

C 语言图形化生成技术*

(I) CPAS-1 系统的研制

严桂兰 刘甲耀

(华侨大学电子工程系, 泉州 362011)

摘要 阐述 C 语言图形化生成技术——CPAS-1 系统的研制,其内容包括系统的支撑环境、功能、数据流、基本图式、设计思想和实现技术。

关键词 C语言,图形化,生成技术

分类号 TP 311

以图形为主导,直观可视地支持软件开发过程的每个阶段,是软件工具和开发环境的主要目标. 本文研制的 CPAS-1 系统是实现 C 语言自动生成 PAD 图形化的开发工具,它促使用户对源程序更有效地阅读、分析和维护. 在 CPAS-1 系统统一管理下,利用 Turbo C 和 PC-DOS 的支撑,为用户提供从 C 语言到 PAD 图形化的一个集成开发环境. 可直接编辑 C 程序,检查语法,显示或打印 C 源程序,产生执行结果. 最终将所指定的 C 程序自动生成对应的 PAD 图,输出到屏幕或打印机上;对 PAD 图超长超宽部分进行移动处理;有独立的图形点阵的打印驱动模块.

1 系统支撑环境与系统数据流

系统数据的流动、存贮和处理,如图1所示.

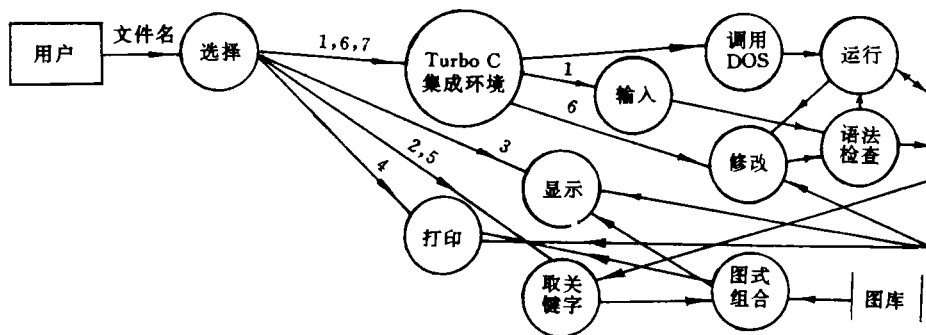


图 1 系统顶层数据流图

系统支撑环境为 PC/XT-286, 386 及其兼容机, 640 kB 内存, 20 MB 以上硬盘, EGA/

* 本文 1993-11-30 收到, 福建省自然科学基金资助项目

VGA 适配器,点阵打印机;PC-DOS 3.3 以上版本,Turbo C 2.0 或 Turbo C++.

2 系统所用的基本图式

PAD 图是描述程序逻辑的二维树形结构图. 为将 C 程序自动生成、表示为 PAD 图,根据 C 语言的结构特点,可采用如图 2 所示的图式^[1,2,5,6].

(1)处理框:它表示一般的处理语句. 只要不是分支、循环、自定义函数和函数调用等语句均用处理框表示. 它包括赋值、注释、系统函数调用、变量说明等语句.

(2)条件分支框:表示单、双分支语句 if(条件)[else],其上分支规定为条件成立的走向,下分支规定为条件不成立的走向. 同时,规定上分支向上延伸,下分支则向下延伸,而条件分支框的高度固定不变. 如图 3 所示.

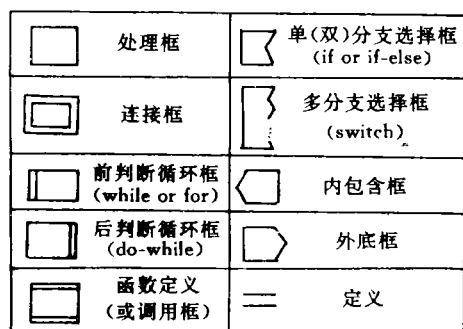


图 2 所用的 PAD 图式

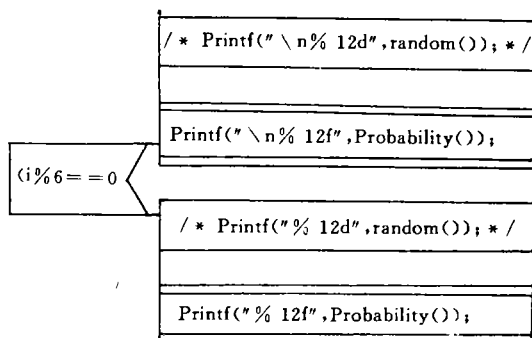


图 3 条件分支框

(3)循环框:表示循环操作,其 while(条件),for(条件)和 do-while(条件),可用下述框分别表示:(a)前判断循环框:循环语句 while(条件),for(条件)称为前判断循环语句,采用矩形左边加竖线表示;(b)后判断循环框:do-while(条件)称为后判断循环语句,为在图形上区别于前判断循环语句,采用矩形右边加竖线表示.

(4)多分支选择框:表示多分支选择语句 switch 并与 if 语句一样,每个分支可能包含多个语句. 系统采用两种方案实现:(a)每个分支语句都采用向下延伸的办法,由于语句多少不定,因而规定此框中的齿高一定. 当分支高度超过齿高时,超过部分用竖线表示,因此各分支可能出现如图 4(a)所示的多分支选择框. 多分支选择框的形状不是固定的,视其具体程序结构而在纵向高度上会有所变化;(b)各齿间不用直线,每齿的高度只允许画几个语句,当语句超过时则以连接框表示,如图 4(b1)所示. 此处的连接框是仅有框名的空框,而实际上是将该分支的内容在整体 PAD 之后画出,如图 4(b2)所示.

(5)自定义函数调用与定义框:除系统提供的库函数外,用户可根据需要编制专用的自定义函数. 凡是在调用或定义函数处均用函数调用与定义框表示,但对该自定义函数说明处则用处理框表示^[4].

(6)内包含框:表示变量的作用范围及其生命期. 在 C 语言中,采用“{”,“}”表示,它是变量的有效程序块. 其系统以内包含框表示在主程序中的变量的有效程序块,而程序块的具体

语句则在内包含框横向连线后表示^[4]。

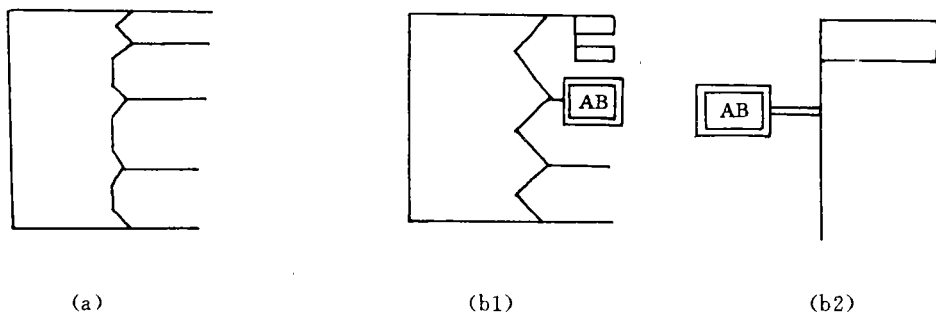


图4 多分支选择框示意

(7)外底框. C 程序设计中,若全程变量类型说明语句放在 `main()` 函数之前,以处理框表示;若在 `main()` 函数之后则用外底框表示. 此外,若 `#include` 与 `#define` 等语句放在 `main()` 函数之后,也用外底框表示. 只是在 `main()` 函数之前,该语句的物理位置与逻辑位置是一致的. 若外底框表示该语句的物理位置在 `main()` 函数之后,它的逻辑位置则与在 `main()` 之前一样^[4].

上述所有图式的横向宽度都依其中文字描述的宽度而定.

3 系统设计思想

3.1 布图思想与 PAD 层次的决定

3.1.1 布图思想 PAD 图是从左到右的树形结构. 其中,每个基本图框都是 1 个结点,除处理框和自定义函数调用框为树叶外,其它的框都可能是子树的根结点. 据此特点,我们在绘制 C 语言 PAD 图中采用“横向深度优先”的布图思想,总是从最右的树叶画起,然后一层一层倒回到子树的根结点. 这种布图的优点:可采用递归调用的设计方法;便于子树根结点的纵向位置的确定.

3.1.2 PAD 图层次的决定 PAD 图层的概念是横向深度的表示,也即树结构中层的概念. 实际上 PAD 图也是树结构,它的根结点在最左边,在 C 程序中,凡用一对花括号括起的内容就对应 1 棵子树,有 1 棵子树就对应产生新的一层. 因此,PAD 图中层的概念就对应 C 语言中的一对花括号. 由于花括号的嵌套,就有子树中的子树,层数加一的层次出现,这正是结构化图形表现法——PAD 优势所在.

3.2 关键字的判断

为将 C 语言中各语句对应不同的图式表示,重要的步骤是要识别 C 中各关键字,如 `if`, `switch`, `for`, `do`, `while`……,因此必须逐条对 C 语句进行判断、比较. 当在不同“{ }”中取出某一关键字,就决定了该语句对应图形在 PAD 图的层次物理位置.

3.3 递归调用

由于对 C 中各语句的图式作了相应规定,因而在 C 程序中反复地由有限个规范化的图式

组成,特别在嵌套的语句结构中.我们采用递归调用的方式,使系统的程序设计更为优化.系统设计以子树为独立处理单位,即一对花括号括起的内容,它的子树根结点分别由 switch, for, do, while 组成,花括号又嵌套着花括号,直到处理语句与自定义函数调用为止^[2].

4 系统实现技术

4.1 屏幕上图形超宽超长的处理

PAD 是一种二维树形图,随着 C 语言程序设计的不同,当在同一屏幕显示时都将发生超宽超长的问題.因此在本系统中必须考虑整个图形的移动,以便一显示或打印完毕,能自动显示下屏图形.设计中采用坐标变换与重画技术,使 C 程序转换后的 PAD 图超过屏幕范围(即超宽、超长)以外部分,能随时观察.与国内同类软件相比,这是本系统独到之处.

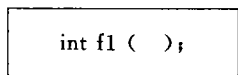
4.2 自设计图形打印机输出驱动程序

在 C 语句中没有专门的图形打印输出函数,因此要转换为 PAD 图并输出到打印机,便成为系统设计的一个重要技术问题.目前,常用的点阵打印机是图形输出的重要设备,本系统专为图形打印输出设计了驱动模块.总的设计思想是将源程序图形化输出到屏幕上,然后对屏幕逐行逐列扫描,使其图形象素值转换为打印机针头的动作值,并输出到打印机^[3].

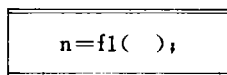
4.3 库函数与自定义函数的处理

一般说来,库函数的调用都采用处理框表示,但若库函数中包含有自定义函数调用时,则以自定义函数调用框表示.对自定义函数的图式表示,也有多种情况要处理.

(1)自定义函数名搜索.在 C 程序中,总是在主程序中说明和调用自定义函数,而自定义函数则放在主程序之前或之后.为此,要画出主程序中自定义函数调用与说明,必须先找到自定义函数名,用此自定义函数名再返回到主程序中与各语句比较.若该语句中包含有自定义函数名,则此语句有可能要用自定义函数调用框.此时,必须进一步排除此语句是否有 C 语言中规定的函数类型说明字符串.若有,此自定义函数语句是说明语句,用处理框表示;若没有,可以断定为自定义函数的调用语句,需用自定义函数调用框表示.如图 5 所示,自定义函数名为 f1.



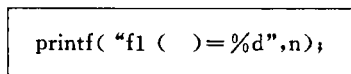
(a) 自定义函数说明



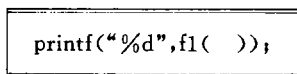
(b) 自定义函数调用

图 5 自定义函数的表示

(2)库函数中出现自定义函数名.当库函数中出现的自定义函数名是以说明表示时,仍应以处理框表示;若是以求值表示,则要以自定义函数调用框表示.如图 6 所示.



(a) 自定义函数在说明中



(b) 对自定义函数求值

图 6 自定义函数的使用

(3)在自定义函数定义处,以及在自定义函数名前后都可能有语句时,本系统采用如图 7 表示的形式(图中,省略处为定义内容).

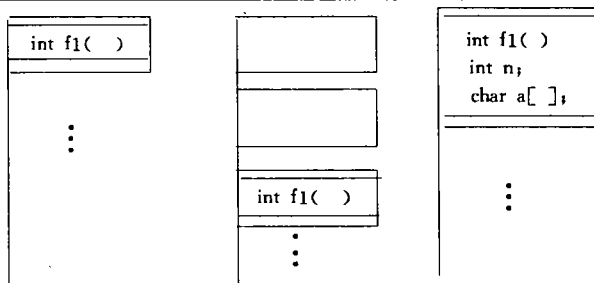


图7 自定义函数定义形式

参 考 文 献

- 1 刘甲耀,严桂兰. PAD 编程方法与 C 语言程序设计. 北京:电子工业出版社,1989. 7~195
- 2 刘甲耀,严桂兰. Turbo C 语言程序设计. 北京:电子工业出版社,1991. 79~151
- 3 严桂兰,刘甲耀. C 语言与图形处理. 上海:华东化工学院出版社,1993. 211~226
- 4 严桂兰,刘甲耀. C 语言疑难问题剖析. 上海:华东化工学院出版社,1993. 168~204
- 5 刘甲耀. PAD 及其在高级语言程序设计中的应用. 华侨大学学报(自然科学版),1986,8(2):214~226
- 6 刘甲耀. C 语言的 PAD 标准图式与应用. 华侨大学学报(自然科学报),1989,10(1):89~92
- 7 严桂兰,刘甲耀. C 语言图形打印输出的算法与程序设计. 计算机技术,1993,(1):21~24

Generating Technique for the Graphic Treatment of C Language

(I)Development of CPAS-1 System

Yan Guilan Liu Jiayao

(Dept. of Electron. Eng. ,Huaqiao Univ. ,362011,Quanzhou)

Abstract The authors set forth the generating technique for the graphic treatment of C language—the development of CPAS-1 system. The contents include support environment of the system, its function and data flow, fundamental diagram in it, and its design principle and implementation.

Keywords C language, graph, generating technique