)
9.2.6	数据交换技术	(216)
9.2.7	通信路径选择	(217)
§ 9.3	计算机网络结构	(218)
9.3.1	计算机网络的基本组成	(218)
9.3.2	计算机网络的拓朴结构	(218)
9.3.3	局部网与远程网	(219)
9.3.4	计算机网络的体系结构	(220)
§ 9.4	ISO/OSI 参考模型	(221)
9.4.1	开放式系统互连基本参考模型 ISO/OSI	(222)
9.4.2	ISO/OSI 参考模型的层次结构	(222)
§ 9.5	3 ⁺ 以太网(ETHERNET)介绍	(224)
9.5.1	以太网的基本知识	(224)
9.5.2	3 ⁺ 网介绍	(226)
练习题	(228)
第十章	计算机安全、可靠性与性能评价	(230)
§ 10.1	计算机安全概述	(230)
10.1.1	计算机安全的基本概念	(230)
10.1.2	计算机犯罪	(232)
10.1.3	计算机病毒	(232)
10.1.4	计算机安全技术	(233)
§ 10.2	计算机的可靠性	(235)
10.2.1	基本概念	(235)
10.2.2	可靠性分析	(237)
10.2.3	故障诊断	(238)
10.2.4	容错技术	(238)
§ 10.3	系统性能评价	(239)
10.3.1	概述	(239)
10.3.2	计算机系统及部件的性能指标	(240)
10.3.3	评价技术	(241)
练习题	(243)
附录	(245)
参考文献	(247)

第一章 概 论

在全面详细叙述计算机的原理与结构之前,先说明一些计算机的基本概念,会有利于后续内容的学习。

什么是计算机?简单地说,计算机是人们进行数据处理的工具。随着科学技术的发展,现今的计算机已发展到全自动化,智能化,具有很强的功能,很高的速度,是国家建设、社会生活中不可缺少的现代化工具。

当前的电子计算机可以分为模拟式、数字式与模拟—数字混合式三大类。模拟式电子计算机是用连续量来模拟各种物理系统的数学模型,以此实现对数据的处理;数字式电子计算机则是对离散的数字量进行各种算术与逻辑的基本运算,实现对数据的处理。这两种计算机在原理上截然不同,各有其优缺点。而混合式计算机则是针对不同的应用对象,将两种类型的机器组合应用,各取其优点。本书所描述的对象是数字式计算机。因而,在以后的论述中所涉及到的计算机一词,均是指此一类。

电子数字计算机之所以能迅速发展并得到广泛应用,是因为它具有下列优点:第一,易于实现高精度的要求。因为计算机是对数字量进行处理,数字的位数多少即保证了不同的精度,而增加位数主要是增加设备量,在技术上并不困难。第二,通用性强。这一点决定于数字机的工作原理。它是将各种数据处理的题目,分解为大量的、重复的、基本的逻辑运算与算术运算,按照人们指定的顺序执行。因而可以适用于各种数据处理的要求。如科学计算、事务处理、实时控制、管理等。第三,具有存储与逻辑判断的能力。可以记忆运算的过程,并能长期保存所需的数据。而逻辑判断的能力,就大大地增强了计算机的功能和灵活性。第四,具有不断提高的运算速度。以上各点是其他类型的计算机所无法比拟的。

§ 1.1 计算机的组成

当前所看到的大、中、小、微各种类型的计算机,就其结构原理而言,占主流地位的仍是冯·诺依曼结构型式。从其组成上看,可包括两大部分:硬件和软件。所谓硬件,是指计算机所具有的各种物理设备;所谓软件则是指使用这些设备的各种手段。硬件和软件相互依存的,离开了一方,另一方的存在也就失去了意义。

1.1.1 计算机硬件组成

一般的计算机硬件可分为以下几部分:运算器、控制器(统称为中央处理机 CPU)、存储器、输入输出部件。各部分之间可以通过不同方式联系起来。直接通路的联接方法,如图 1.1(a),总线联接方法如 1.1(b)。

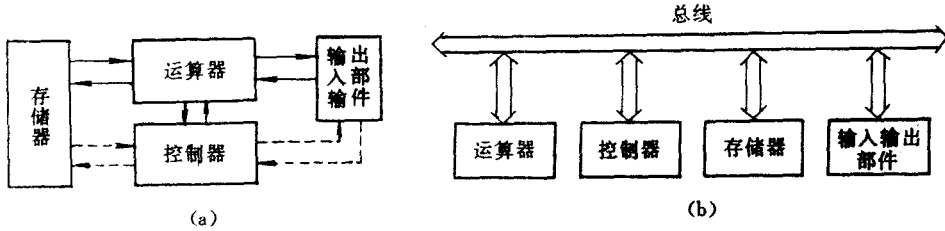


图 1.1 计算机组成
(a)直接通路联接;(b)总线联接。

1. 运算器

运算器是对数据进行处理的部分。从宏观上看,不管计算机具有多强的功能,而运算器本身所能进行的数据处理能力只有最基本的二进制的算术运算和逻辑运算。如加、减、乘、除、相与、相或、取非等。一个最简单的运算器可以由下面几部分组成:算术逻辑运算部件、数据寄存部件,以及各部件之间联接的通路,如图 1.2 所示。被处理的数据存放在 A、B 两寄存器中,其输出送入运算部件进行指定的操作,得到的结果仍存到寄存部件中。运算器的构成往往影响计算机系统的精度与速度。在当前通用的计算机中,运算器所能并行处理二进制代码的位数决定了数据的精度与数据的范围;而完成每一种最基本操作的时间,则影响了整机的速度。

2. 存储器

存储器是存放程序与数据的部分,它应当具有可靠地存储二进制信息的能力。也就是说,信息存放后,可以稳定存储,不易丢失、不易改变,同时应能方便地存入和取出,以此保证计算机具有良好的记忆功能。存储器的组成主要包括下面四部分(见图 1.3(a)): (1) 存储体。寄存二进制信息的物理实体,由半导体单元电路(如触发器)或磁性物质实现。可以并行存取的二进制信息组成一个存储单元,大量的存储单元组成存储体。各存储单元编有地址码。图 1.3(b)中示出的存储体共有 m 个单元,每个单元有 n 位二进制信息。存储体中存放信息的多少称为存储容量。(2) 地址部件。其功能是按照指定的地址码来控制一个存储单元进行存取。(3) 数据部件。其功能是暂存取出和写入的数据。以使存储器的信息在时间上和形式上都能满足其他部件的要求。(4) 控制部件。根据要求产生主存工作所需的控制信号。

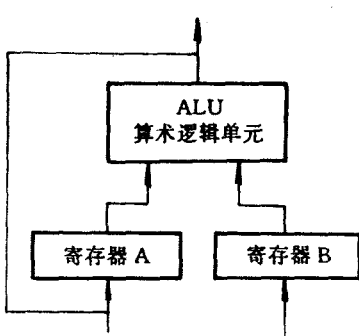


图 1.2 运算器组成示意图

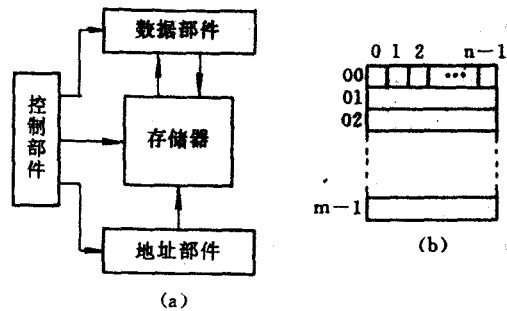


图 1.3 存储器结构图
(a)存储器组成;(b)存储体示意图。

3. 控制器

控制器是控制整个计算机各部件之间协调工作的总指挥。它能自动地给出一系列控制信号,使各部件有序地、定时地完成所要求的操作,以保证程序的执行。为此,由下列三个主要的部件组成:指令部件用来指出应该执行什么操作;定时部件用来指出什么时间执行这种操作;控制信号逻辑则是综合两方面要求,生成控制信号,送往整机的各个部分。如图 1.4。

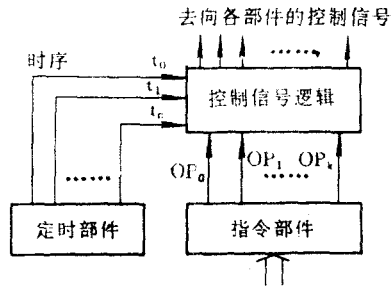


图 1.1 控制器结构图

4. 输入输出部件

输入、输出是实现计算机与外界联系的部件。所谓外界是指人或其他的设备。它由输入输出设备及其接口部件两大部分组成。输入输出设备是为了满足人们各种应用的需要,具有不同的型式。如机械的、光的、磁的、电子的,表现的形式有文字图形、图象、声响语音等多种媒体。而接口部件则是实现各种设备与计算机之间信息的联接。

5. 总线

以上四大部件之间可以直接联接,也可以采用总线联接。目前的计算机中,广泛采用总线技术实现各种不同结构层次的联系,如部件级(寄存器一级组件之间)、系统级(CPU、主存、输入输出各大部件之间)。

总线是信息传送的公共通路。各个部件只与总线联接,信息的发出与接收也只与总线有关,各部件之间的信息传送都经过总线。

1.1.2 计算机软件组成

计算机的软件是指系统中的各种程序。程序实质上就是解决问题的步骤,用规定的语言格式描述出来。有了各种程序,计算机就能体现出各种功能。

1. 程序语言编译、解释程序

程序员在编制程序时,希望用自己所熟悉的自然语言、专业语言,而计算机所能识别和执行的,只能是二进制编码表示的语言,也称机器语言,或称指令系统。程序员所用的编程语言,根据应用的对象不同,种类繁多。用它编写的程序称源程序。编程语言常用的有汇编语言及各种高级语言,如 BASIC、PASCAL、C 等。为了能使计算机运行和识别源程序,则需要具有编译器(或称编译程序),或解释器(又称解释程序),以便将源程序转换为机器语言的程序(又称目标程序或目的程序)。

2. 操作系统

操作系统包含了一组程序,用来控制和管理计算机所具有的各种资源。它可以对资源

进行调度、监督、控制,使它们尽可能充分发挥作用;同时,操作系统又可以为用户提供监控及服务的条件,使用户方便有效地使用计算机。操作系统好似一个企业的管理部门,它的好坏将直接影响计算机的性能。当前经常用到的有DOS、UNIX等,WINDOWS及新推出的WINDOWS NT。

3. 工具软件

这是近期刚发展起来的一个部分。是指用来帮助用户开发新的软、硬件而使用的程序。例如:窗口软件、用户界面软件、图形软件、汉字系统等,都是用户工作中的良好工具。

4. 检测、诊断程序

用于检测或定位机器中的故障,在机器的正常维护中是不可缺少的。对于计算机这样一个复杂的电子设备,通过运行检测程序可以自动地确认是否正常。一旦出现故障,则可通过运行诊断程序,找出故障的位置。

以上所述四部分软件是计算机系统本身所应配置的,因而也称系统软件。当用户使用计算机来解决某一问题时,则必须编写应用程序。当前为提供用户方便,经常用的应用软件已成为商品,如财务管理软件等。

§ 1.2 计算机的工作原理

计算机所要解决的问题是各种各样的,如科学计算、数据处理、事务处理、实时控制等。不管问题多么复杂,必须通过各种算法分析,将其转换成计算机所能解决的形式,如将复杂问题变换为执行多次最基本的算术运算或逻辑运算。依据上述的分析,制定好解决问题的步骤,用指定的高级或汇编语言予以描述,再通过机器中的编译器转换为目的程序。将目的程序存入存储器中,机器自动地执行目的程序即可得到结果,其示意图见图1.5。本书内容只涉及硬件完成的部分,即实现目的程序所需的机器组成及工作过程。

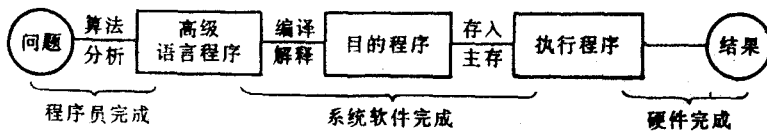


图 1.5 计算机解题过程示意图

目的程序是一组指令有序的集合。所谓指令,是一组二进制信息的代码。用来表示计算机所能完成的基本操作。一条指令的格式如下:

操作码	地址码
-----	-----

操作码:指明操作的种类,如加、减、传送等。

地址码:指明参加运算的操作数的地址。指明主存储器的某一单元。

假设某机具有表 1.1 所示的一些指令。在该机上进行下列运算:

$$f = a + \frac{b}{c}$$

表 1.1 假设某机指令表

操 作	操 作 码	操 作 说 明
加法	000	地址码所指出的数与运算器中的数进行加法,结果放在运算器中
除法	010	地址码所指出的数除以运算器中的数,结果放在运算器中
取数	100	将地址码所指定的数取到运算器
送数	110	将运算器的数送到地址码所指定的存储单元中
减法	001	操作类似加法
乘法	011	操作类似除法

需要按照人的解题思路编写程序,如解题步骤为:

第一步,取数据 b;第二步,取数 c 与 b 相除并记录结果;第三步,取数据 a 与除法结果相加;第四步,送结果。

把上述步骤用指令表达出来就是目标程序或称目的程序。如果将所涉及的数据存到内存指定的单元中:

数据	内存地址
a	0010
b	0011
c	0100
结果及中间结果	0100

程序如下:

内存地址	操作码	地址码	操作说明
1000	101	0011	取数 b 到运算器
1001	010	0100	进行 b/c 的操作
1010	110	0101	将中间结果 b/c 存入内存
1011	101	0010	取数 a 到运算器
1100	000	0101	数 a 与 b/c 结果相加
1101	110	0101	结果存入内存

程序编好后,存放在内存中以 1000 为首的地址区,顺序存放。计算机的控制器将逐条完成该段程序的执行,从而得到结果。

§ 1.3 计算机系统的层次结构

计算机的层次结构是包括了软件、硬件在内的一切计算机资源所组成的系统,以及它们之间的相互关系。对于这样一个复杂的系统,人们可以从不同的角度或不同的结构层次上对计算机进行分析、研究、开发与应用,计算机也将体现出不同的性能。例如,根据计算机所体现的不同语言的功能来看,可以将计算机视为从下向上层层相套的层次结构。模型

如图 1.6 所示。

第 0.1 层为硬件组成的实体。

第 2 层为机器语言级,即指令系统级。以上三个层次构成了最基本的计算机。如果从这一层次来观察计算机,那么用户所看到的机器只能识别与执行机器语言。

从第 3 层向上发展,可以看出,不同的层次结构就体现出不同的功能。如高级语言级及应用语言级的用户,可以不了解机器的具体组成,不必熟悉指令系统,直接用所指定的语言来描述所要解决的问题。在用户看来,他所使用的计算机是一个能识别和执行高级语言及应用语言的机器。但实际上这种机器是不存在的,而是在各层次之间利用各种软件联系及转换,因而在很多场合亦称为虚拟机。

由上可知,由于不同层次的属性不同,那么,不同级别的程序员所了解的机器就很不相同。如对汇编一级的程序员来说 VAX-11/780 与 IBM-PC/XT 是截然不同的两种机器;而对使用同一种高级语言来说,两者差异甚小。所以从不同的层次来研究和应用机器,则只需了解这一层次所体现的性能。对于低一层的结构、性能,则可以忽视它,或者说它们不可见,我们称这一概念为“透明”。例如指令系统对高级语言的用户就是透明的。这个概念对认识与分析计算机系统十分有用。

以层次结构的观点来分析问题,比较容易正确地理解计算机的系统构成及其相互关系,也是进一步研究、开发计算机各种技术的有效方法。

§ 1.4 计算机的分类

根据不同的准则,计算机有多种分类方法,在此只介绍按结构形式的不同来分类。

在计算机中只有两种不同类型的信息在各部件之间传送,即控制指令信息与被处理的数据信息,形成了指令流和数据流。指令流是指计算机执行指令的序列;数据流是指在指令流控制下被存、取、处理的数据序列。两者均是一个动态的概念。当前,最为普遍采用的是费林(FLYNN)按指令流与数据流的结构分类法。见图 1.7。图(a)为单指令流单数据流 SISD 结构,目前的传统计算机均属此类。指令部件每一次只对一条指令进行译码,也只对一个操作部件分配数据。图(b)为单指令流多数据流 SIMD 结构,其典型代表是阵列处理机或并行处理机。其指令部件根据同一条指令的要求,在同一个控制器的控制下,同时向多个处理部件分配不同的数据。图(c)为多指令流单数据流 MISD 结构。其典型代表是流水线处理机。一组数据在一定的处理部件中传送,由各不同的部件、在不同的控制信息下,完成不同的处理。图(d)为多指令流多数据流 MIMD 结构。这是一个多处理机系统,可以实现全面的并行。每个处理器都分别执行系统分配给它的程序,同时执行多条指令、对多组数据的处理。

本书重点介绍 SISD 结构的工作原理,并概括地介绍其他各种结构。

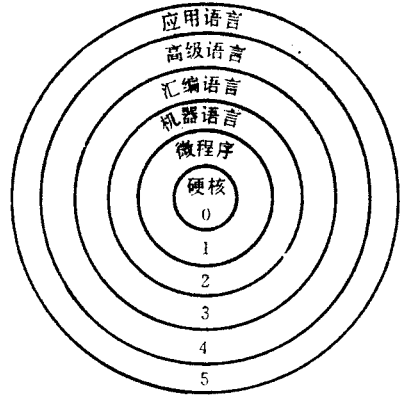


图 1.6 计算机系统的层次结构