专题2\_递归下降语法分析设计原理与实现

李若森 13281132 计科1301

# 理论传授

语法分析的设计方法和实现原理；LL(1)文法及其判定；无回溯的递归下降分析的设计与实现。

# 目标任务

## 实验项目

完成以下描述算术表达式的 LL(1)文法的递归下降分析程序。

G[E]:

E→TE’

E’→ATE’|ε

T→FT’

T’→MFT’|ε

F→(E)|i

A→+|-

M→\*|/

## 设计说明

终结符号i为用户定义的简单变量，即标识符的定义。加减乘除即运算符。

## 设计要求

1. 输入串应是词法分析的输出二元式序列，即某算术表达式“专题 1”的输出结果，输出为输入串是否为该文法定义的算术表达式的判断结果；
2. 递归下降分析程序应能发现输入串出错；
3. 设计两个测试用例（尽可能完备，正确和出错），并给出测试结果。

## 任务分析

重点解决LL(1)文法到递归子程序框图的设计。

# 实现过程

## 消除左递归

该文法无左递归。

## 消除回溯

该文法无回溯。

## FIRST集和FOLLOW集

根据FIRST集和FOLLOW集的定义，可得到文法G[E]的FIRST集和FOLLOW集。

如表3-1所示：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 表3-1 FIRST集和FOLLOW集 | | |
| 产生式 | FIRST(α) | FOLLOW(A) |
| E→TE’ | { (, i } | { ), # } |
| E’→ATE’ | { +, - } | { ), # } |
| E’→ε | { ε } |
| T→FT’ | { (, i } | { +, -, ), # } |
| T’→MFT’ | { \*, / } | { +, -, ), # } |
| T’→ε | { ε } |
| F→(E) | { ( } | { +, -, \*, /, ), # } |
| F→i | { i } |
| A→+ | { + } | { (, i } |
| A→- | { - } |
| M→\* | { \* } | { (, i } |
| M→/ | { / } |

## 函数递归框图

递归框图算法如下：

设：

* + Current 中放置当前正扫描的输入符号
  + NextSym 表示输入符号指针后移一位

假定：

* 当进入某子程序时,要分析的输入符号已经在Current中
* 在从某一子程序退出时,下一个要分析的输入符号放入Current中

根据算法可推得图3-1至图3-7：

|  |
| --- |
|  |
| 图3-1 E→TE’ |
|  |
| 图3-2 E’→ATE’|ε |
|  |
| 图3-3 T→FT’ |
|  |
| 图3-4 T’→MFT’|ε |
|  |
| 图3-5 M→\*|/ |
|  |
| 图3-6 A→+|- |
|  |
| 图3-7 F→(E)|i |

## 主要数据结构

**pair<int, string>:**

用pair<int, string>来存储单个二元组。该对照表由专题1定义。

**vector<string>:**

将二元式序列通过ntable转化后的的字符串序列。

## 函数定义

|  |
| --- |
| **init:** |
| void init(); |
| **功能：** |
| 初始化关键字及识别码对照表 |
| **传入参数：** |
| （无） |
| **传出参数：** |
| （无） |
| **返回值：** |
| （无） |
|  |
| **Error:** |
| void Error( int &pos, string msg ); |
| **功能：** |
| 存储错误信息 |
| **传入参数：** |
| msg:错误信息 |
| **传出参数：** |
| pos:出错标识符为该行第pos个标识符 |
| **返回值：** |
| （无） |
|  |
| **ProcessorF:** |
| bool ProcessorF( int &pos ); |
| **功能：** |
| 非终结符F的处理过程 |
| **传入参数：** |
| pos:当前第pos个标识符 |
| **传出参数：** |
| pos:当前第pos个标识符 |
| **返回值：** |
| 是否成功解析。是则返回true，否则返回false。 |
|  |
| **ProcessorA:** |
| bool ProcessorA( int &pos ); |
| **功能：** |
| 非终结符A的处理过程 |
| **传入参数：** |
| pos:当前第pos个标识符 |
| **传出参数：** |
| pos:当前第pos个标识符 |
| **返回值：** |
| 是否成功解析。是则返回true，否则返回false。 |
|  |
| **ProcessorM:** |
| bool ProcessorM( int &pos ); |
| **功能：** |
| 非终结符M的处理过程 |
| **传入参数：** |
| pos:当前第pos个标识符 |
| **传出参数：** |
| pos:当前第pos个标识符 |
| **返回值：** |
| 是否成功解析。是则返回true，否则返回false。 |
|  |
| **ProcessorTQ:** |
| bool ProcessorTQ( int &pos ); |
| **功能：** |
| 非终结符T’的处理过程 |
| **传入参数：** |
| pos:当前第pos个标识符 |
| **传出参数：** |
| pos:当前第pos个标识符 |
| **返回值：** |
| 是否成功解析。是则返回true，否则返回false。 |
|  |
| **ProcessorT:** |
| bool ProcessorT( int &pos ); |
| **功能：** |
| 非终结符T的处理过程 |
| **传入参数：** |
| pos:当前第pos个标识符 |
| **传出参数：** |
| pos:当前第pos个标识符 |
| **返回值：** |
| 是否成功解析。是则返回true，否则返回false。 |
|  |
| **ProcessorEQ:** |
| bool ProcessorEQ( int &pos ); |
| **功能：** |
| 非终结符E’的处理过程 |
| **传入参数：** |
| pos:当前第pos个标识符 |
| **传出参数：** |
| pos:当前第pos个标识符 |
| **返回值：** |
| 是否成功解析。是则返回true，否则返回false。 |
|  |
| **ProcessorE:** |
| bool ProcessorE( int &pos ); |
| **功能：** |
| 非终结符E的处理过程 |
| **传入参数：** |
| pos:当前第pos个标识符 |
| **传出参数：** |
| pos:当前第pos个标识符 |
| **返回值：** |
| 是否成功解析。是则返回true，否则返回false。 |
|  |
| **Parse:** |
| bool Parse( vector<PIS> &veco, int &epos, string &emsg ); |
| **功能：** |
| 进行该行的语法分析 |
| **传入参数：** |
| vec:该行字符串的二元式序列 |
| **传出参数：** |
| epos:出错标识符首字符所在位置 |
| emsg:出错信息 |
| **返回值：** |
| 是否成功解析。是则返回true，否则返回false。 |
| **errMsg:** |
| void errMsg( string filename, int rowNo, int colNo, string errmsg ); |
| **功能：** |
| 向屏幕输出错误信息 |
| **传入参数：** |
| filename:正在处理的文件的文件名称 |
| rowNo:出错行 |
| colNo:出错列 |
| errmsg:错误信息 |
| **传出参数：** |
| （无） |
| **返回值：** |
| （无） |

# 程序测试

测试用例详见文件夹中test1.lexer和test2.lexer。

其中，

test1.lexer、test2.lexer为测试输入文件。

在命令行中运行parse [name]即可运行测试用例。

test1为正确文法二元序列，test2为非法文法输入二元序列。

|  |
| --- |
|  |

# 心得体会

通过本次专题实验，我更加深刻的理解了递归下降文法的构造以及其程序的编写方式。

在本次专题中，我利用了专题一的词法分析器生成二元式序列并作为该专题的输入文件，这也为了后面的专题5打下了一个基础，说明这种程序间的粘合方式是可行的。编写程序的过程中是比较顺利的，我先按照函数框图写出了具有核心功能的版本（此时输入还不是二元式序列，而是一个字符串），然后通过不断迭代逐步完善输入及报错信息等细节，最终形成整个项目。递归下降语法分析中由于报错位置精准，所以可以明确的报出出错位置所需要的具体标识符。

目前该工程已上传至我的Github仓库中。

# 附录

1. parse.cpp和parse.h为算符优先分析程序模块
2. main.cpp为输入输出处理模块
3. parse.exe为项目生成可执行文件
4. makefile为项目编译文件
5. ntable.txt为关键字及标识符对照表配置文件
6. table.txt为算符优先分析表配置文件
7. test1.lexer和test2.lexer为项目测试样例