

C语言与系统仿真

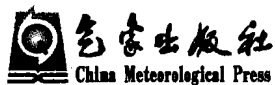
周 杰 周先春
罗 宏 高 超 编著



气象出版社
China Meteorological Press

C 语言与系统仿真

周杰 周先春 罗宏 高超 编著



内容提要

本书是电子信息类专业 C 语言程序设计与应用的基础教材,前七章以标准 C 语言及其程序设计方法为重点,全面、系统地讲述 C 语言的各个特征及程序设计的基本方法,包括基本概念、类型和表达式、控制流、函数与程序结构、指针与数组、输入输出和标准库等内容。后六章力求把 C 语言的学习与系统仿真编程相结合,详细介绍了使用 C 语言编写系统仿真程序方法。最后以通信流量控制等典型问题为例,全面系统介绍系统模拟与仿真的各种方法。

本书在编写过程中力求内容新颖、使用简单、实用性强,可作为大中专院校工科专业 C 语言程序设计课程教科书以及毕业设计的参考书籍,也可供科研与工程技术人员自学,具有很高的参考价值和实用价值。

图书在版编目(CIP)数据

C 语言与系统仿真/周杰等编著. —北京:气象出版社,
2009. 1
ISBN 978-7-5029-4686-9

I. C… II. 周… III. ①C 语言—程序设计—高等学校—教材
②系统仿真—高等学校—教材 IV. TP312 TP391. 9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 009101 号

C Yuyan yu Xitong Fangzhen

C 语言与系统仿真

周杰 周先春 罗宏 高超 编著

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址: <http://cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:吴晓鸥

封面设计:博雅思企划

印 刷:北京昌平环球印刷厂

开 本:720 mm×960 mm 1/16

字 数:408 千字

版 次:2009 年 2 月第 1 版

印 数:1~5000

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@263.net

终 审:朱文琴

责任技编:吴庭芳

印 张:21.5

印 次:2009 年 2 月第 1 次印刷

定 价:45.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

前 言

C 语言是所有大中专院校开设的一门核心课程,也是现在使用最广泛的计算机语言之一。国内外的 C 语言程序设计图书已经非常多了,但是学生在学完 C 语言后,就如何把它应用到实际问题中去而感到困惑。所以本书的编写目的是力求把 C 语言的学习与应用编程紧密结合,使学生得到系统地训练,快速提高应用编程能力。本书主要内容分为 C 语言基础和系统模拟仿真两大部分。

C 语言基础部分是按下列结构编排的:第 1 章对 C 语言的核心部分进行简单介绍。第 2 章介绍基本数据类型、运算符和表达式。第 3 章学习控制流,如 if-else、switch、while 和 for 等命令。第 4 章介绍函数与程序设计结构—外部变量、内部变量、作用域规则和多源文件等等。第 5、6 章学习指针和地址运算规则,并介绍结合与联合的概念与使用。第 7 章介绍标准库。在编写过程中采用非常形象化的手法,尽量设计一些小型编写程序例子。重点放在一些完整的程序例子上,而非一些孤立程序段,使读者能边学习边练习。目的是让初学者能尽快理解和编写 C 语言的简单程序,因为实际编程、调试和运行程序才是学习一种新的计算机语言的最好方法。

系统仿真部分是按下列结构编排的:第 8 章学习随机变量的性质以及用于仿真模拟基本随机变量的生成法。第 9 章学习如何使用随机变量进行简单的概率统计实验。第 10 章介绍了如何生成各种分布的随机变量,为真正进行仿真模拟做好准备。第 11 章学习如何使用经典蒙特卡洛(Monte Carlo)法。第 12 章介绍通信系统中流量问题的模拟仿真。最后在第 13 章介绍博奕必胜法和遗传优化算法编程。

本书以全面掌握 C 语言及其应用编程为宗旨,向读者提供有关 C 语言的基础知识和如何使用 C 语言编写模拟仿真程序的技术,辅以相当多的工程技术实例帮助读者迅速学好和使用 C 语言,力求解决好以往读者学完 C 语言不知如何应用的问题。学习完本书内容,将使读者全面掌握 C 语言与系统仿真的各种方法,为以后更深入的学习和研究打下坚实的基础。本书编写过程中力求内容新颖,使用简单,实用性强,以满足 C 语言程序设计课程教育和应用开发工程技术开发人员的需要。因此该书可作为大中专院校理工科专业程序设计课程的教科

书和毕业设计的参考书,也可作为广大爱好者参与模拟仿真竞赛的指导丛书,具有很高的实用价值和参考价值。

本书第 1、2、3 和 4 章由周先春编写,第 5、6、7 章由罗宏编写,第 8 章至 13 章由周杰编写。此外董立军、王树立和姚克友同学参与了本书下篇绘图。南京信息工程大学电子与信息工程学院高超讲师编写和验证了全部模拟仿真程序。参与本书的编写校对工作的还有王红林和李涛讲师等。

西安科技大学计算机学院龚尚福教授于百忙中审阅了本书,并提出了许多非常宝贵的意见,南京信息工程大学多年从事 C 语言教学工作的赵远东副教授对初稿提出了建设性的意见,南京信息工程大学教务处和中国通信中兴公司对本书的编写工作给予了大力支持,提供了大量的编写实用素材,作者在此一并致谢!

由于编者的水平和所掌握资料有限,书中难免存有错误,希望读者批评指正。

作者电子邮箱:zhoujie@nuist.edu.cn

作 者

2008 年 6 月

目 录

前 言

上篇:C 语言基础

第 1 章 C 语言概论	3
1.1 C 语言的发展历史	3
1.2 C 语言的特点	5
1.3 面向对象的程序设计语言	6
1.4 C 源程序的格式特点和结构特点	7
1.5 C 语言的字符集与词汇	11
1.6 C++ 及 Visual C++ 6.0 编程环境简介	13
第 2 章 数据类型、运算符与表达式	24
2.1 概 述	24
2.2 C 语言的数据类型	24
2.3 整型量	26
2.4 实型量	31
2.5 字符型量	33
2.6 变量的初值	37
2.7 变量类型的转换	38
2.8 算术运算符和算术表达式	40
2.9 赋值运算符和赋值表达式	45
2.10 逗号运算符和逗号表达式	46
第 3 章 输入和输出操作管理	49
3.1 概 述	49
3.2 格式输出函数 (printf 函数)	49
3.3 字符输出函数 (putchar 函数)	52
3.4 格式输入函数 (scanf 函数)	53
3.4 键盘输入函数 (getchar 函数)	57

第 4 章 程序控制结构	59
4.1 概 述	59
4.2 if 判断语句	59
4.3 条件运算符(? 和:)及条件表达式	64
4.4 switch 语句	65
4.5 while 语句	67
4.6 do-while 语句	69
4.7 for 语句	71
4.8 for 循环的嵌套	73
4.9 转移语句	75
第 5 章 函数与过程	78
5.1 概 述	78
5.2 函数定义的一般形式	80
5.3 函数的参数和函数的值	81
5.4 函数的调用	83
5.5 数组作为函数参数	85
5.6 函数的嵌套调用	88
5.7 函数的递归调用	89
5.8 局部变量和全局变量	93
5.9 变量的存储方式	98
5.10 内部函数和外部函数	104
5.11 程序块结构	105
第 6 章 指针与数组	108
6.1 概 述	108
6.2 数值数组	108
6.3 字符数组	113
6.4 指针与地址	117
6.5 指针变量的说明	118
6.6 指针变量的初始化赋值	118
6.7 指针变量的运算	119
6.8 指针与数组	123
6.9 指针作为函数的参数	130
6.10 指向函数的指针	131

第 7 章 结 构	139
7.1 概 述	139
7.2 结构的基本知识	139
7.3 结构与函数	142
7.4 结构数组	145
7.5 指向结构的指针	146
7.6 内存管理函数	150
7.7 表查找	152
7.8 联 合	156

下篇:系统模拟仿真

第 8 章 系统仿真基础	163
8.1 系统仿真与计算机系统	163
8.2 概率统计	164
8.3 随机变量频度测定	168
第 9 章 概率统计常用分布	173
9.1 二项分布(Binomial)	173
9.2 泊松分布(Poisson)	176
9.3 指数分布(Exponential)	180
9.4 大数定理	184
9.5 中心极限定理	187
第 10 章 任意分布随机变量	193
10.1 均匀分布随机变量.....	193
10.2 指数分布随机变量.....	196
10.3 泊松分布随机变量.....	198
10.4 埃尔朗(Erlang)分布的随机变量	202
10.5 正态分布随机变量.....	206
10.6 任意分布.....	210
第 11 章 经典蒙特卡洛法	215
11.1 经典蒙特卡洛法.....	215
11.2 随机变量求解数学圆周率 π	220
11.3 随机变量求解球体积.....	223

第 12 章 通信系统流量问题	228
12.1 非实时系统	228
12.2 待时式接入无限大系统	229
12.3 即时式系统	238
12.4 具有优先等待级别的非实时系统	241
12.5 多种服务串联情况	248
12.6 ALOHA 无线通信系统数据传送	254
12.7 数据传输标准	262
第 13 章 任意系统模拟仿真	271
13.1 博奕(Gamble)必胜法	271
13.2 库存管理问题	275
13.3 道路交通自然堵塞问题	282
13.4 遗传优化算法(Genetic Algorithm)	291
附录 A 图形库使用说明	301
附录 B 图形库源代码	316
参考文献	336

上 篇

C 语言基础

第1章 C语言概论

1.1 C语言的发展历史

作为一种程序设计语言,“C”看上去是一个奇怪的名字。但是这个奇怪而好听的语言却是现今最为流行的计算机语言之一,因为它是一种结构化的、高级的、与机器无关的语言。它允许软件开发人员开发程序时无须担心实现这些程序的硬件平台。

所有现代语言的起源都是 ALGOL 语言,该语言是 20 世纪 60 年代引入的。ALGOL 语言是最先使用块结构的计算机语言,尽管它从来没有在美国流行开来,但在欧洲却被广泛使用。ALGOL 语言给计算机科学带来了结构化程序设计的概念。

20 世纪 60 年代,计算机科学家如 Corrado Bohm、Guiseppe Jacopini 和 Edsger Dijkstra 使这一概念大众化了。随后,又宣布开发出了好几种计算机语言。

1976 年,Martin Richards 开发了一种称为 BCPL(基本组合程序设计语言)的计算机语言,该语言主要用于系统软件的开发。

1970 年,Ken Thompson 创建了一种计算机语言,该语言继承了 BCPL 的很多特性,且称为 B 语言。在贝尔实验室,B 语言用来开发 UNIX 操作系统的早期版本。BCLP 和 B 语言都是“无类型”的系统程序设计语言。

C 语言是 Dennis Ritchie 于 1972 年在贝尔实验室在 ALGOL、BCPL 和 B 语言的基础上发展而来的。

C 语言利用了这些语言的很多概念,并添加了数据类型的概念以及其他功能强大的特性。由于它是与 UNIX 操作系统一起被开发出来的,因此它与 UNIX 有着很强的关联。UNIX 操作系统(也是在贝尔实验室开发出来的)几乎全部是用 C 语言编码的。UNIX 是现今最为流行的网络操作系统,也是因特网数据超高速路的心脏。

多年以来,C 语言主要用于科研环境下,但最终随着多种商用 C 编译器的发布,以及 UNIX 操作系统的不断流行,在计算机专业也开始获得广泛支持。今天,C 语言可以运行在多种操作系统和硬件平台下。

20 世纪 70 年代,C 语言发展为现在所谓的“传统 C 语言”。

自 1978 年由 Brian Kerningham 和 Dennis Ritchie 著作的 The C Programming Language 一书的出版,使 C 语言成了最为流行的程序设计语言。该书很受欢迎,以

至于在程序设计界,C 语言被认为是“K&RC 语言”。

C 语言的快速发展导致了不同版本的语言出现,这些语言类似但往往不兼容。对系统开发人员来说,这是一个严重的问题。

为了确保 C 语言的标准,1983 年,美国国家标准局(American National Standards Institute, ANSI)任命了一个技术委员会来定义 C 语言的标准。该委员会于 1989 年批准了一个 C 语言版本,也就是现在的 ANSIC。该版本又于 1990 年被国际标准组织(International Standards Organization, ISO)批准。该标准于 1999 年进行了更新。

在 C 的基础上,1983 年又由贝尔实验室的 Bjarne Stroustrup 推出了 C++。C++ 进一步扩充和完善了 C 语言,成为一种面向对象的程序设计语言。C++ 目前流行的最新版本是 Borland C++ 4.5、Symantec C++ 6.1 和 Microsoft Visual C++ 2.0。

总的来说,早期的 C 语言主要是用于 UNIX 操作系统。由于 C 语言的强大功能和各方面的优点逐渐为人们所认识,到了 80 年代,C 开始进入其他操作系统,并很快在各类大、中、小和微型计算机上得到了广泛的使用,成为当代最优秀的程序设计语言之一。

C 语言的历史如图 1-1 所示。

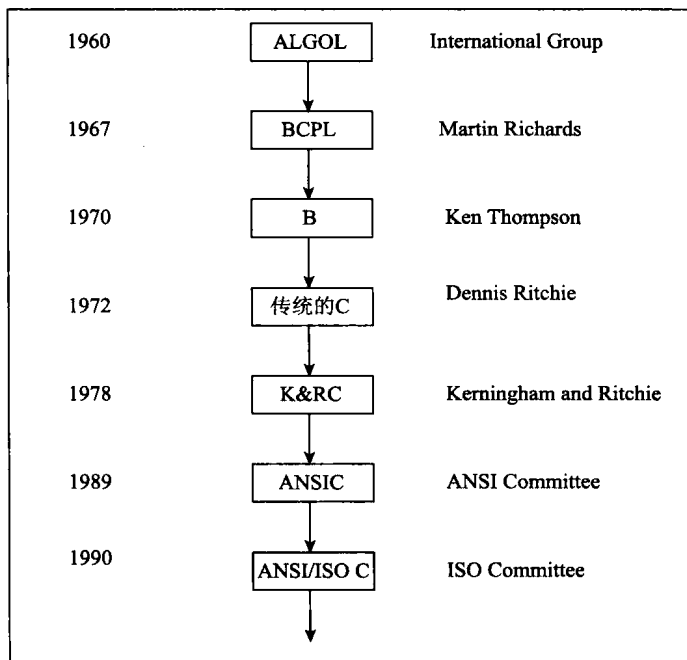


图 1-1 C 语言的历史

1.2 C语言的特点

1. C语言是一种结构化语言,它的语言简洁、紧凑、灵活。

(1)具有以下 32 个关键字(由系统定义,不能重作其他定义):

auto	break	case	char	const
continue	default	do	double	else
enum	extern	float	for	goto
if	int	long	register	return
short	signed	sizeof	static	struct
switch	typedef	unsigned	union	void
volatile	while			

(2)有 9 种控制语句:

if()~else~

for()~

while()~

do~while()

continue

break

switch

goto

return

例:C语言与 Pascal 语言比较

C 语言	Pascal 语言	含义
{ }	BEGIN... END	复合语句
if(e) S;	IF(e) THEN S	条件语句
int i ;	VAR i;INTEGER	定义 i 为整型变量
int a[10];	VAR a:ARRAY[1...10] OF INTEGER	定义整型数组 a
int f();	FUNCTION f():INTEGER	定义 f 为返回值整型的函数
int *p;	VAR p:INTEGER	定义 p 为指向整型变量的指针
i+= 2;	i=i+2	赋值 i+2⇒i
i++,++i; i=i+1		i 自增值 1,i+1⇒i

结论:C语言比 Pascal 语言简练、源程序短。

2. C语言的表现能力和处理能力极强。它具有丰富的运算符和数据类型,便于

实现各类复杂的数据结构。

(1) 其数据类型主要有基本数据类型, 构造数据类型, 指针类型, 空类型四大类。

(2) 其具有 34 种运算符:

算术运算符: + - * / % ++ --

关系运算符: < <= == > >= !=

逻辑运算符: ! && ||

位运算符: << >> ~ | · &

赋值运算符: = 及其扩展

条件运算符: ? :

逗号运算符: ,

指针运算符: * &

求字节数: sizeof

强制类型转换: (类型)

分量运算符: . -->

下标运算符: []

其他: () -

此外, C 语言还具有效率高、生成目标代码质量高、可移植性强等特点。因此被广泛地移植到了各类型计算机上, 从而形成了多种版本的 C 语言。目前较流行的 C 语言有以下几种:

(1) Microsoft C 或称 MS C

(2) Borland Turbo C 或称 Turbo C

(3) AT&T C

这些 C 语言版本不仅实现了 ANSI C 语言标准, 而且在此基础上各自作了一些扩充, 使之更加方便、完美。

1.3 面向对象的程序设计语言

在 C 语言的基础上, 1983 年又由贝尔实验室的 Bjarne Stroustrup 推出了 C++。C++ 进一步扩充和完善了 C 语言, 成为一种面向对象的程序设计语言。C++ 目前流行的最新版本是 Borland C++ 4.5、Symantec C++ 6.1 和 Microsoft Visual C++ 2.0。C++ 提出了一些更为深入的概念, 它所支持的这些面向对象的概念容易将问题空间直接地映射到程序空间, 为程序员提供了一种与传统结构程序设计不同的思维方式和编程方法, 因此增加了整个语言的复杂性, 掌握起来有一定难度。

但是, C 语言是 C++ 的基础, C++ 和 C 语言在很多方面是兼容的。因此, 掌握

了C语言,再进一步学习C++就能以一种熟悉的语法来学习面向对象的语言,从而达到事半功倍的效果。

1.4 C源程序的格式特点和结构特点

1.4.1 格式特点

从书写清晰,便于阅读、理解和维护的角度出发,在书写程序时应遵循以下规则:

1. 习惯用小写字母,大、小写敏感;
2. 一个说明或一个语句占一行。不使用行号、无程序行概念,可使用空行和空格;
3. 用{}括起来的部分,通常表示了程序的某一层次结构。{}一般与该结构语句的第一个字母对齐,并单独占一行。
4. 低一层次的语句或说明可比高一层次的语句或说明缩进若干格后书写,即锯齿形书写格式,以便看起来更加清晰,增加程序的可读性。在编程时应力求遵循这些规则,以养成良好的编程风格。

1.4.2 结构特点

1. 一个C语言源程序可以由一个或多个源文件组成。
2. 每个源文件可由一个或多个函数组成。
3. 一个源程序不论由多少个文件组成,都有一个且只能有一个main函数,即主函数。程序执行从main开始,在main中结束,其他函数通过嵌套调用得以执行。
4. 源程序中可以有预处理命令(include命令仅为其中的一种),预处理命令通常放在源文件或源程序的最前面。
5. 每一个说明、每一个语句都必须用“;”作为语句终止符。但预处理命令、函数头和花括号“{}”之后不能加分号。
6. 标识符、关键字之间必须至少加一个空格以示间隔。若已有明显的间隔符,也可不必加空格来间隔。
7. /* */为注释,不能嵌套。
8. 不产生编译代码。

为了说明C语言源程序结构的特点,先看以下几个程序。这几个程序由简到繁,表现了C语言源程序在组成结构上的特点。虽然有关内容还未介绍,但可从这些例子中了解到组成一个C语言源程序的基本部分和书写格式。

例：

```
/* example1 The first C Program */
#include <stdio. h>
main()
{
    printf("Hello, World!");
}
```

`/* example1 The first C Program */` 作为注释, `#include <stdio. h>` 为编译预处理, `main` 是主函数的函数名, 表示这是一个主函数。每一个 C 源程序都必须有, 且只能有一个主函数(`main` 函数)。函数调用语句, `printf` 函数的功能是把要输出的内容送到显示器去显示。 `printf` 函数是一个由系统定义的标准函数, 可在程序中直接调用。

```
程序 EXP1_1. c
#include "stdio. h"
#include "math. h"
main()
{
    double x,s;
    printf("input number:\n");
    scanf("%lf",&x);
    s=sin(x);
    printf("sine of %lf is %lf\n",x,s);
}
```

每行注释如下：

`include` 称为文件包含命令扩展名为 `.h` 的文件也称为头文件或首部文件；

定义两个实数变量, 以被后面程序使用；

显示提示信息；

从键盘获得一个实数 x ；

求 x 的正弦, 并把它赋给变量 s ；

显示程序运算结果；

`main` 函数结束。

程序的功能是在键盘上输入一个数 x , 求 x 的正弦值, 然后在屏幕上输出结果。在 `main()` 之前的两行称为预处理命令(详见后面章节内容)。预处理命令还有其他几种, 这里的 `include` 称为文件包含命令, 其意义是把尖括号 `<>` 或引号 `"` 内指定的