

C语言

强训实战教程

刘秉毅 田立强 齐继东 刘伟 编



科学出版社

C 语言强训实战教程

刘秉毅 田立强 齐继东 刘 伟 编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是编者在30余年C语言编程实战和教学实践的基础上编写而成的,始终以逻辑设计、方案制订和编程思路为主线,以言而不空,言而有例,言而有用为指导思想,使学生重思路、能设计、会编程及敢实战的能力。全书共14章,内容包括C语言编程入门及二级考试必读,C语言概述,算法,C语言中的数据,顺序程序设计,选择结构,循环结构,数组,函数,编译预处理,指针,结构体、共同体及枚举类型,位运算及文件。

本书适合计算机(包括网络)应用专业及其他工程技术专业的学生学习C语言编程,也可作为计算机等级考试的实训教材,还可供广大计算机编程爱好者阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

C语言强化实战教程/刘秉毅等编. —北京:科学出版社,2013

ISBN 978-7-03-038597-0

I. ①C… II. ①刘… III. ①C语言-程序设计-教材 IV. ①TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第216091号

责任编辑:相凌 责任校对:邹慧卿
责任印制:解磊 / 封面设计:半路天然工作室



科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

http://www.sciencep.com

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2014年6月第一版 开本:787×1092 1/16

2014年6月第一次印刷 印张:26 3/4

字数:698 000

定价:49.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

集简洁、紧凑、灵活、实用、高效、可移植性好及中级语言特点等优点于一身的 C 语言是深受各层次用户欢迎的通用程序设计语言之一。由它衍生的 Java、C# 等语言同样备受垂青；在算法设计、编译系统实现中，它具有其他语言根本无法替代的统治地位；它超强的语义语句等已被多种语言广泛引入（如 PowerBuilder 等）；嵌入控制、消费/教育类多媒体、DSP 和移动式应用等方面的智能芯片生产企业，几乎不约而同地提供了 C 语言的二次研发平台。

本书是编者多年从事 C 语言编程实战和教学实践的产物，对于 C 语言的各种语句、程序结构及运行机制等，书中侧重讨论编程的需求、引入的作用以及实战的应用。对于编者多年教学实践中发现的学生常犯错误、容易混淆的概念以及上机操作困惑等，均以“新手上路”方式表述。从 Turbo C 1.0 到 Visual Station 2012，编者都是 C 语言编程的亲历者，在为新语言进步拍案叫绝的同时，对于瑕疵也进行了客观评介。本书始终以逻辑设计、方案制订以及编程思路为主线，培养学生重思路、能设计、会编程及敢实战。

本书从工程实践取例，以编程思路培养为主，以使学生会编程、敢实战为教学目标。书中的主要范例，均以编者实际研发的 C 语言程序模块为基础。基本指导思想为：言而不空，言而有例，言而有用。书中所有 C 语言源程序、由程序片段构成的题目（选择题、填空题及判断题），均通过 VC++6.0 调试，并给出了基于 VC++6.0 的参考答案。

本书以“实战锦囊”涵盖考试知识点，通过大量练习实现强训目标。考虑到许多高校 C 语言课程可能在新生入校后立即开设，且有许多非计算机专业学生热衷于报考 C 语言二级等级证，本书特别安排了面向零基础学生的第 0 章：C 语言编程入门及二级考试必读。学生借助于每章的“实战锦囊”作为知识卡片可以打牢基础，通过完成等级考试题达到强训的目标。

本书适合计算机（包括网络）应用专业或者其他工程技术专业的学生（或者用户）学习 C 语言编程（第 0 章为零基础的学生必学内容），或者作为计算机等级考试的实训教材。使用本书时，根据需要可以选择不同章节组合，可以选择 48、60、70 三种不同学时。

本书由刘秉毅、田立强总策划。田立强负责第 0 章、第 2 章及第 9 章的编写工作。齐继东编写了第 5 章、第 7 章和第 11 章。刘伟编写了第 1 章、第 8 章及第 10 章。其余章节、全书各章引言、例题以及统稿等工作均由刘秉毅完成。苑颖、杨勃、葛学锋及闫培婧参与了各章知识点、考点及实训题的选编工作。

C 语言本身的进展非常快，编者水平和学识有限，对于书中的疏漏之处，敬请广大读者朋友指正，并多提宝贵意见。

编 者

2014 年 1 月

目 录

前言

第 0 章 C 语言编程入门及二级考试必读	1
0.1 计算机	1
0.2 硬件	2
0.3 信息及数据	4
0.4 软件	6
0.5 程序及程序设计	7
0.6 操作系统	9
0.7 Windows 操作系统	10
0.8 计算机网络	10
0.9 计算机语言	11
0.10 计算机二级公共基础知识	12
等级考试实训	23
习题	24
第 1 章 C 语言概述	28
1.1 “;” (最短的挽联, 最美的赞歌)	28
1.2 “{ [()] }” (从 C 语言标点符号的各司其职谈起)	32
1.3 利用资源	37
1.4 C 语言简单程序	37
1.5 C 语言集成开发环境	40
等级考试实训	44
实战锦囊	44
习题	45
第 2 章 算法	47
2.1 学用算法	47
2.2 算法描述及程序实现	49
2.3 算法的 5 个特性	54
2.4 算法表示	57
2.5 程序结构化设计	59
2.6 顺序、选择及循环	60
等级考试实训	61
实战锦囊	61
习题	62
第 3 章 C 语言中的数据	64
3.1 变量类型的理解及选择	64
3.2 C 语言数据类型一览	69

3.3	C 语言的保留关键字及标识符	71
3.4	变量	74
3.5	整型变量	75
3.6	实型数据	77
3.7	字符型数据	78
3.8	变量赋初值	82
3.9	各类数值型数据间的混合运算	84
3.10	运算符和表达式	86
	等级考试实训	89
	实战锦囊	90
	习题	92
第 4 章	顺序程序设计	95
4.1	按照思路顺序编写程序	95
4.2	程序基本单元	96
4.3	赋值语句	98
4.4	输入输出函数	99
4.5	顺序程序设计	107
	等级考试实训	110
	实战锦囊	110
	习题	111
第 5 章	选择结构	115
5.1	需求千变万化, 选择结构是一定之规	115
5.2	关系运算符和关系表达式	119
5.3	逻辑运算符和逻辑表达式	121
5.4	if 语句	124
5.5	条件运算符	131
5.6	switch 语句	133
	等级考试实训	138
	实战锦囊	139
	习题	140
第 6 章	循环结构	146
6.1	让程序循环起来	146
6.2	goto 语句	151
6.3	while 语句	152
6.4	do-while 语句	155
6.5	for 语句	157
6.6	break 语句、continue 语句、goto 语句	163
6.7	循环嵌套	165
	等级考试实训	168
	实战锦囊	168
	习题	170

第 7 章 数组	175
7.1 数组	175
7.2 一维数组	178
7.3 多维数组	183
7.4 字符数组	187
等级考试实训.....	193
实战锦囊.....	193
习题.....	196
第 8 章 函数	200
8.1 C 语言函数机制的灵活应用	200
8.2 函数的概念	204
8.3 函数的定义	206
8.4 函数参数	210
8.5 函数的返回值	212
8.6 函数调用	214
8.7 函数的嵌套调用	217
8.8 递归调用	219
8.9 数组作函数参数	221
8.10 变量的存储类型.....	228
8.11 函数的存储类别.....	235
等级考试实训.....	236
实战锦囊.....	237
习题.....	240
第 9 章 编译预处理	244
9.1 预处理器 (C 语言集成开发环境 (IDE) 的幕后英雄)	244
9.2 宏定义	245
9.3 文件包含	249
9.4 条件编译	250
9.5 其他常用预处理命令	251
9.6 合理使用预处理命令	252
等级考试实训.....	253
实战锦囊.....	254
习题.....	255
第 10 章 指针	259
10.1 排序函数.....	259
10.2 变量的指针.....	260
10.3 数组的指针.....	271
10.4 字符串指针.....	285
10.5 函数的指针.....	300
10.6 指针数组和多级指针.....	305
10.7 指针机制.....	313



等级考试实训	315
实战锦囊	316
习题	318
第 11 章 结构体、共同体及枚举类型	323
11.1 结构化数据集合	323
11.2 结构体类型	326
11.3 结构类型变量的定义	327
11.4 结构变量的引用	331
11.5 结构变量的初始化	333
11.6 结构数组	336
11.7 结构指针	339
11.8 动态链表	344
11.9 共同体	353
11.10 枚举类型	357
11.11 typedef 的使用及辨析	361
等级考试实训	363
实战锦囊	363
习题	366
第 12 章 位运算	372
12.1 位运算	372
12.2 数值的表示及位运算符	373
12.3 位运算	375
12.4 应用举例	380
12.5 位段	384
等级考试实训	385
实战锦囊	385
习题	386
第 13 章 文件	388
13.1 数据文件及设备接口	388
13.2 文件指针	392
13.3 文件操作	393
13.4 读写位置及定位	399
13.5 文件与缓冲区	406
等级考试实训	408
实战锦囊	409
习题	410
参考文献	414
习题答案	415

第0章 C语言编程入门及二级考试必读

当计算机网络伴随你进入了现代科技构建的“地球村”，与全世界的网友成为“e家人”，度过了充满金色梦想的小学、紧张而收获颇丰的中学，进入青春与理想起飞的大学，你总会有这样的愿望或者期许：练就一身科研本领，昨日玩别人游戏消费，明天用自己游戏产品获益，或者把自己的爱好转化为自己被高薪聘请的职业，或者在自主创业队伍中有自己的排位。毫不讳言，把这样的美好期许变成现实，你还有许多路要走，许多事要做。但有一点可以肯定，学好了C语言程序设计这门课，你就有了这种潜质。

嫦娥三号登月，普天同庆，而嫦娥三号团队中的80后、90后科研工作者可能更会激起你的热捧，一种崇敬和好奇之心油然而生：这些年轻的航天人，究竟掌握了何种科研秘籍呢？该问题的答案涉及多个方面，但有一点是肯定的，他们中的许多人都是C语言程序设计的高手。

从事诸如油田的集散控制系统、工厂流水线、计算机数字控制机床、手机移动播放器等嵌入式系统的设计和研制，打牢专业基础必不可少，但掌握C语言是必备的基本技能。

0.1 计算机

计算机(computer)全称是电子计算机，俗称电脑，是20世纪最伟大的科学技术发明之一。从1946年2月15日，世界上第一台电子计算机诞生到今天，这位年近七旬的“新人类”成就了许多令人赞叹的奇迹和青史留名的人杰。随着科技的进步，计算机的外表越来越美、体积越来越小、功能越来越强且应用领域越来越广。一般认为，计算机的发展经历了4个阶段(或称为4代)：第一代计算机(1946~1957年)，使用电子管(electronic tube)作为主要元件；第二代计算机(1957~1964年)，以晶体管(transistor)为主要元件，这时，计算机体积开始逐步减小，功能大幅度提升，还出现了打印机、磁带、磁盘、内存等以计算机硬件为核心的专用设备，诞生了面向计算机硬件和软件研发、维护以及应用的新职业，如程序员、分析员和计算机系统专家等；第三代计算机(1964~1972年)，由于大量采用了集成电路，体积变得更小，功耗更低，速度更快，软件方面出现了操作系统，使得计算机在中心程序的控制协调下，可以同时运行多个不同的程序，承担多个不同的业务；第四代计算机(1972年至今)，由于采用了大规模集成电路(LSI)及超大规模集成电路(VLSI)，使得计算机的体积和价格不断下降，功能和可靠性不断增强。

计算机的特点可简单归纳为三个功能。记忆功能：计算机中的存储器(memory)能长期保存大量的数据和程序。逻辑判断功能：计算机可以对文字或符号进行判断和比较，并且进行逻辑推理和证明，从而模拟人的思维过程。自动运行功能：由于计算机能够按照人们事先编制的程序自动运行，因此不需要人工干预就能长时间自动运转。

计算机有很多种，按照性能指标(图0.1)可分为：巨型机(supercomputer)，高速度、大容量，主要应用于军事技术和科研领域；大型机(mainframe)，速度快，应用于科研领域；小型机

(minicomputer), 具有高可靠性、高可用性、高服务性, 主要用于企业; 微型机 (microcomputer), 体积小、重量轻、价格低, 目前常用的台式机和笔记本电脑都是微型机; 单片微型计算机, 又称单片微控制器, 简称单片机 (single-chip computer), 是集成在一块芯片上的完整计算机系统。单片机价格便宜, 是组成嵌入式系统的主要部件。

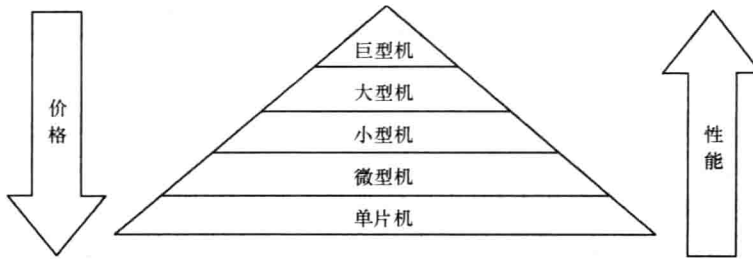


图 0.1 按性能分类

如今, 计算机已渗透到社会的各行各业, 主要应用领域为: 科学计算 (或数值计算), 利用计算机可以解决人工无法 (或者很难) 解决的各种科学计算问题; 数据处理 (或信息处理), 即对于各种数据进行收集、存储、整理、分类、统计、加工、利用和传播等一系列活动的支持; 辅助技术 (或计算机辅助设计与制造), 包括计算机辅助设计 (CAD)、计算机辅助制造 (CAM) 和计算机辅助教学 (CAI) 等; 过程控制 (或实时控制), 是利用计算机及时采集检测数据, 按最优值迅速地对控制对象进行自动调节或自动控制, 从而改善劳动条件和提高产品质量及合格率; 人工智能 (或智能模拟), 是指计算机模拟人类的智能活动, 如感知、判断、理解、学习、问题求解和图像识别等; 网络应用, 计算机技术与现代通信技术的结合构成了计算机网络。

计算机承载着人类对于未来更为美好的期许, 光计算机、生物计算机、量子计算机, 以及信息存储器等将成为新世纪计算机的新一代。

0.2 硬件

一个计算机系统包括硬件系统和软件系统两大部分。硬件系统也称为硬件, 看得见、摸得着, 是由机械、电子器件构成的具有输入、存储、计算、控制和输出功能的实体部件。

从构造来看, 计算机硬件主要由以下 5 个部件组成, 即控制器、运算器、存储器、输入设备和输出设备, 如图 0.2 所示。

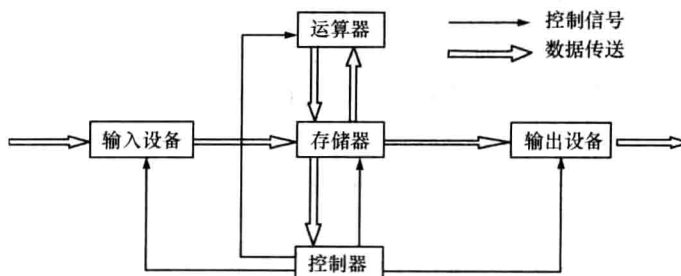


图 0.2 计算机硬件系统的组成

1. 中央处理器

运算器和控制器合称为中央处理器(CPU)(图 0.3),又称微处理器,是指挥全机各部件协调动作的核心部分,而 CPU 的主频是表征计算机运算速度的主要指标。

运算器又称算术逻辑单元(ALU),是计算机对数据进行加工处理的部件,功能包括:对二进制数码进行加、减、乘、除等算术运算,以及实现与、或、非等基本逻辑运算。



图 0.3 计算机 CPU



图 0.4 计算机内存条

2. 存储器

存储器是有记忆能力的部件,用来存储程序和数据。存储器分为内存储器 and 外存储器。

内存储器直接和 CPU 相连,存放当前要运行的程序和数据,故也称主存储器。内存储器(图 0.4)又分为随机存储器(RAM)和只读存储器(ROM)。RAM 中的信息在计算机断电后会立即消失,而存储在 ROM 中的信息可以永久保存。存储容量是存储器的主要性能指标。表示存储容量的主要单位有字节(Byte)、千字节(KB)、兆字节(MB)、吉字节(GB)、万亿字节(TB)等。内存储器处理速度快,但价格昂贵。

外存储器又称辅助存储器,主要用于保存暂时不用但又需长期保留的程序或数据,存储容量大。外存储器主要有磁盘存储器、磁带存储器和光盘存储器。磁盘是最常用的外存储器,通常它分为软磁盘和硬磁盘两类。存放在外存储器的程序必须调入内存储器才能运行。

3. 输入设备

输入设备用于将用户输入的程序、数据和命令转化为电信号保存到计算机内,以便计算机处理。计算机常用的输入设备有键盘、鼠标、光笔、图形扫描仪、条码扫描仪、触摸屏等。

4. 输出设备

输出设备用于将计算机中的数据和计算机处理的结果转换成人们可以识别的字符、图形、图像等形式的电子单元。计算机常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪等。

5. 微型计算机的工作原理

图 0.5 为微型计算机的工作原理示意图。计算机主要由程序可控制的芯片组成。人们事先把计算机如何工作的程序和原始数据通过输入设备送到计算机的存储器中,当计算机运行时,控制器就可以把这些指令一一从存储器中取出来,加以翻译,并按指令的要求进行相应的操作,直到结束。这就是实现计算机程序控制的基本工作原理。

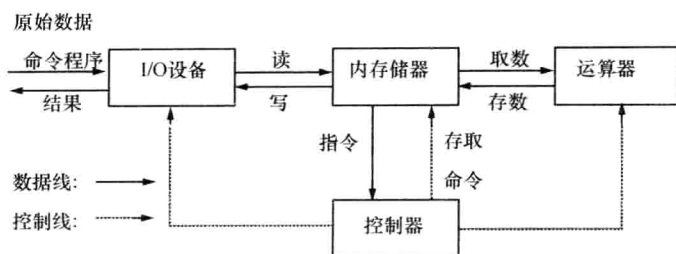


图 0.5 微型计算机的工作原理示意图

0.3 信息及数据

1. 信息

信息就是指以声音、语言、文字、图像、动画、气味等方式所表示的实际内容。信息促进社会的发展,信息社会以信息为中心

信息技术(IT)是主要用于管理和处理信息所采用的各种技术的总称。信息技术是人们用来获取信息、传输信息、保存信息、处理信息和应用信息的技术。

电子计算机是处理信息的工具。它能帮助人们更好地存储信息、检索信息、加工信息和利用信息。随着计算机和互联网的普及,信息的产生、处理、交换和传播都通过计算机来实现。

2. 数据

数据(data)在计算机科学中是指所有能输入到计算机并被计算机程序处理的符号的总称,如图形符号、数字、字母等。数据是对客观事物的符号表示,这种特殊的表达形式可以用人工的方式或者自动化的装置进行通信、翻译转换或者加工处理。

3. 进位计数制及其表示方法

进位计数制是一种数的表示方法,它按进位的原则进行计数。在采用进位计数的数字系统中,如果只用 r 个基本符号(例如, $0, 1, 2, \dots, r-1$)表示数值,则称其为基 r 数制, r 称为该数制的基。

进位计数制有三个特点:表示数值大小的数码与它在数中所处的位置有关;每一种计数制都有一个固定的基数 r ;进位方式为逢 r 进一,如十进制为逢十($r=10$)进一。

4. 常用进制

二进制:是计算技术中广泛采用的一种数制。二进制数的特点:最多只有两个不同的数字符号,即 0 和 1,基数为 2,进位规则是“逢二进一”,借位规则是“借一当二”。二进制优点:0 和 1 两个状态易物理实现;运算规则简单,算术运算与逻辑运算容易沟通;机器可靠性高,通用性强。

十进制:是日常算术普遍采用、全世界通用的一种进制。十进制数的特点:逢十进一,即每相邻的两个计数单位之间的进率都为十。

八进制:是进位采用“逢八进一”的计数方法。计数基数是 8。由于可以使用 3 位二进制数方便地表示,八进制常应用在电子计算机的计算中。

十六进制:是一种“逢十六进一”的进位制,一般用数字 $0\sim 9$ 和字母 $A\sim F$ 表示($A\sim F$ 即 $10\sim 15$)。由于可以使用 4 位二进制数方便地表示,十六进制普遍应用在计算机领域。常用进

制之间的对照关系见表 0.1。

表 0.1 二进制数与其他数制的对照表

二进制	十进制	八进制	十六进制
0000	0	0	0
0001	1	1	1
0010	2	2	2
0011	3	3	3
0100	4	4	4
0101	5	5	5
0110	6	6	6
0111	7	7	7
1000	8	10	8
1001	9	11	9
1010	10	12	A
1011	11	13	B
1100	12	14	C
1101	13	15	D
1110	14	16	E
1111	15	17	F
10000	16	20	10

5. 数据单位

位(bit): 计算机中所有的数据都是以二进制来表示的,一个二进制代码称为一位,记为 1bit。位是计算机存储数据的最小单位。

字节(byte): 在对二进制数据进行存储时,以 8 位二进制代码为一个单元存放在一起,称为一个字节,记为 1B。字节(B)是计算机最常用的基本单位,1B 可以表示成 2 个连续的十六进制数字。

字(word): 计算机处理数据时,CPU 通过数据总线一次能存取、加工和传送的数据长度称为“字”,一个“字”包含的二进制位数称为“字长”。字长是计算机一次所能处理的实际位数长度,所以字长是衡量计算机性能的一个重要指标。

6. 计算机中的编码

计算机要处理的数据除了数值数据以外,还有各类符号、图形、图像和声音等非数值数据,而计算机只能识别两个数字。要使计算机能处理这些信息,首先必须将各类信息转换成“0”和“1”表示的代码,这一过程称为编码。

目前,计算机中普遍采用的是 ASCII 码,即美国信息交换标准代码。ASCII 码有 128 ($2^7=128$)个元素,其中控制字符 34 个,阿拉伯数字 10 个,大小写英文字母 52 个,各种标点符号和运算符号 32 个。

汉字编码:我国通行的汉字编码标准称为“国家标准信息交换用汉字编码”(GB2312-80 标准),简称国标码,也称为 GB 码,规定每个汉字占两个字节。

0.4 软件

图 0.6 和图 0.7 为 Red Hat 网络登录界面及网络聊天漫画。其中,能够让计算机准确地按照指令运行、接收用户输入信息、实现网络数据传输等功能的主要角色称为计算机软件 (computer software)。计算机软件是相对于硬件而言的,是一系列按照特定顺序组织的计算机数据和指令的集合,是使用计算机和发挥计算机效能的各种程序的总称。

登录信息:

* 登录:

 例如: user@domain.com

* 口令: *确认口令:

账号信息:

* 名: * 姓:

* 电子邮件:

公司名称:

地址:

地址行2:

城市: 州/省:

邮政编码: * 国家:

图 0.6 Red Hat 网络登录

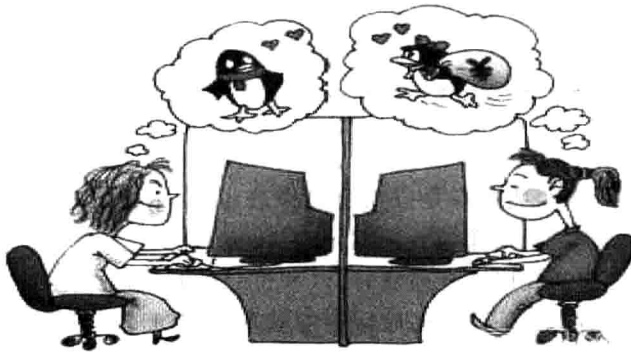


图 0.7 网络聊天漫画

通常,软件还包括便于用户了解程序所需的阐明性资料,即文档。软件是用户与硬件之间的接口,是计算机系统设计的依据。用户主要是通过软件与计算机进行交流。为了方便用户,并使计算机系统具有较高的总体效用,在设计计算机系统时,必须通盘考虑软件与硬件的结合,以及用户和软件的要求。

软件具有与硬件不同的特点:硬件是实实在在的器件,而软件无形无色,是人类智力的高度发挥。

计算机软件分为系统软件和应用软件两大类。

1. 系统软件

系统软件指各类操作系统,如 Windows、Linux、UNIX 等,是一种管理计算机硬件与软件资源的程序,同时也是计算机系统的内核与基石。操作系统肩负诸如管理与配置内存、决定系

统资源供需的优先次序、控制输入与输出设备、操作网络与管理文件系统等基本责任。

2. 应用软件

系统软件并不针对某一特定应用领域,而应用软件则相反。不同的应用软件根据用户和所服务的领域,提供不同的功能。应用软件是为了某种特定的用途而开发的软件。它可以是一个特定的程序,如一个图像浏览器;也可以是一组功能联系紧密、可以互相协作的程序的集合,如微软的 Office 软件;还可以是一个由众多独立程序组成的庞大的软件系统,如数据库管理系统。

根据需求编写软件程序的过程称为软件开发,软件开发所使用的计算机语言称为软件开发平台,C 语言是系统软件及应用软件开发最常用的平台之一。

0.5 程序及程序设计

程序(计算机程序或者软件程序)是指为了实现特定目标或解决特定问题,由科技工作者使用某种计算机语言编写的一组能够由计算机 CPU 执行的、由基本指令组成的序列集合,每一条指令规定了计算机应进行的操作(如加、减、乘、判断等)及操作所需要的有关数据。例如,从存储器读一个数送到运算器就是一条指令,从存储器读出一个数并和运算器中原有的数相加也是一条指令。日常生活中,与程序相提并论最多者莫过于软件一词,如程序设计、程序研发,往往毫无区分地称之为软件设计、软件研发。实际上,两者是有差异,软件通常由以下公式描述:

软件 = 程序 + 文档

可见,软件是包含程序的有机集合体,程序是软件的必要元素。任何软件都有可运行的程序,至少一个。比如,操作系统给的工具软件,很多都只有一个可运行程序。而 Office 是一个办公软件,却包含了很多可运行程序,软件是程序和相关文档的总称,而程序是软件的一部分。

通常,简单任务可以由一个独立的程序完成,如计算机屏幕保护程序,而复杂的任务或者过程,往往由多个程序共同承担或者配合完成。图 0.8 为邮件传送及接收过程的逻辑示意图,这一复杂过程是由计算机系统、网络设备、通信线路、网络软件及相关协议等共同完成,过程的精准、精确是由整个互联网系统的多个程序的正确执行和准确控制实现的。图 0.8 中,邮件收发程序支持邮件的内容编写、网址设置、发送、接收及阅读,互联网系统程序承担着由发送到接收过程的邮件传送任务。为了解决特定问题或者精确地完成某一任务,由科技工作者编写一

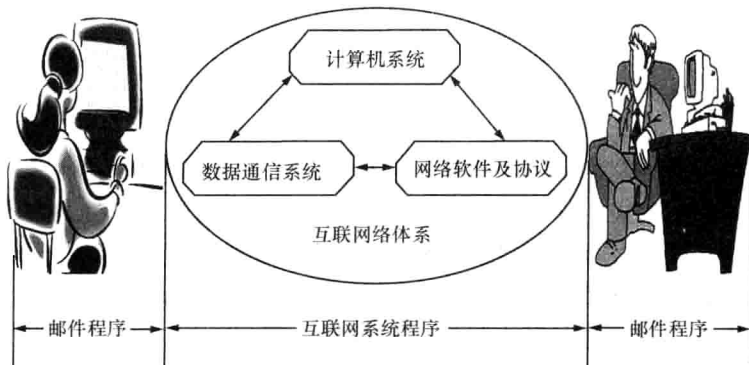


图 0.8 邮件传送及接收过程的程序路线图

个或者一组程序的过程称之为程序设计。程序设计往往以某种程序设计语言为工具,由某种计算机语言编写的程序代码需要由相应的计算机语言进一步编译、调试、链接等综合处理,即可成为计算机能连续执行的一组命令序列。能承担程序研发任务的计算机语言的种类非常多(至少数百种),C语言仅为其中之一。

程序设计根据用户对产品的功能需求,以计算机作为控制对象进行编程、调试、测试、试运行、程序修改、重调试等组成的一个复杂过程。当软件可以稳定、可靠运行后,专业机构对于软件提出了更为严密、更加科学的测试标准,并配有精确的测试软件,从软件占有系统资源情况的角度来评价软件的性能,也就是测试软件完成具体业务时,占用计算机系统的物理内存(或者虚拟内存,以内存占用为参数)及独立占有CPU的时间。不同于其他高级语言,C语言具有在程序内申请内存、使用内存及释放内存的灵活机制,换句话说,在占用资源方面,C语言具有可以作为、能够作为的潜能。为了设计出占用尽可能少的资源、可提供更高效服务的程序,作为C语言程序设计者必须对于计算机程序运行原理有所了解,借此加深理解用C语言编写程序与运行时资源占有情况之间的联系。

计算机是由程序指挥和控制的(图0.9)。程序的每一条指令中会明确规定计算机从哪个地址取数,进行什么操作,然后送到什么地址去等步骤。计算机能直接启动并且可运行的程序(软件)通常以可执行文件(后缀为.exe的文件)形式存储在外部存储器中,当接到用户操作命令或者其他程序启动指令时,CPU按照指定的可执行文件将其由外部存储器调入到内存,程序开始工作。这些运行中的程序,通过指令实施对于内存和外存相关的多个数据对象(或者数据集合)的操作和管理。

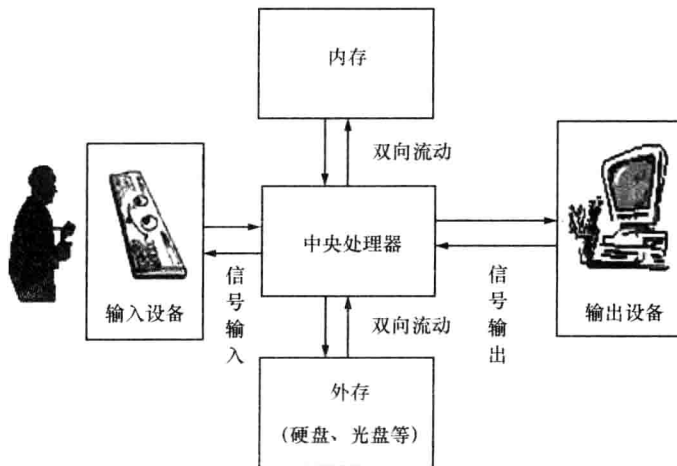


图 0.9 计算机程序运行原理

(1)指令序列执行过程。一般而言,计算机程序基本上是顺序执行的(冯·诺依曼原理)。计算机在运行时,CPU先从内存中取出第一条指令,通过控制器的译码,按指令的要求,从存储器中取出数据进行指定的运算和逻辑操作等加工,然后再按地址把结果送到内存中去。接下来,再取出第二条指令,在控制器的指挥下完成规定操作。依此进行下去,直至遇到停止指令。现代计算机1秒钟内将进行数十亿这样的操作过程,所以,CPU能以惊人的速度从事着极其枯燥的工作,而且特别擅长进行某一条件控制下的、过程基本雷同的、无休止的循环操作。

(2)CPU的工作团队。CPU作为计算机的智能核心,具有一个分工明确、各司其职的工

作团队。其主要成员是多个寄存器,如数据寄存器、变址和指针寄存器、段寄存器、指令指针寄存器等。这些寄存器协调工作、优势互补,实施数据保存、运算;程序指令的逐条顺序读取;执行数据地址快速定位、访问及位置移动等。CPU 只能理解有限的指令(指令集),而且要求所有指令具体明了及准确。计算机装载到寄存器的指令是以数字形式存储的,指令集中的每条指令具有一个数字代码。计算机程序最终必须以这种数字指令代码(或称为机器语言)来表示,是由 0 和 1 组成的 CPU 能够理解并且能够执行的机器码。

(3)数据操作。CPU 对于程序中所涉及的数据操作,同样也是在内存中进行。内存中动态存储着需要计算机处理的数据集合,按照程序指令,可以执行多种数据操作:把内存数据读入寄存器进行相关操作(如运算);把寄存器的数据写入(或者重新写回)内存;控制相关单元从外存把数据读入到内存,或者把修改后的数据写入(或者重新写回)外存。值得一提的是,对于内存存储空间的单元 CPU 是直接寻址的,即知道了数据地址,访问过程是十分高效的。特别是对于内存中一片物理毗邻的大体积数据处理,速度一般更快。

以上讨论了程序控制计算机运行的原理,我们可能会有以下体会:

(1)计算机运行中的一举一动均由程序控制。只要能够掌握一种计算机语言,就可以把希望计算机实现的某种功能由编程来实现。

(2)计算机程序顺序执行的原理,与人类思维相一致。冯·诺依曼原理为我们程序设计指明了方向,按照所解决问题的思路、所处理业务的流程建立程序框架、设计程序,不仅简单,而且高效。只要思维创新,一定能够进行程序设计创新。

(3)计算机中所运行的程序均需经由内存执行,若执行的程序占用内存很大或很多,则会导致内存消耗殆尽。程序设计中,一定要注重资源(内存是最常用的资源之一)的利用和使用,注意养成资源节俭的编程好习惯。

(4)计算机以每秒数十亿条指令运行,而且速度还在大幅度提升;计算机处理的数据对象的体积日益海量化,还在不断增加;而人类能提供的优质代码数量相对有限。从长远看,人类将永远面临着这样的境况:以有限的程序代码,控制着高速运行的计算机,处理着海量化的数据。作为程序开发者,应具有设计新算法、能充分发挥计算机擅长于循环的特长的能力,研制出体积较小、数据处理能力超强的高质量软件。

(5)C 语言是目前公认的、唯一的中级语言。它具有自主内存使用、管理机制,可以充分利用内存资源;它提供了基于数据地址的指针机制,能够充分发挥计算机硬件高速寻址的特长,直接操作内存数据,指针在大体积数据处理中尤其高效;C 语言允许程序中直接指定使用计算机的寄存器,借助于寄存器的满负荷,可全面提高程序运行的速度。

0.6 操作系统

操作系统是一个大型的系统软件,它对整个计算机系统实施控制和管理,为用户提供灵活、方便的接口。操作系统是软件系统的核心,其他软件只有在操作系统的支持下才能工作。

(1)DOS 系统。DOS 系统包括 Microsoft 的 MS DOS 和 IBM 的 PC-DOS。DOS 是一种字符界面的操作系统,主要用于单个计算机,如个人计算机(PC)。

(2)Windows 系统。Windows 系统是一种多任务的操作系统,具有图形用户界面(GUI)。

(3)UNIX 系统。UNIX 系统可运行于从高档 PC 到大型机各种不同处理能力的机器上,是一种很流行的网络操作系统。

(4)Netware 系统。Netware 系统是美国 Novell 公司的网络操作系统,曾广泛应用在局域

