

程序自动生成技术*

(II) CPAS-2 系统的研制

严 桂 兰

(华侨大学电子工程系, 泉州 362011)

摘要 结构化程序设计思想用可视性强的图形编辑表现,并通过生成器自动翻译成规范化的程序代码,因而冲击着惯用的人工编程方法. 本文阐述从图形编辑到程序代码生成的关键技术与方法,并在 CPAS-2 中得以实现.

关键词 图形编辑,生成技术, C 程序代码.

分类号 TP 311. 51

软件设计工程化、规范化、图形化、自动化已是当今软件工程领域的重要内容,以往惯用的人工编制的高级语言程序,特别是大型、复杂的程序,其可读性很差,即使有文档说明,在源程序维护上仍是花费精力,效率低且心烦意乱. 面对这些问题,如何以可视性强的图形语言编程,为软件人员提供有效、方便、自动编程的开发环境,已成为软件工程的重要研究课题之一. 本文提出以 PAD 图形语言为表现形式,以 Turbo C++ 为技术描述手段,研究了程序设计自动生成的关键问题和方法. 有了它,用户只要将程序设计思想用 PAD 图表现出来,便可自动生成一份规范化的 C 程序代码^[1~4].

1 图形编辑技术

1.1 PAD 与 PAD 图式的扩充

PAD (Problem Analysis Diagram) 是一种可视性的描述程序逻辑的二维树形结构图. 它与传统的流程图、N-S 图等相比,除包揽其所有优点外,具有画法无二义性则是它的最大特点. PAD 图为规范化程序的生成创造前提,因而成为目前生命力最强的软件设计表现法之一^[1,4].

利用 PAD 图来表现结构化程序设计思想,是本文以及 CPAS-2 的首要任务. 它把各种图式,用横向与纵向连线组成能表达程序设计思想的结构化二维 PAD 树图,使不同的 PAD 图式与 C 语言各语句相互对应. 我们扩充了 9 种 PAD 图式^[1~4].

1.2 PAD 图的数据结构成员描述

为快速地进行各种图框的插入、删除等,也为了能在内存中建立未知大小的动态数组,采

* 本文 1995-06-19 收到;福建省自然科学基金资助项目

用双向链表的数据结构无疑地是合适的^[1]. 同时,采用树、层、体、序的观点也是准确的. 因为 4 个参数可以唯一地确定一个 PAD 图中各图框的逻辑位置. 为此,每一 PAD 图框用如下结构成员的数据来描述. 即

```
typedef struct pad_struct {
    char type;                /* 图框的类型 */
    char start;               /* 图框的位置标志 */
    int box_num;              /* 图框的框号 */
    char tree_num;            /* 图框的树号 */
    char layer;               /* 图框的层号 */
    char body;                /* 图框的体号 */
    int order;                /* 图框的序号 */
    char lines;               /* 图框的框内文本的行数 */
    unsigned int length;      /* 图框的框内文本的长度 */
    VSTR points;              /* 图框的顶点坐标的动态串 */
    VSTR text[MAX_LINE];      /* 图框的框内文本存放的动态串 */
    Struct pad_struct * next; /* 指向下一结点的链指针 */
    Struct pad_struct * prior; /* 指向上一结点的链指针 */
}PAD;
```

每一个被选中的图式都会由上述结构成员的数据来描述,从而准确地得到各图框的类别、屏幕位置、相互间逻辑关系,等等.

1.3 图框编辑技术

1.3.1 图框伸缩动态技术

在屏幕某一特定位置上选中图形库中某一图式后,该图框的基本形状不变,但其大小、相对位置都会在编辑过程中发生动态变化. 例如,处理框的纵横向伸缩依写入框内文本的行数与长度而定. 又如,分支框的上分支在多于一个以上的图框时,采用 BIOS 中断号 10 之 7 功能号使分支框自动地平滑下移,也可在上分支中删除图框后,平滑地上移^[5](图 1);平行分支框(switch 框)的各分支间的齿距会随各分支后挂多于一个图框时,调用 BIOS 中断号 10 之 6, 7 功能号,使其用竖线拉长(图 2). 由于 switch 框的分支数是不定的,故其分支数的多少,以及开关控制表达式和多分支下的常数均采用对话框完成.

1.3.2 超长宽处理技术

由于采用结构化的自顶向下的设计思想,图又是 1 棵二维从左到右逐步细化的树形结构,因此在编辑较复杂的 PAD 图时,在有屏幕范围内,必然会出现超长、超宽而需相应的上下左右翻屏处理. 当图形纵向超长时,调用 BIOS 中断号 10 之 6, 7 功能号^[2,6]完成屏幕上滚与下滚. 翻滚的像素点可根据需要而定,但图形超宽时,由于 DOS 与 BIOS 都不提供左右滚动的中断服务,因而需采用清屏重画技术.

1.3.3 全屏幕编辑技术

(1) 光标系统. 为区别与提示不同的功能,采用多种光标显示,这是近年来用户喜闻乐见

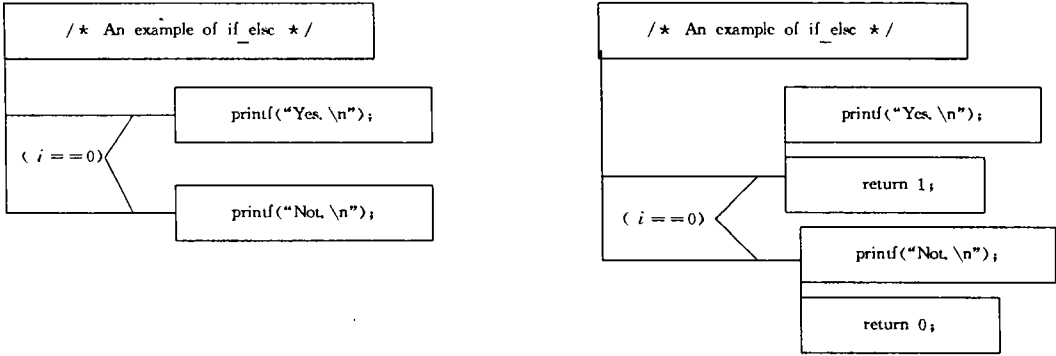


图1 分支框的移动

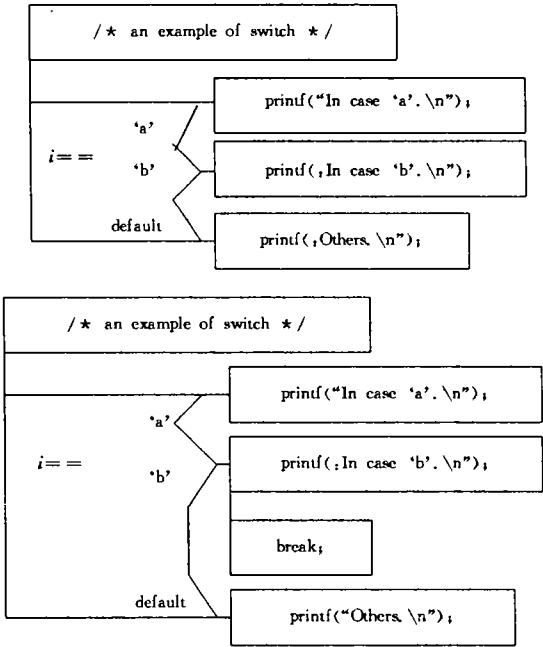


图2 switch框的纵向延伸

的方式,例如箭头光标和下划线光标. 箭头光标可在全屏内沿 PAD 图树迹方向移动. 下划线光标是在图框选定后,提示用户在框内文本输入或写入表达式等,考虑修改文本时重写,则采用在文本输出处先用底色覆盖再重输的方式.

(2) 编辑技术. 对图形编辑时,采用类似于文本编辑中块操作功能,将需要修改的图框先用伸缩框确定,然后对伸缩框进行移动、复制、删除等操作. 若要插入,则先要定位,尔后在指定处插入所需图框. 整个编辑过程,都是对双向链表操作,在屏幕上则采取清屏重画技术.

2 C 程序代码生成技术

当屏幕上已用图框表达了某一问题的程序思想后,下一步的关键技术就是准确无误地生成对应 C 程序代码. 为此,需采用如下技术.

2.1 动态通用串技术

动态通用串的设计,是为在其串中可存放各种格式的数据,且能根据实际需要使其占用的空间能动态伸缩. C 中的串,只是字符的数组,无法用它存贮任何类型的二进制数据. 为了克服现有串的弱点,采用下示结构以增强 C 中串的功能. 即

```
typedef struct vstr _struct {  
    char marker[5];           /* 初始化标志 */  
    unsigned int dimlen;       /* 初始化时,分配给一动态串的元素个数 */  
    unsigned int currlen;      /* 动态串中实际存放的元素个数 */  
    char esize;                /* 一个元素占用的字节数 */  
    char inc;                  /* 动态串扩充时,控制增加的元素个数 */  
    void * data;               /* 存放数据的域 */  
}VSTR;
```

为有效地使用指针,需用类型转换,此时使用动态通用串更是灵活方便. 例如,在 PAD 图框结构数据中的 point 域,它是存放图框的顶点坐标,其元素具有下示的数据格式:

```
typedef struct point _struct {  
    int x;  
    int y;  
}point;
```

我们只需经过类型转换((point *)v→data),就可把动态通用串 v 中的 data 或看成具有 point 结构的结构数据. 这样用((point *)v→data)[i]·x 就能方便地取得第 i 个元素的 y 坐标值.

2.2 递归调用技术

在 PAD 图树上,每个结点上都对对应一种图式,除处理框、自定义函数说明框为树叶外,其它图框所在结点均被认为是根结点. 对于这种树结构,采用递归算法较能简洁地解决从图形到程序代码的生成. 为先用循环来处理这若干棵 PAD 树,而每棵 PAD 树的具体处理则交给递归函数;进入递归函数后,若该棵树又有子树时,则将继续调用递归函数,直到树叶为止. 考虑到 C 语言花括号配对问题,因此在进入和结束递归函数时,要自动加、收花括号.

2.3 C 程序代码生成技术

C 程序代码生成过程中,主要依据 PAD 图框中的结构成员数据,由树、层、体、序确定所在图框中生成 C 语句的逻辑位置;由类型判定图框对应的 C 语句的关键字;由位置标志决定该句后面是否还有嵌套语句;由链指针确定该句与上下语句的逻辑关系;由文本行数与长度确定语句具体内容等. 在分支结构中,双分支与多分支的关键字要有区分,对多分支结构中除关键字“switch”外,还有“case”和情况常数以及“:”等,为此,还要利用文件缓冲区来实现,等等. C 语句十分丰富,在生成过程中还要根据不同情况作相应处理,在此不一一赘述.

3 结束语

上述技术和方法,已在省自然科学基金资助项目 CPAS-2 (C Programming Automatic System-2),俗称 C 语言程序设计自动生成系统正过程上实现. CPAS-2 系统具有十分灵活的图形

编辑功能,并能快速生成相应的 C 程序代码,可直接打印清晰、美观的 PAD 图及源程序^[5]. CPAS-2 融 Turbo C++ 与 DOS 三者为一体,因而,使用方便、快捷,目前正在进一步商品化,不日即可投入软件市场.

参 考 文 献

- 1 严桂兰,刘甲耀. PAD 与 Turbo C 程序设计. 上海:华东理工大学出版社,1994. 4~889
- 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 刘甲耀. C 语言的 PAD 标准图式与应用. 华侨大学学报(自然科学版),1989,10(1):89~92
- 4 严桂兰,刘甲耀. C 语言图形化生成技术,华侨大学学报(自然科学版),1994,15(1):97~101
- 5 严桂兰,刘甲耀. C 语言图形打印的算法和驱动程序的设计. 华侨大学学报(自然科学版),1993,14(3):382~386
- 6 李桂青,罗持久. 微机 C 语言及其应用. 北京:气象出版社出版,1989. 264~265

Automatic Program Generating Technique

(II) Development of CPAS-2 System

Yan Guilan

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

Abstract The idea of structured programming can be expressed by easily visible graph;and then translated automatically by the generator into normalized C program codes,which changes the conventional manual programming method. The author sets forth here the key technique and method from graph editing to C code generation;and obtains implementation in CPAS-2.

Keywords graph editing,generating technique,C program code