

目标驱动的 QBASIC 语言 编程训练软件的实现

丁振凡

(网络中心)

摘 要 该编程训练系统以教师程序为匹配目标,通过学生程序行与教师程序行的比较来检查学生程序的正确性¹⁹。学生程序在算法和语句选择上要求与教师程序一致,但在变量命名、表达式等价检查、字符串比较、语句排列次序的动态调整以及对可选匹配项的支持等方面提供匹配灵活性¹⁹。

关键词 CAI;程序比较;表达式等价

分类号 TP 391.6

0 引 言

在 BASIC 语言的教学采用计算机辅助教学是教学改革的一项重要内容¹⁹。现有的一些 CAI 软件大多基于教学内容的讲解,在对学生进行编程训练上缺乏有效支持¹⁹。开发编程训练的软件对提高学生的编程能力有较大的实际意义¹⁹。本系统是利用教师的编程方案作为学生编程的目标,引导学生进行程序设计¹⁹。如果强迫学生编出与教师程序一模一样的程序是不可取的,系统应允许学生程序在保证与教师程序的语句结构和语义相同的前提下有一定的灵活性¹⁹。

1 系统的设计目标

在保证学生程序正确的前提下,本系统提供如下的匹配灵活性:

(1) 语句排列次序的动态调整

程序中的有些语句,由于相互间的变量无引用关系,在排列次序上可以前后倒动¹⁹。

(2) 自由命名变量

不要求学生程序中变量与教师程序中的变量名称一致,但教师变量与学生变量要对应一致¹⁹。

(3) 对语句中出现的字符串分别处理

对于提示字符串,不要求内容一致;而对于某些输出字符串,要求精确一致¹⁹。

(4) 支持可选项 有些内容可以有多种匹配方案,学生的输入只要满足其中一种即可¹⁹。如:表达式的不规则等价形式(如: $X * X$ 与 $X ^ 2$);PRINT 语句中的逗号与分号的选用¹⁹。

(5) 部分地支持语义上等价的表达式的匹配

最常见的是由于一些运算符满足交换律(如: +、*) 以及两个运算符间的交换性能(如: > 与 <) 所致的表达式的等价(例如: $X + Y$ 与 $Y + X$, $X > Y$ 与 $Y < X$)¹⁹。

2 系统的实现

2.1 语句行中标记符的引入及语句行匹配处理的实现

本系统在语句中引入一些标记符,以增加匹配的灵活性¹⁹。具体有:要求精确匹配的字符串在串开始加标记符;表达式的开始与结束加上标记符;对可选项用标记符加以标记¹⁹。可选项标记符的形式为:〈开始符〉〈选项 1〉〈或标记符〉〈选项 2〉〈或标记符〉...〈结束符〉

注:当最后的〈或标记符〉与〈结束符〉之间无字符时表示该可选项可为空¹⁹。

语句行的匹配检查是基于教师程序与学生程序中对应单词的语义进行检查,而单词的匹配处理是基于单词自动机的首字符,根据首字符转不同的分支进行处理¹⁹。

(1) 当处理的首字符为可选项标记开始符,要对进入可选项加以登记¹⁹。为支持嵌套的可选项处理,引入两个标记变量:CURR 用于记录当前所处的标记层号,在最外层其值为 0,每进入新的一层其值增加 1,退出一层其值减 1;JUMP 用于标记层的跳过处理(当匹配项不匹配时,要跳至下一个可选项),最初 JUMP 等于 CURR,每遇标记开始符 JUMP 增加 1,遇标记结束符 JUMP 减 1,下一个可选项应是 CURR 与 JUMP 相等时的或标记符之后的内容¹⁹。

(2) 当处理的符号为表达式标记符,则调表达式分析处理模块进行处理¹⁹。

(3) 当处理的符号为双引号,则根据字符串中首字符是否为标记符分别进行字符串的两种匹配处理¹⁹。

(4) 当处理的符号为数字则转常数匹配处理¹⁹。具体工作有拼常数、查填常数表、常数值比较¹⁹。

(5) 当处理的字符是字母时,将进行标识符的匹配处理¹⁹。本系统按保留字表→运算符表→变量表的顺序进行标识符的查填表处理¹⁹。对于保留字 LET 的匹配要作允许可省的特殊处理,变量表中含有两个表项,分别对应教师程序中变量和学生程序中变量,两个变量首次匹配时要往变量表中填入两个标识符,以后匹配则是检查其一致性¹⁹。当一行语句匹配失败时,因该语句匹配处理而填入变量表中的内容要清除,所以,在一行语句匹配处理前要将变量表的表尾指针记住,以便进行恢复处理¹⁹。

(6) 其它符号按相应单词的自动机进行接收并匹配处理¹⁹。

程序中引入标记符的目的是提供相关的灵活性,但是教师程序中也可无标记符,缺省匹配处理原则是:语句的匹配次序严格按教师程序的行顺序;表达式的匹配只限于单词的语义匹配检查;字符串采用不精确匹配处理¹⁹。

2.2 语句行排列次序的动态处理

本系统通过给每个语句行引入依赖标号来支持语句行次序的动态调整处理¹⁹。每条语句对应的依赖标号指示该语句行应排在哪一条语句行之后(如:某行须排在第一行之后,则其依赖

行号 = 1) 19.最初可以排在程序开头的行,其依赖行号置为 0;对于在程序中只能在原位置保持不动的行,其依赖行号为本语句行在程序中的实际排列序号 19.依赖行号在教师程序文件中作为一种标记,排在每条语句之前,与教师程序一起存贮,便于管理 19.在教师程序分析预处理阶段将其与语句内容分离,放入语句行依赖关系表中 19.在进行具体匹配时该表的数据会动态变化,每次匹配总是优先选中依赖行号为 0 的行作为匹配目标 19.某行匹配成功,相应的依赖关系表表项处置为 -1,并将表中所有以该行作为依赖行的表项置为 0 19.

2.3 表达式的匹配分析技术

表达式分析涉及词法、语法及语义分析,本系统采用算符优先方法对表达式进行语法及语义分析,采用二叉树来表示表达式的语义,最后由表达式的语义分析树的等价判定算法来决定用户输入表达式是否与教师的表达式匹配 19.语义二叉树中每个结点的数据结构含如下数据项:结点类(class)、符号表地址(address)、左子树指针和右子树指针 19.

具体上,对于双目运算,树根为运算符,左右指针分别指向两个运算量;对单目运算,由于只有一个运算量,相应右指针置空值;函数和数组在二叉树中表示的办法见图 1,根结点存放函数名,左指针指向第一个参数,为了链接后续参数,引入若干结点形成右指针链用于链接后续参数,右链中每一个结点的左指针用于指向下一个参数,对于指向最后一个参数的链结点,其右指针为空 19.采用这样的表示是考虑到函数的参数有可能是表达式的情形 19.

语义树的等价判定算法设计为递归的形式,匹配策略采用前序遍历(根结点→左子树→右子树)的搜索次序,在进行树结点匹配检查时有三种情形:运算符、函数、基本运算量(变量或常数),基本运算量的匹配处理是检查对应结点的 class 与 address 是否相同 19.函数的匹配处理是先检查函数名的一致性,再按参数由左至右的顺序进行参数结点的匹配检查 19.根据函数参数表在语义树中的表示形式,参数匹配检查是沿右子树链结点逐一检查左子树的匹配情况,直到右子树链为空(成功匹配)或某一左子树匹配失败(失败匹配)为止 19.运算符结点的匹配处理较为复杂,要考虑两种交换关系,一种是该运算符满足交换律(如: +、*),另一种是相对交换运算符(如: > 与 <) 情形 19.所以,当匹配时要作如下检查:①如果根结点一致,而左子树不匹配,则根据运算符的交换特性决定是否还有交换学生树中该结点的左右子树再进行左右子树的匹配检查的机会;②如果根结点不相同,但是两运算符为相对交换运算符,则可将学生树中该处的左右子树交换后再进行左右子树的匹配检查 19.

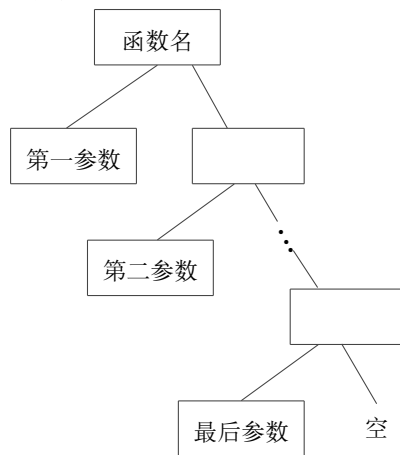


图1 函数在语义二叉树中表示形式

表达式的等价判定是一个非常复杂的工作,该算法只实现了基于运算符的交换性能所致的等价,这种情形在实际场合占大多数,其它因素(如: $X * X$ 与 $X ^ 2$) 所致的等价可考虑用本系统提供的可选项支持加以处理 19.

2.4 系统工作流程

图 2 为系统工作流程 19.

有关说明:

(1) 教师程序预处理的工作是将教师程序文件中的依赖行号与语句行内容分离并分别存入行依赖关系表和语句行数组中¹⁹行依赖关系表用于控制语句行的匹配次序¹⁹.

(2) 选择当前匹配行的原则是先找依赖行号为 0 的行, 如果找不到依赖行号为 0 的行, 则找第一个不为 -1 的行¹⁹.

(3) 出错处理程序的具体工作次序是:①检查该匹配出错点是否有下一个可选项, 有则取下一个可选项继续匹配;②找另外一个依赖行号为 0 的行作为匹配目标;③按匹配情况最好的语句行的匹配出错位置对应内容项的语义指示错误¹⁹.

(4) 每行匹配只允许学生输入 3 次错误解答, 超过 3 次则自动给出本行的正确内容¹⁹在选择下一个可选匹配项或下一个匹配行时错误计数要减 1¹⁹.

3 结束语

本系统是用 Turbo C 语言编写¹⁹对于简单的编程题, 由于解题方案变化少, 本系统有较好的辅导效果¹⁹. 本系统对于培养学生良好的结构化程序设计习惯和规范化的编程思路提供了有力的支持¹⁹本系统提供的教学模式具有一定的启发式教学特征¹⁹笔者将该系统嵌入文献[2]的 CAI 系统中, 从而使原来的 CAI 系统能支持编程题的训练¹⁹.

参 考 文 献

- 1 TSID 工作室著, 王晟改编¹⁹Turbo C++ 最佳专辑¹⁹.北京:人民邮电出版社, 1994
- 2 丁振凡¹⁹文字型 CAI 系统的实现¹⁹.华东交通大学学报, 1996, 13(2): 25~29
- 3 金成植¹⁹编译方法¹⁹.北京:高等教育出版社, 1984

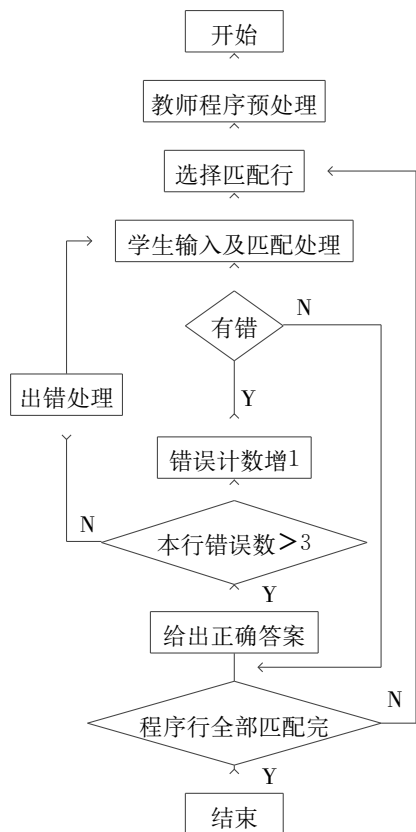


图2 系统工作流程

Implementation of Object Driven QBASIC Language Programing Training System

Ding Zhengfan

(Campus Network Center)

Abstract This programing training system is based on the comparision of student's program and teacher's program. The alogrithm and statements of student's program must confirm to the demands of teacher's program. But some flexibilities are provided in following aspects such as variable naming, expression equivalence checking, string comparing, statement sequence dynamic adjusting and optional items supporting.

Key words computer-assisted instruction; program comparision; expression equivalence

(上接第 9 页)

A New Method for On-Monitoring of Moisture in Transformer Oil

Jie Jingyao

(Mechanical Engineering Department)

Liu Hong

(Electrical Engineering Department)

Abstract This paper describes the thin film capacitive humidity sensor in transformer oil and demonstrates its usefulness in monitoring moisture content in transformers.

Key words humidity sensor; transformer oil; moisture content