

● 计算机应用系列丛书

计算机系统概论

● 贾文举 主编 ● 石油大学出版社



计算机系统概论

贾文举 主编

石油大学出版社

鲁新登字 10 号

内 容 提 要

本书是非计算机专业用计算机基础教育教材。它包括计算机基本工作原理、程序设计语言、数据结构、操作系统、计算机网络、数据库系统、汉字信息处理、编译技术等基本内容。

本书深入浅出地从正面回答了三个问题：计算机是什么？计算机能干什么？对于你的具体问题，计算机怎么处理。因此，本书能适应多层次人员的需要，特别是对那些对软件开发感兴趣的人（包括一般办公人员）更为合适。

本书也可作为计算机专业一年级学生的入门教材。

计算机系统概论

贾文举 主编

*

石油大学出版社出版

（山东省 东营市）

石油大学出版社激光排版室排版

山东省东营新华印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 18.875 印张 476 千字

1993 年 12 月第 1 版 1993 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—2000 册

ISBN 7-5636-0254-2/TP·09

定价：19.70 元

编委名单

主 编 贾文举

副主编 杨思伟

参编人员 陶毅 周荣辉 马瑞民 李春生

前 言

随着微电子技术和通信技术日新月异的发展,计算机硬件成本逐年大幅度下降,计算机(特别是微型计算机)迅速普及到社会生产和生活的各个领域。人们对计算机的应用提出了越来越高的要求,其任务量之大,需求之急,范围之广已远远超出计算机应用专职人员所能承受的程度。为此,非计算机专业的各类科技人员以及行政管理干部和工作人员已经或即将加入应用软件开发大军。

随着计算机应用的日益深入,计算机网络技术和数据库技术得到了空前的大发展,要求用计算机求解的问题越来越多,其复杂程度之高,开发规模之大绝非掌握一两种高级语言所能胜任。

基于上述现实,中国石油天然气总公司所属高校计算机专业教师在多年教学工作的基础上联合编写了这本“计算机系统概论”教材。它包括计算机基本工作原理、程序设计语言、数据结构、操作系统、计算机网络、数据库系统、汉字信息处理、编译技术等基本内容。可作为计算机专业一年级学生的入门教材,同时也是非计算机专业本科生、研究生和从事计算机应用的各类人员计算机基础教育教材。

书中强调了必须掌握的软件技术基础知识,编写中还力求贯彻软件工程的思想和方法。

本教材由贾文举主编,杨思伟担任副主编,由仝兆岐副教授担任主审。其中,第一章、第二章、第四章由贾文举编写。第三章由杨思伟编写。第五章、第七章由陶毅编写。第六章由马瑞民编写。第八章由李春生编写。第九章、第十章由周荣辉编写。

在本书编写过程中,很多老师提出了许多宝贵意见,对他们以及本书所列主要参考书的作者们,在此一并致谢。

限于编者的水平,疏漏和谬误之处,敬请专家和读者批评指正。

编 者

1992. 4. 20

目 录

第一章 概述	(1)
§ 1.1 电子计算机的发展简史	(1)
§ 1.2 电子计算机的特点	(12)
§ 1.3 电子计算机系统的基本组成	(14)
§ 1.4 电子计算机的分类	(17)
第二章 计算机运算基础	(18)
§ 2.1 数值的表示与运算	(18)
§ 2.2 不同进位制之间的转换	(20)
§ 2.3 数值的定点表示和浮点表示	(23)
§ 2.4 原码、补码和反码	(25)
§ 2.5 字符编码与基本逻辑运算	(26)
第三章 计算机硬件系统组成	(29)
§ 3.1 计算机的结构组成	(29)
§ 3.2 计算机的工作原理	(34)
§ 3.3 微处理器与微计算机	(38)
§ 3.4 计算机存储系统	(40)
§ 3.5 计算机系统的输入/输出技术与设备	(52)
§ 3.6 计算机硬件系统发展展望	(62)
第四章 高级程序设计语言	(66)
§ 4.1 程序的一般组成	(66)
§ 4.2 高级语言的语法规则的描述	(68)
§ 4.3 高级语言的基本元素	(70)
§ 4.4 数据类型和数据说明	(75)
§ 4.5 基本控制结构	(82)
§ 4.6 程序设计举例	(90)
§ 4.7 赋值语句在程序设计中的作用	(104)
§ 4.8 过程和函数	(106)
第五章 数据结构	(112)
§ 5.1 什么是数据结构	(112)
§ 5.2 线性结构	(113)
§ 5.3 检索	(124)
§ 5.4 排序	(132)
§ 5.5 树型结构	(137)
§ 5.6 图结构简介	(142)
第六章 操作系统	(148)

§ 6.1	引论	(148)
§ 6.2	作业管理	(151)
§ 6.3	处理机管理	(153)
§ 6.4	进程通讯	(157)
§ 6.5	存储管理	(162)
§ 6.6	虚拟存储器	(167)
§ 6.7	死锁	(170)
§ 6.8	设备管理	(173)
§ 6.9	信息管理	(178)
第七章	数据库系统简介	(184)
§ 7.1	数据库及其产生	(184)
§ 7.2	数据库系统的构成	(186)
§ 7.3	数据模型	(188)
§ 7.4	关系理论基础	(192)
§ 7.5	关系模式的规范化	(196)
§ 7.6	数据库系统开发	(202)
第八章	计算机网络基础	(210)
§ 8.1	计算机网络的定义和用途	(210)
§ 8.2	计算机网络发展简介	(211)
§ 8.3	计算机网络的组成	(211)
§ 8.4	计算机网络的分类问题	(214)
§ 8.5	计算机网络体系结构	(216)
§ 8.6	局域网(LAN)	(228)
第九章	汉字信息处理	(237)
§ 9.1	汉字的特点	(237)
§ 9.2	汉字编码	(239)
§ 9.3	标准汉字信息交换码和机内码	(243)
§ 9.4	汉字输入	(245)
§ 9.5	汉字库	(246)
§ 9.6	汉字输出	(248)
§ 9.7	汉字信息处理系统软件	(250)
§ 9.8	IBM-PC 机的汉字信息处理	(252)
第十章	编译程序	(257)
§ 10.1	问题的提出	(257)
§ 10.2	编译过程和编译程序结构	(259)
§ 10.3	词法分析	(262)
§ 10.4	语法分析	(266)
§ 10.5	语义分析和中间代码生成	(271)
§ 10.6	代码优先	(275)
§ 10.7	目标代码生成	(279)

§ 10.8 存储分配.....	(280)
§ 10.9 出错处理.....	(282)
附录一 PASCAL 语法图	(284)
附录二 PASCAL 预定义标识符	(289)
附录三 PASCAL 标准函数表	(290)
参考文献.....	(291)

第一章 概 述

电子计算机的出现是近代科学的重大成就之一。它是人类改造自然与社会的最强有力的工具。由于它的产生和飞速发展,引起了社会生产与社会生活的巨大变革。当前,一个国家单位人口所拥有的计算机数量及其价值,已经成为衡量这个国家现代化水平的综合尺度之一。因此,在社会生产与社会生活的各个领域大力普及和推广电子计算机技术,对加速我国的现代化进程具有十分重要的意义。

§ 1.1 电子计算机的发展简史

1.1.1 电子计算机硬件的发展简史

世界上第一台数字电子计算机 ENIAC 出现于 1946 年。ENIAC 是电子数字积分计算机的英文(Electronic Numerical Integrator and Computer)缩写。

这台计算机是美国宾夕法尼亚大学附属莫尔电工学院物理老师艾克特(P. Eckert)和穆奇里(J. Mauchly)博士设计的。该机于 1943 年设计,1945 年底完工,1946 年 2 月 15 日作了首次公开表演,从此轰动于世。1947 年 ENIAC 被运到美国国防部弹道研究实验室(阿别尔津)正式交付使用。1955 年退役。这台电子计算机退役后被陈列在华盛顿博物馆内。1983 年 8 月,美国在波士顿郊外的马尔保罗建成了世界上第一个专门保存计算机历史文物的博物馆。ENIAC 又从华盛顿移送到该博物馆内。

ENIAC 体积庞大。它共用了 18800 只电子管,1500 只继电器,重 30 吨,占地面积 150 平方英尺,耗电 150 千瓦。加法运算速度为 5000 次/秒,乘法运算速度只有 300 次/秒。尽管如此,ENIAC 的设计与技术性能是前所未有的。它确定了计算机发展的技术基础,如数字编码、自动运算方式和程序设计等。由此,开创了计算机科学的新纪元。

从 ENIAC 问世至今,仅 40 多年时间,然而电子计算机硬件的发展却已经经历了四个不同的阶段,也称为四代。目前正向第五代(智能化)过渡。

1. 第一代计算机

从 1946 年到 1959 年为第一代。这一代计算机使用的逻辑元件是电子管。因此,第一代计算机也称为电子管计算机。它体积大、耗电高、存储器容量小、运算速度低(用毫秒度量)。即使这样,它还是大大超过手工运算的速度。仅以 ENIAC 为例,它一天所做的工作,用手工计算需要 300 天才能完成。它使那些实时性要求高,即在限定的时间内必须快速、准确完成预计的计算成为可能。第一代计算机是为实现科学计算而设计的。

2. 第二代计算机

从 1959 年到 1964 年为第二代。第二代计算机使用的逻辑元件是晶体管。因此,第二代计算机也称为晶体管计算机。与电子管相比,晶体管具有体积小、价格低、耗电少、性能稳定等优点。由于第二代计算机的存储器容量扩大了,运算速度提高了(用微秒度量),所以,第二代计算

机不仅可以作科学计算,而且还可以进行小规模的商业数据处理。从而拓宽了计算机的应用范围。

3. 第三代计算机

从1964年到1970年为第三代。这一代计算机逻辑元件是集成电路。因此,第三代电子计算机也称为集成电路计算机。第三代计算机在存储器容量、运算速度方面都比第二代计算机提高了一个数量级。体积大大缩小,可靠性大大提高。第三代计算机开始用于工业过程的自动控制,计算机的应用领域进一步扩大。

4. 第四代计算机

从1970年开始的第四代计算机以采用大规模集成电路为其主要特征。

关于集成度的划分,人们的看法不尽相同。通常,把每块芯片上少于千个元件的集成电路称为中规模集成电路;介于一千到十万个元件的集成电路芯片称为大规模集成电路;而把大于十万个元件的集成电路芯片称为超大规模集成电路。

随着微电子技术日新月异的发展,存储器容量、运算速度成倍提高,产品不断更新换代,价格性能比不断下降。特别是近年来,超大规模集成电路产品已经作为商品投放市场。

微型机的面世标志计算机技术已进入一个崭新的发展阶段。其体积之小、速度之快,存储容量之大、性能之可靠,连昔日的大中型机都无法与之相比。同时微型机对运行环境没有苛刻的要求,这就使微机的应用以前所未有的速度迅速向科研、生产乃至生活的各个领域、各个方面发展、渗透。它所产生的和正在产生的巨大的经济效益和社会效益已引起社会各界的普遍关注。现在,人们看到计算机在信息处理方面正显示着十分美好的前景,在辅助设计、自动控制、图形图像处理、人工智能和专家系统等方面也取得了突破性的进展。人们对计算机在各个应用领域中所发挥的作用感到瞠目。

回顾计算机硬件的发展历史,可以得到如下简单结论:差不多每隔5至8年,计算机的体积就缩小为原来的十分之一,成本就降低为原来的十分之一,而存储容量和速度则提高为原来的十倍。这是多么令人惊叹的发展速度!

1.1.2 电子计算机发展的展望

鉴于集成电路对计算机的发展起着关键性的作用,从八十年代开始,美、日等资本主义国家和我国都投入了大量的资金和人力,从事大规模集成电路的研究。早在1976年,日本就建立了超大规模集成电路研究组织,集资3.5亿美元,加强这方面的研究工作。到1980年已获得一千多项专利发明。日本的半导体厂家也大都转入研制和准备生产超大规模集成电路产品。作为第一代超大规模集成电路的64K RAM(Random Access Memory)于1981进入了批量生产阶段,并占领了70%的世界市场。256K RAM也抢在美国之前于1983年5月宣布实际用于微型机中,继而1MB、2MB的芯片也投放市场。到目前为止,8MB以上的RAM芯片已屡见不鲜。

随着集成度的日益提高,电子计算机硬件正向巨型化和微型化两个相反的方向发展。

巨型化的计算机即巨型机,通常是为满足国防和现代高科技的特殊需要而设计的。由于现代科学研究,如空间技术等具有多学科交叉渗透、边缘模糊、综合性强等特点,造成需要处理的数据量极其庞大、处理方式极其复杂。有些处理和计算分析要求实时性强且精确程度高,因此这样一批处理对运算速度、存储器容量、系统可靠性等都提出了更高的要求。而这些要求只有在集成度不断提高的情况下,才能逐步得到满足。

目前,美、日两国均已生产出 10 亿次/秒以上的巨型机,美国宇航局早在 1983 年就作出计划,准备在将来使用运算速度为 100 亿次/秒的 NASF 巨型机和 PHEONIX 计算机系统。

我国自行设计的巨型机——“银河”,运算速度达到 1.2 亿次/秒。这标志着我国的电子技术在赶超国际先进水平方面有了突飞猛进的发展。这台巨型机是国防科技大学等单位为石油天然气总公司(原为石油工业部)等有关部门设计的,于 1983 年研制成功。

微型化的计算机即微型机也是大规模集成电路发展的必然产物。微型机以体积小,成本低为主要特征。就当前的应用情况看,在计算机系列中,即使是较低档次的计算机,其处理能力也往往不能得到充分发挥,微型机当然也不例外。

微型机在系统结构方面大部分沿用了传统的小型机方案,只是它的中央处理部件(CPU——Central Processing Unit)是由一片或几片大规模集成电路组成的。这样的中央处理部件称为微处理器或微处理机(Processor)。微处理机加上其它部件如时钟脉冲发生器、存储器、接口电路等便构成了微型计算机。

目前,国外微型机已有几百个品种,产品已系列化。一台微型机的体积可以小到放在膝盖上,甚至小到只有一块方糖那么大。在运算速度和存储容量方面,在产品的性能和稳定性方面,高档微型机已经远远超过原来的小型机甚至中型机。

由于微型机体积小,携带方便,价格低廉,使用时又不要求严格的环境条件,这就给微机的普及和应用提供了极为有利的条件。据统计,到 1980 年,全世界微型机已超过一亿台,平均年增长率超过 50%。照这样的增长速度,过不了多久,微型机就会象电视机一样得到迅速的普及和应用。

从应用的角度看,电子计算机正向网络化和智能化方向发展。所谓计算机网络,就是把若干台独立的计算机通过通信线路连接起来而形成一组相关的或独立的计算机系统。它具有数据传输,资源共享(数据、软件、硬件)等优点。这些优点可以最大限度地发挥计算机系统的使用效率,最大限度地提高信息的利用率。用户可以超越时间和空间的限制,更加方便、及时、准确、有效地传递、加工、处理、利用各种信息。

世界上最早和较完善的计算机网络是由美国国防部高级研究局建造的 ARPA 网。这个网遍及美国全国以及英国、挪威等国。通过卫星信道实现数据传输。该计算机网络拥有数十台主计算机和接口机。

我国计算机网络的发展方兴未艾。局域网(Local Area Network)犹如雨后春笋般地建立起来,广域网也不乏其例。计算机网络的发展描绘了未来信息社会的美好前景。它集计算机技术和通信技术之大成,为信息的加工和利用提供了全新的手段和方式。

智能化计算机是计算机发展的一个崭新阶段。本质上,智能化的目标是要使计算机成为能力非凡的智能放大器。计算机的记忆和判断能力是人脑功能的延伸。如何进一步提高计算机的能力,使它具有思维、学习、推理以至解释等各种本领是人工智能试图解决的问题。

近年来,美国、日本都把人工智能作为第五代计算机的主攻方向。他们制定了庞大的计划,投入大量的人力和财力,进行研究和开发工作。我国在人工智能的研究方面也取得了十分可喜的成果。

据专家们预测,九十年代以后,集成光路,超导器件以及电子仿生技术可能进入计算机,从而可能出现光学计算机、超导计算机和人工智能计算机等新一代的计算机。理论研究表明,光学计算机的存储器容量和运算速度可以达到电子计算机的平方倍。

1.1.3 电子计算机软件的发展简史

与电子计算机硬件发展相适应,电子计算机软件也经历了一个由发生、发展到不断丰富完善和提高的过程。这个过程生动地反映了人类在使用计算机的方式和方法上,从低级形式到高级形式的一系列重大变化与进步。这些变化和进步又集中反映在计算机软件系统越来越复杂,而为用户提供的界面(即用户使用计算机系统的方式)却越来越简单、友好和方便等一系列特征。

1. 机器语言和汇编语言

电子计算机是根据人的授意实现确定的信息处理任务的,那么,人的授意是怎样被电子计算机接受、理解并执行的呢?其实,在对电子计算机进行硬件设计时就已经决定了它的工作方式。当前流行的计算机都是基于冯·诺伊曼(Von Neumann)存储程序思想设计的。人们把要求计算机做的事情编写出程序,程序由计算机的一系列指令组成。每条指令实现计算机一个最基本的操作。程序和它将处理的数据被顺序存储在计算机的存储器中。

电子计算机实现信息处理的过程是在其控制器的控制下指挥全机各部件协调工作的过程。控制器是计算机的指挥机构,它所做的工作,就是周而复始地从存储器中取出指令、分析指令,继而按照该指令的性质完成特定的操作。这个过程可用图 1-1 说明。

指令就是指挥计算机的相关部件完成规定操作的命令。不同的指令规定了不同的操作。一台计算机包含的全部指令,称为该计算机的指令系统。通常,不同规格、型号的计算机其指令系统也是不相同的。

冯·诺伊曼式计算机规定指令由操作码和地址码两个基本部分组成。操作码规定了操作性质,如从存储器中把数据取出并送到运算器的寄存器中(取数);或者完成相反的操作(送数);或者完成一种算术运算;或者完成一种逻辑运算等等。地址码则指出与操作相关的存储单元地址。取数时,从地址码所指示的存储单元中取数。送数时,则把数据送到地址码所指示的存储单元地址中。大多数计算机采用单地址形式,有些计算机则采用二地址或三地址形式。

早在计算机应用的初期,人们为了使用某台计算机,就必须熟悉这台计算机的指令系统。然后,把要解决的问题表示为一个特定的指令序列,连同要处理的数据一起,以计算机所能表示的形式——二进制形式存入计算机的存储器中(二进制将在第二章中介绍)。最后指示计算机从第一条指令开始执行程序,直到遇到一条停机指令(实际上是停止该程序的执行)。我们称用计算机指令编写的程序为手编程序。由于计算机指令能直接被计算机接受、理解并执行,我们称指令为计算机的语言,即机器语言。机器语言也叫低级语言。不同的计算机有不同的机器语言。

由此,我们知道一台计算机在没有装入任何软件的时候,只能采用机器语言方式使用它。这就使计算机应用受到了极大的限制。只有少数熟悉计算机的人才能胜任这项工作。他们必须熟记计算机的全部指令,采用八进制代码形式书写每条指令(八进制将在第二章介绍),还要自己分配每个操作数的存放地址。这样的程序设计工作非常繁琐、枯燥、乏味,并极易出错。同时编写出来的程序直观性差,全部都是 0 到 7 八种数字的排列组合,难于读懂和交流。同一个

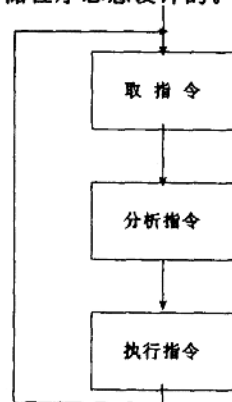


图 1-1 指令的执行过程

问题的解题程序在不同的机器上无法通用。

上述种种缺点,严重地限制和妨碍了计算机在各个领域中的广泛利用。如何改变机器语言编程效率低、且程序难于阅读和理解的状况呢?在实践的基础上,人们想出了一种方法,即汇编语言的方法。

汇编语言亦称符号语言。汇编语言与机器语言一样,也是一种面向机器的低级语言。

所谓汇编语言,就是把机器语言中的操作码与地址码这些数码分别替换成便于记忆的符号。从而给编写和阅读程序带来一些方便。例如加、减、乘、除这四种算术运算的操作码,在很多机器的汇编符号中就用+、-、*、÷表示。一旦写成这们的符号形式人们就比较容易理解了。

在机器语言中,操作数地址是由程序设计者自行分配的。例如,从内存的2000号单元开始存入数据。每个原始数据、中间结果、最终结果都存放在哪些存储单元中,都必须由程序设计者一一作出具体安排。稍有不慎就会产生意想不到的后果。特别是对于较复杂的问题,由于程序中涉及大量数据并且可能具有各种复杂的结构化数据类型,数据的存储分配很可能超出一一般人的管理能力,而使程序设计陷入困境。有了汇编语言之后,只要使用不同的符号就可以用来表示不同的操作数地址。比如用A、B、C、……表示具有不同意义的操作数地址。至于A、B、C等符号具体对应哪些存储单元,程序设计者大可不必关心。这项工作将由一个被称为汇编程序的软件作出合理安排。

汇编语言是机器语言自然而合乎逻辑的发展。它们大体上是一一对应的关系,即一条机器指令对应一条汇编指令。

用汇编语言编写的程序不能直接被计算机理解和执行。因此必须把它转换成或者说翻译成用机器语言表示的程序。这一翻译工作就是前面提到的汇编程序完成的。

汇编程序并不是指用汇编语言编写的程序。它是一种用机器语言编写的翻译程序。用汇编语言编写的解决用户某一问题的程序称为汇编语言源程序。汇编程序把汇编语言源程序作为输入数据进行加工处理,加工处理的结果是产生用机器语言组成的指令序列,这个指令序列称为目标程序,也称为目的程序或结果程序。目标程序是机器指令形式,能够被计算机执行。汇编程序的执行过程可用图1-2说明。

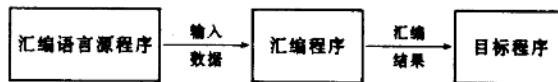


图1-2 汇编过程说明

汇编程序的执行过程称为代真。把用符号表示的操作替换成对应的操作码,把用不同符号表示的操作数地址分配不同的存储单元。分配存储单元一般按符号出现的顺序进行。存储单元的起始地址由具体计算机的汇编程序确定。

由上述汇编过程可以看出,程序具有两重性,程序和数据是相对的。在某种环境下被视为程序的东西,在另一种环境下则被作为原始数据而加以处理。汇编语言源程序在没有汇编之前它是程序,在汇编的环境下,它被作为原始数据。所以汇编源程序既可视作程序也可视为数据。

对于程序设计来说,汇编语言比机器语言进了一步,但机器语言固有的缺点和局限性,汇编语言中依然存在,只是程度上有所不同罢了。人们希望能找到一种和自然语言更接近的有利于描述的算法,或称信息处理过程的语言。从1954年开始,在汇编思想的启示下,相继出现了

各种高级语言。

2. 高级语言

简言之,高级语言就是有较强的描述能力,又易于被人们理解的程序设计语言。为便于理解,高级语言的语句形式力求符合人们的书面语言,仅在语法规则上加上某种必要的限定。为使高级语言具有较强的描述能力,高级语言中表达式力求符合通常的数学表达习惯,或仅做某种必要的改变。高级语言的一个语句,一般对应一个机器指令的序列。下面,仅以在科学计算中较流行的 FORTRAN 语言实例说明高级语言的书面表达形式。

例 计算 $a \times b + c \times d$ 的值。

程序:

```
READ(1,10)A,B,C,D }按标号为 10 的语句提供的格式输入 A,B,C,D 的具体数值,
10 FORMAT(4F6.2) } 括号中的 1 指定输入设备
E=A * B+C * D      完成计算,结果送入 E 对应的存储单元
WRITE(1,20) E      }按标号为 20 的语句指出的格式,输出 E 的值,括号中的 1
20 FORMAT(1X,F8.2) }指定输出设备。
STOP                停止计算
END                 结束
```

从上述简单程序,我们可以清楚看到,高级语言具有描述信息处理过程简单;结构清晰,便于阅读与交流;不受具体机器约束,程序通用性强等显著特点。上例中如果要作一个十分复杂的计算,只需修改相应的计算语句的表达式和输入输出变量即可。由于高级语言独立于具体机器,因此程序设计人员不必关心机器处理信息的各种细节。这就为非计算机专业的科学工作者、工程技术人员以及其他人员使用计算机创造了十分有利的程序设计条件。高级语言称为面向过程的语言。

高级语言有无可置疑的优点,但高级语言程序不能直接由计算机执行,必须用机器语言编写出一个这样的程序,该程序把高级语言源程序作为输入数据,进行一系列加工处理,最后产生与源程序等效的能被计算机直接执行的目标程序。具有这种功能的程序称为编译程序。其工作过程如图 1-3 所示。

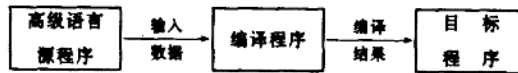


图 1-3 编译程序的工作过程

编译过程比汇编过程复杂得多,因为高级语言的每种语句不具有与机器语言指令一一对应的简单关系。有关编译的内容将在第八章介绍。

高级语言按照它所面向的问题与过程的不同,可以分为通用型和专用型两大类。通用型语言是适用范围较为广泛的高级语言,而专用型语言则只适用于某个具体的应用领域或某一类问题。如数控语言 APT 只适用于金属机床的自动加工过程。

随着计算机应用水平的不断提高和应用范围的不断扩大,人们对高级语言的要求也在不断提高。这就促使已有的高级语言版本不断更新,以改进和增强语言的描述能力。同时,为开拓新的应用领域,扩展语言功能而不断推出新的高级语言。当前,国际上较流行的高级语言有下列几种:

FORTRAN

(适用于数值计算)

COBOL	(适用于数据处理)
BASIC	(小型会话语言)
PL/1	(大型通用语言)
PASCAL	(结构程序设计语言)
LISP, PROLOG	(人工智能语言)
MODULA-2	(模块程序设计语言)

在上述高级语言中, BASIC 语言与其它高级语言在实现方式上有所不同。最初的基本语言不是通过编译程序将源程序转换为目标程序, 而是通过一个称为解释程序的程序边解释边执行。解释程序不产生目标程序, 它的运行效率比较低。另外, 最初的基本语言结构形式比较差, 不利于实现结构化程序设计(第四章介绍)。为此, 人们对这种易学的小型交互式语言做了很多改进与完善工作, 由解释执行方式改变为编译执行方式, 并扩充了结构化语句成分。

在介绍了机器语言、汇编语言和高级语言之后, 做出如下简单总结。

机器语言是面向机器的语言。用机器语言编写的程序能够直接被计算机执行, 因此机器语言程序运行效率高。但是由于机器语言依赖于具体的计算机, 程序难编难读难交流, 因此不利于软件的开发和共享。

汇编语言也是面向机器的语言, 它也依赖于具体的计算机。用汇编语言编写的程序只需简单的变换(代真)即可被计算机执行, 因此汇编语言程序运行效率较高。在进行程序设计时, 使用汇编语言比使用机器语言方便。同时又可以充分利用计算机指令系统提供的各种处理与变换功能, 从而把程序编得非常精巧, 以获得很高的运行效率。基于这一特性, 在高级语言迅速发展的今天, 汇编语言仍然为系统软件设计人员和实时系统的设计人员所偏爱。用汇编语言编写一些关键性的模块, 是他们的拿手好戏。

高级语言是利用计算机日益增强的信息处理能力, 完全从有利于人们理解和编写程序的角度考虑的。因此, 它是面向问题、面向过程、方便用户使用的程序设计语言。有了高级语言, 即使是对计算机了解不多的人, 也能方便地使用计算机。高级语言的这一优点使得计算机在各行各业都得到了迅速而广泛的应用。难怪有人惊呼, 计算机的应用只受想象力的限制了。

事物总是相辅相成的。高级语言也有它的缺点。它必须经过编译或解释方可被计算机执行, 这就需要花费时间, 因而降低了计算机的运行效率。但是随着微电子技术日新月异的发展, 计算机处理信息的能力成倍提高, 高级语言用于编译的时间开销越来越被人们所忽略。

汇编程序、解释程序和编译程序是早期出现的软件。它们的相继出现, 使程序设计方式、程序执行方式发生了巨大变化, 开辟了计算机应用的新局面。

3. 操作系统

操作系统的出现是软件发展的一个新阶段。它标志人们使用计算机的方式发生了根本性变化, 即由传统的手工操作方式变为通过软件实现的自动控制和管理方式。

操作系统是对计算机系统资源(硬件资源和软件资源)实施科学有效的管理, 并为用户使用计算机提供方便而配备的一种系统软件。随着计算机硬件与应用技术的不断发展, 操作系统的功能也在日益扩大和增强。操作系统从出现到今天, 经历了几个不同的阶段, 用图 1-4 表示。

1) 手工操作阶段

在第一代计算机中没有操作系统。当时人们采用手工操作方式使用计算机。其操作过程大致为:

(1) 用户把用机器语言编写的解题程序连同其所用数据以某种编码方式穿在卡片或纸带上;

(2) 用手将卡片或纸带装在卡片读入机或光电输入机上;

(3) 启动输入设备输入程序和数据;

(4) 通过控制台开关启动程序,程序运行完成规定的计算;

(5) 在计算结束后,从输出设备得到计算结果。

手工操作须人工干预程序输入、实现计算和输出结果的各个环节。计算机的全部资源(处理机、内存储器、外部设备及一些简单软件)都由使用计算机的用户独占。只有在用户下机后,其他用户中的一个才有权接着使用计算机资源。

这种操作方式在计算机速度较慢的情况下似乎还可以接受,但是当计算机速度大大提高以后,就暴露了严重的缺点。譬如,一个作业即用户程序在速度为 1000 次/秒的机器上运行需要 1 小时,而作业的建立和整个操作过程只花 3 分钟。操作时间与运行时间之比为 1:20。若机器速度提高到 60 万次/秒,则该作业的运行时间缩短为 6 秒钟,但是手工操作的速度不会有多大改变,因为它主要由人的动作和思维反应速度决定,大致还是需要 3 分钟。这样,操作时间与运行时间之比 30:1。这就是说,操作时间远远超过运行时间。在第二代计算机问世之后,缩短建立作业的时间和操作时间就成为急待解决的问题了。

2) 成批处理阶段

怎样缩短作业的建立时间与操作时间呢?人们首先想到,从一个作业过渡到另一个作业时摆脱人的干预,使其变成自动化,这样就出现了成批处理。

在早期的成批处理中,操作员把若干个作业合成一批,并将其卡片或纸带依次放到卡片读入机或光电输入机上,监督程序把这批作业输入到磁带上,当输入完成后,监督程序就开始执行这批作业。它自动从磁带上把第一个作业调入内存,并对该作业的用户程序进行汇编或编译,然后由装配程序把编译后的目标程序及其所需的子程序(目标程序形式)一起装配成一个可执行的目标程序,接着立即启动执行目标程序。计算完成后,由善后处理程序输出该作业的计算结果。第一个作业全部完成之后,监督程序又自动地调入第二个作业,并重复上述过程,直到该批作业全部处理完毕为止。这时,监督程序又把卡片读入机或光电输入机上的下一批作业输入到磁带上,并按上述步骤处理。这样,监督程序不间断地逐批逐个处理各作业,从而实现了作业间转换的自动化,缩短了作业建立时间和操作时间。

在早期成批处理中,作业的输出都是联机的。也就是说,作业信息的输入,计算结果的输出都由中央处理机 CPU 直接控制完成。当计算机速度提高以后,由于中央处理机的速度与

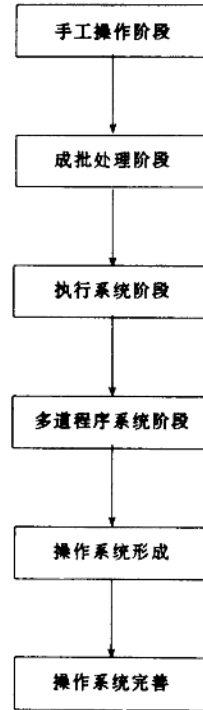


图1-4 操作系统形成过程

输入输出设备的速度差距越来越大,这就使得高速的中央处理机在输入输出时,要等待慢速的联机输入输出设备,而无法发挥它应有的处理能力。为了克服这一缺点,在成批处理中引进了脱机输入输出技术。这就是在主机之外另设一台小型卫星机,该卫星机只与外部设备打交道,不与主机直接连结。

输入设备上的作业通过卫星机输入到磁带上,而主机只负责从磁带上把作业调到内存,并予以执行;作业完成之后,主机只负责把结果记录到磁带上,而由卫星机负责把磁带上的信息在打印机上输出,而且主机与卫星机可以并行工作。因此这种系统比早期的成批处理系统大大提高了处理能力。这就是所谓的脱机成批处理。

成批处理的出现促进了其它软件的发展,其中主要有以下几个方面。

(1) 输入输出标准程序和程序库

在手工操作时期,所有的输入输出指令都是由程序员直接写在他的程序中。但采用了脱机输入输出后,系统就必须提供一套标准的输入输出程序来供用户调用。这样,系统程序越来越丰富,就导致了程序库的建立。库程序一般包括标准输入输出程序、汇编程序、编译程序、装配程序、标准子程序以及善后处理程序等。库程序都放于系统带上,只有监督程序放于内存中。

(2) 装配程序

由于一个用户程序在运行时,常常要调用一些库程序,为了防止用户程序和库程序之间、各库程序之间的地址发生冲突,各程序应按可再定位形式编写,并存放在系统带上。有些库程序也可以按源程序的形式放在系统带上。当处理一个作业时,把用户源程序翻译后送到执行带上。所用到的库程序若为目标形式,则直接送到执行带上;若为源程序形式,则翻译后送到执行带上。该作业在运行前把执行带上的全部程序由装配程序进行装配,即把所有的目标程序装配成一个完整的可执行的绝对地址形式的目标程序,然后执行。

(3) 覆盖技术

在目标程序的长度超过内存容量时,程序员就得预先将其程序和数据分成若干块,并把其中某些块放到磁盘、磁带等辅助存储器上,以便运行时逐块调入内存,逐块执行。

(4) 运行日志和记账

在成批系统中,为了记录系统的活动情况和用户程序的运行情况,往往要指定一台联机打印机,印出运行过程中系统资源的使用日志和会计记录。

成批处理缩短了手工操作时间,但是它也存在不少缺点。首先是内存不具有保护功能,用户程序常因存取地址出错而出现死循环甚至破坏监督程序,使系统陷于瘫痪。另外因用户无法直接干预程序的调试和运行,致使解题周期很长,用户常常须反复多次的调试与修改,方能得到满意的结果。

3) 执行系统阶段

六十年代初期,硬件获得两方面的进展,一是通道的引进,二是通道中断主机能力的出现。

通道是一种硬件机构,它能控制一台或多台外部设备。它一旦被启动,就独立于中央处理机而运行,这样就使输入输出和计算能够并行进行。通道与主机同步工作,最初是借助主机发出的询问指令实现的。主机定时向通道发出询问指令,询问通道是否完成了主机交给的任务。若未完成,主机就反复询问、等待,直到通道工作结束。后来引入了一种缓冲技术,即输入信息送入入缓冲区,输出信息送到出缓冲区,以减少主机的等待时间。但这些方法均未能彻底解决问题,于是出现了中断。