

徐君毅 于 玉 罗文化编著

实用 C 语言

SHIYONGCYUYAN

复旦大学出版社

实 用 C 语 言

徐君毅 于 玉 罗文化 编著

复旦大学出版社

内 容 提 要

本书是为普及和推广 C 语言而编写的,重点介绍 C 语言的基础知识。主要内容有: C 语言概述、基本运算符和表达式、控制语句、函数、指针、结构、输入输出、C 与操作系统的接口等。

本书以 IBM-PC 机为背景介绍 C 语言程序设计及实例,在内容上力求完整和实用。具有 BASIC 编程能力的读者通过学习可望掌握书中的内容。本书可作为从事微机开发及软件开发的应用工作者的参考书,也可作为高等学校有关专业的教材。

JS.192/13

实用 C 语言

徐君毅 于 玉 罗文化编著

复旦大学出版社出版

(上海国权路 579 号)

新华书店上海发行所发行 复旦大学印刷厂印刷

开本 850 × 1168 1/32 印张 8.125 插页 0 字数 210 千

1987 年 6 月第 1 版 1987 年 6 月第 1 次印刷

印数 1-12,000

统一书号: 13253 · 058 定价: 2.00 元

前 言

C 是一种新型的通用程序设计语言,最初被用于书写 UNIX 操作系统、C 编译程序以及 UNIX 应用程序。

随着 UNIX 系统在国际上的广泛流行,C 也为人们普遍接受。目前,从 8 位微型机到超高速机 Cray-2 等大、中、小、微型计算机,大多数可以运行 C 语言程序。

C 是系统语言,也是很好的应用语言。它已有一个很大的函数库,可在各种应用类型中发挥作用;也可以为某种特殊要求的课题编制函数并放入函数库中,扩充系统的功能。

近年来,我国引进并生产了多种型号的计算机,其中大多数可运行 C 语言程序。本书以国内普及率较高的微机——IBM-PC 为背景,介绍 C 语言的特点、基本成分和程序设计方法,以实例展示 C 语言在软件开发,尤其是在系统程序设计方面的应用。

本书共分七章。

第 1 章简单论述 C 语言的发展历史、特点、程序结构等,同时还结合简单例子对 C 语言的编写、编译和运行作了介绍。

第 2 章介绍 C 语言的基本概念、成分和表达式。表达式是语言的基本组成部分,本章对各种主要表达式作了介绍。此外还介绍了 C 语言的运算符,列表给出它们的优先顺序。

第 3 章介绍 C 语言的主要语句和控制结构,并以例子阐述了条件语句、循环语句、开关语句等语句的使用方法。

第4章介绍构成C程序的主要成分——函数。用各种例题来阐述函数结构、函数类型、参数、函数的递归调用和C语言特有的变量存储类的使用方法。最后,还介绍了C的分程序结构和预处理。

第5章介绍指针和数组,说明了指针和数组的异同点。指针是C语言中一种重要的构造数据类型,本章用较多篇幅阐述了在各种应用场合中指针的使用方法,还介绍了命令行参数和指向函数的指针。

第6章介绍结构和联合,包括结构的组成、结构成分的引用、结构数组、指向结构的指针和引用自身的结构,最后简单叙述了结构和联合的不同点。

第7章介绍输入输出以及C语言与操作系统的接口。这些内容虽然不是C语言的成分,却是使用C语言编制程序所必需的知识。最后,以一个例题的形式介绍了具有一定规模的程序的逐步开发过程。

附录列出了可在IBM-PC机等微机上运行的优化C186(即C1-C86的V2.00版本)的主要库函数。

本书由三人合作编写,第2、3章由罗文化编写,第4、5章由徐君毅编写,第1、6、7章由于玉编写。

本书是从实用的角度讲述C语言的,书中绝大多数例题是可以上机运行的。由于水平所限,疏漏之处难免,恳切希望广大读者和专家同行提出批评建议。

编 者

目 录

前 言

1. C语言入门	1
§ 1 为什么用 C语言	1
§ 2 C语言程序的基本结构	4
§ 3 C语言程序的编译和运行	9
2. 数据类型,运算符和表达式	14
§ 1 标识符和变量说明	14
§ 2 常量	16
§ 3 基本数据类型及其转换	22
§ 4 运算符和表达式	29
3. 控制语句	43
§ 1 条件语句	43
§ 2 循环语句	47
§ 3 开关语句	59
§ 4 中断、继续、转向、返回语句	62
4. 函数和程序结构	71
§ 1 函数	71
§ 2 变量的存储类及作用域规则	82
§ 3 变量的初始化和分程序结构	93
§ 4 C预处理程序	97
5. 指针和数组	101
§ 1 指针	101
§ 2 多维数组和指针数组	118

§ 3 命令行参数	129
§ 4 指向函数的指针	136
6. 结构和联合	141
§ 1 结构的基本概念	141
§ 2 结构和函数调用	147
§ 3 结构数组	148
§ 4 引用自身的结构	168
§ 5 字段	179
§ 6 联合	181
§ 7 类型定义	184
7. 输入 / 输出以及 C 与操作系统的接口	187
§ 1 输入 / 输出函数	187
§ 2 文件的使用	196
§ 3 其它函数	206
§ 4 文件系统概述	209
§ 5 程序实例	216
附 录 C 实用库函数	234

1 C语言入门

§ 1 为什么用 C 语言

1.1 C 语言的历史

C 和 UNIX 是相辅相成地发展起来的,特别在早期历史中,它们是并肩发展的。早在 1969 年,美国贝尔实验室的 Ken Thompson 在一台报废的 DEC PDP-7 机器上工作,做一些程序设计研究,写一些程序以帮助软件开发。从 1969 年到 1972 年,他得到 Dennis Ritchie 的帮助,把这些程序发展为一个操作系统——UNIX。1972 年,UNIX 用 C 语言重新编码,在较新的 PDP-11 机上运行。

C 的作者是 Dennis Ritchie。C 是 Martin Richards 的 BCPL 语言的产物,BCPL 是基于 CPL 的语言。1972 年 C 便可以使用。

Ken Thompson 和 Dennis Ritchie 用 C 把 UNIX 系统重新书写,增加了多程序设计功能。用 C 书写的 UNIX 比原先的版本更易于理解、修改和扩充。这对系统程序是特别有效的。而且 C 版本的系统具有良好的可移植性。首先,C 编译程序中约有 20 % 是依赖于机器的,其余的 80 % 则可以共享;其次,UNIX 的系统代码约有 13,000 行,其中仅 800 行是用汇编书写的,至于 UNIX 的上层软件,几乎都用 C 书写,大多数用户不必了解所用

系统的汇编语言。

随着 UNIX 系统的广泛流行, C 语言开始为人们普遍接受。现在, C 语言已独立于 UNIX 系统而迅速发展, 在各种类型的计算机系统上, 从 8 位微型机到超高速机 Cray-2, 大多数配置了 C 语言。

1.2 C 语言的特点

程序设计语言有许多种类, 每一种都是为某种特殊要求设计的。其中, 有些语言在历史上起了很大作用, 有的至今仍在普遍使用; 也有许多专用语言只能在它们自己的专业范围内使用。

十分接近原始的机器指令的语言是汇编语言。使用汇编语言的程序员, 必须考虑每一个数据结构在随机访问存储器中的存放, 还要了解所使用系统中硬件配置的细节, 如寄存器的个数, 使用约定等等。阅读汇编语言源程序是困难的; 同样, 要化费较多时间才能成为一个熟练的程序员。

比较容易学习的程序语言常称为高级语言。程序员不用了解系统的内部结构, 只要按语言所提供的语句格式、语法和语义说明, 正确使用即可。

假定要写一个程序, 以便在屏幕上显示“GOOD”。若用汇编语言, 则将需要许多语句行。如果用高级语言, 需要的语句行就相当少, 有的仅需一行。例如, BASIC 语言的程序是

```
PRINT "GOOD"
```

然而, 高级语言不一定是强有力的语言。一种强有力的语言是用较少语句行并通过使用者的努力就能完成大量工作的语言。

FORTRAN 是为解决数值计算问题而产生的。ALGOL₆₀的诞生是计算机语言的研究成为一门科学的标志, 它提出了一整套新概念。COBOL 帮助计算机打破了以科技和工程应用为主的局面, 使计算机进入并占据了工业、商业和行政管理的领域。它有很

强的数据处理能力,然而,它是十分严格的,为了完成一个程序,它比其它任何高级语言需要多得多的语句行。

BASIC 和 PASCAL 在计算机语言的教育中起了很大作用,故常被称为教育语言。

有一些语言,如 MODULA II,在较低级工作,它为操作系统和实用程序服务。

人们一般把为操作系统服务的语言称为系统程序设计语言,为专门应用服务的语言称为应用程序设计语言。

程序设计语言 C 是独特的,它是一种中级语言,既具有如 PASCAL 那样的高级语言的功能,又具有汇编语言那样的低级语言的部分功能。C 可以处理的对象是位、字符、数和地址,也可以使用实际机器所执行的普通算术操作和逻辑操作。这反映了计算机的性能,因而可以有效地取代汇编语言来书写各种系统软件。C 具有构造数据类型的能力,具有很强的控制结构——结构化的控制语句,还提供多种存贮类型,具有隐蔽数据的能力。这些能力,在目前流行的高级语言中也不是全部具有的:

C 语言是十分简洁的,只需要很少的字符就描述了一些意义,如{表示 begin,}表示 end,i++表示先取得 i 的值(供使用)然后让 i 的值增加单位 1,等等。

C 语言本身不提供输入输出手段;没有 INPUT 语句或 PRINT 语句,也没有固定编排好的文件存取方法。但是,几乎所有的 C 语言实现都提供了相应的处理能力。程序员只需调用语言所提供的库函数,即可完成所需的工作。如输入函数 scanf(),输出函数 printf(),等等。这种一致的系统接口使 C 程序能方便地从一个系统移植到另一个系统。

因而,C 语言允许程序员用较少的语句行并利用库函数提供的功能完成自己的工作。C 语言具有在系统级工作的能力,使程序员几乎能书写他所需要的任何程序。此外,C 还具有扩充自身

的能力,这是通过扩充函数库来实现的。

C 程序完全由一系列函数组成,故又可称为面向函数的语言。在大多数语言中,函数是作为工具使用的,以获得返回的结果。在 C 程序中,函数也可当作过程(没有返回的结果)使用。此外,C 的主程序块也是一个函数——`main()`,我们常称之为主函数。

C 的分块编译加上它的面向函数性质,使程序的编制可以实现模块化,从而加快了软件的开发过程。

§ 2 C 语言程序的基本结构

2.1 主函数

PASCAL 和 MODULA 语言的设计者 N. Wirth 有句名言:

算法 + 数据结构 = 程序。

这反映了程序的本质,不论是在以数值计算为主并以算法为中心的程序设计中,还是以数据处理为主并以数据为中心的程序设计中,都是这样的。

一个程序是由处理对象(即数据的说明)和对数据操作的语句序列(即算法)两部分构成的。本章只介绍一些简单的例子。

例 1.1

```
/* FIRST PROGRAM */  
main( )  
{  
    printf ("\n\n THIS IS C  \n");  
}
```

作为比较,相对应的 BASIC 程序是

```
10 REM FIRST PROGRAM  
20 PRINT  
30 PRINT
```

```
40 PRINT "THIS IS C"
```

```
50 PRINT
```

```
60 END
```

在这个C程序中,只有一个主函数,主函数中只有一条语句,printf是一个打印函数,它在屏幕上显示括号内的字符串。在C中,字符串是用双引号括起来的。反斜线\可与后随的一个字符合并在一起代表一个字符,如\n表示换行、\t表示水平制表符(即符号HT)。

为了便于阅读源程序,C语言允许注解书写在程序的各个部分,注解由斜线后随星号开始,并以星号后随斜线结束:

```
/* comment */
```

注意,C语言中注解不可嵌套。

程序中出现的一对花括号,其功能类似于PASCAL语言中的begin和end。

C语言中,分号是语句的终结符,因而,每一个可执行的C语句后面都必需带有分号,即使一个函数中的最后一条语句也必须带有分号。

与BASIC语言不同,C语言程序中不允许出现行号。

例1.2

```
/* a ADD b */  
main( )  
{  
    int a, b, sum ; /* declarare a,b,sum */  
    a= 1;  
    b= 2;  
    sum= a+b;  
    printf ("a ADD b is %d ", sum) ;  
}
```

主函数中第一条语句是说明语句,它说明 `a`、`b` 和 `sum` 是整型变量,变量的类型说明在以后几章将详细说明。

主函数中最后一条打印语句,它比例 1.1 的情况复杂一些,这里有两个参数,第一个是字符串,第二个是变量 `sum`。第一个字符串提供格式信息,在“%”前面的是按原样印出的字符串。每个“%”都指示其它(第二个、第三个、...)参数要以什么格式印出其值。也就是说,其它参数是要输出的变量。例子中的 `%d` 表示,下一个参数(即第二个参数 `sum`)将作为一个基数为 10 的数被打印出来。因此,本例的运行将输出

`a ADD b is 3`

下面列出常用的一些打印格式, `printf` 的详细介绍请见第七章。

格式串	相应的参数输出形式
<code>%d</code>	十进制整数
<code>%c</code>	单个字符
<code>%s</code>	字符串
<code>%f</code>	十进制浮点数
<code>%o</code>	八进制数
<code>%x</code>	十六进制数

应指出的是,关于数字的输出,还可以指定该数所占的字符位置个数以及小数部分的个数。例如, `%4d`, 表示印出的十进制数占 4 个字符位置; `%10f`, 表示印出的数字要占 10 个位置, `%.3f` 表示印出小数点后面的三个数字, `%10.3f` 表示印出的数字占 10 个位置,其中小数点后面占 3 个位置。

C 语言是自由格式的语言,只要符合语句的格式,多条语句可以在一行中连续书写。

例 1.3

/* Example 1 */

```
main(){printf ("\n\n THIS IS  C \n");}
```

这也是一个程序,其功能与例 1.1 一样。

例 1.4

```
/* Example 2 */  
main(){int a, b, sum; a= 1; b= 2; sum= a+b;  
printf("a ADD b is %d",sum) ;}
```

这个程序的功能与例 1.2 一样。

可以看出,例 1.3 和例 1.4 是比较紧凑的,但是例 1.1 和例 1.2 容易阅读,容易修改。

为了处理一些临时确定的数据,C 语言也提供了输入数据的函数,下面简单介绍如何实现两个整型数的求和。

例 1.5

```
/* Sum of a and b */  
main()  
{  
    int a, b, sum ;  
    printf ("type a number please ! a= ? \n");  
    scanf ("%d ", &a);  
    printf ("type another please! b= ? \n");  
    scanf ("%d ", &b);  
    sum= a+b;  
    printf ("a SUM b is %d \n", sum);  
}
```

scanf 是类似于 printf 的函数,它按第一个参数指定的格式输入数据赋给第二个参数。注意,对于数值型数据不可省略记号&,如例子中的&a 和&b,详细介绍请参见第五章。

此外, C 还提供了从终端获得一个字符的函数 `getchar()`。

2.2 函数

例 1.5 可以用函数调用形式来改写:

例 1.6

```
/* Call function. */
main()
{
    int a, b;
    printf ("type a number please ! a= ?  \n");
    scanf ("%d ", &a);
    printf ("type another please ! b= ?  \n");
    scanf ("%d ", &b);
    print (a, b);
}
print (x, y)
    int x, y;
{
    int sum ;
    sum= x+y;
    printf ("a SUM b is %d \n ", sum);
}
```

主函数中最后一条语句 `print(a, b)` 调用函数 `print` 并将 `a` 和 `b` 传送给 `print`。被调用函数指出了参数的类型 (`int a, b;`)，然后对这些参数作处理。

在 C 语言中, 函数不可以嵌套定义, 函数里 `return` (返回) 是隐含的。当到达一个函数的结尾时, (返回) 到调用函数的语句行的下一个语句。

§ 3 C语言程序的编译和运行

3.1 C语言程序的编写

为了执行一个程序,首先要利用在用户所使用的操作系统(如 CP/M 或 PC - DOS 等)支持下的编辑程序编写用户的 C 语言程序(俗称源程序)。

在 IBM- PC 机上使用的是行编辑程序(edlin)。使用命令
 >edlin 文件名<return>

即可进入编辑状态。其中> 为系统提示符,<return>表示一个键(俗称回车键)一旦进入编辑状态就可以使用下述命令产生源程序。

命 令	功 能
A	在文本尾部增加行。
(from), (to), at C	把从 from 至 to 的行复制到 at 行之前。
(from), (to) D	删除从 from 至 to 的行。
E	结束编辑, 且把文本写到指定设备。
(line) I	在行 line 前插入。
(from), (to) L	显示从 from 到 to 的行。
(from), (to), at M	把从 from 到 to 的行移送到 at 行之前。
(from), (to) P	显示从 from 到 to 的行。
Q	结束编辑。
(from), (to) (?) R<old> ^ z<new>	把从 from 到 to 的行中的 old 用 new 代替且给出确认

	的提问(O. K. ?).
(from)[, to](?)S<string>	从 from 到 to 行查找 string 的首次出现.?将给出确认的提问.
(line)T filename	把 filename 文件的内容插入到行 line 前.
(n)W	保护 n 行, 即 n 行写盘.

3.2 微机上的 C

随着 UNIX 系统的广泛流行, C 语言已在许多微机上实现, 它早已跳出 UNIX 系统而在别的操作系统上实现, 不论是 CP/M 或是 PC-DOS(或其它), 都配置了 C 语言编译, 而且有许多不同的版本。下面列出六个主要的 IBM-PC 拥有的版本。

DeSmet C

DeSmet C 支持所有的 C 语言运算符和数据类型。

它有一个大小适中的函数库和自己的汇编。

C System C

C System C 实现的是 C 的子集, 它不支持 float 和 long 类型。

Telecon System C

intel 8080, 8086, PDP-11 和 6809 处理器都可使用。可接受全部 C 语言。

CI-C86

这是 Computer Innovations 公司的产品, 它接受全部 C 语言, 1.33 版本采用三遍编译方法, 并提供用 C 语言和汇编语言编写的库函数源代码以及目标代码函数库管理程序, 用户可以方便地改动函数库以适应专用的要求。