编译原理 语法分析程序设计与实现

班级:2017211314　　学号:2017213508　　学生:蒋雪枫

一、实验目标：

编写语法分析程序，实现对算术表达式的语法分析，要求所分析的算术表达式由如下的文法产生。

E->E+T| E-T |T

T->T*F| T/F |F

F->id | (E) | num

可以选择递归调用程序实现自顶向下分析、LL（1）语法分析程序、LR 语法分析程序或者使用 YACC 自动生成语法分析程序，调用 LEX 自动生成的词法分析程序。

这里学生选择LL（1）展开设计：先构造为给定的文法自动构造预测分析表，然后编程实现教材的算法4.1，构造LL(1)预测分析程序，

二、实现思路：

（1）根据上述文法，构造消除左递归且无左公因子的文法，求解 First 集和 Follow 集

（2）构造该文法的 LL(1)分析表；

（3）构造 LL 分析程序。

三、具体设计：

本次设计采用 C++语言编程：

1. 从标准输入流读取一个字符串，保存需要分析的语法串
2. 用 string 数组来保存 LL(1)分析表
3. 编程时，用 M 表示 E’，N 表示 T‘，e 表示ε，n 表示 num，打印的时候正常打印
4. 正确分析则控制程序继续推进，否则报错，提示 ERROR 信息
5. LL(1)预测分析程序都是按照栈顶符号 X 和当前串内的输入符号 a 来决定进行何种过程，对于指针对对于任何（X，a），总控程序每次都执行下述三种可能的动作之一：

(1)若 X = a =‘$’，则宣布分析成功，停止分析过程。

(2)若 X = a!=‘$’，则把 X 从 STACK 栈顶弹出，让 a 指向下一个输入符号。

①如果是终结符合，则栈不加入新符号

②如果是非终结符合，则把表达式右边逆序入栈

(3) 若 M[A，a]中存放着“出错标志”，则调用出错诊断程序 ERROR。

6. 计算可知，其 first 集和 follow 集如下：

FIRST(E) = { id, num, (}　　FOLLOW (E) = { $,)}

FIRST(E’) = { +, -,ε}　　FOLLOW (E’) = { $,)}

FIRST(T) = { id, num, (}　　FOLLOW (T) = { $, + , - ,)}

FIRST(T’) = { *,/,ε(}　　FOLLOW (E’) = { $, + , - ,)}

FIRST(F) ={ id, num, (}　　FOLLOW (F) = { $, + , - , * , / ,) }

四、代码说明：

1. 全局变量说明：

```
stack<char> Stack; //符号栈
char Terminals[]={'+','-','*','/','(',')','i','n','$'}; //终结符号,i 表示 identifier,n 表示数字 num
char UnTerminals[]={'E','M','T','N','F'}; //非终结符号集合
string Map[5][9]={                          //手动构造 LL(1)语法预测分析表
                  "","","","","TM","","TM","TM","",
                  "+TM","-TM","","","","e","","","e",
                  "","","","","FN","","FN","FN","",
                  "e","e","*FN","/FN","","e","","","e",
                  "","","","","(E)","","i","n",""
                  };
char input[30];//  保存输入的文法串
int len;//输入串长度
Int ip; //输入串已经翻译的指针
```

2.全局函数说明：

```
void getInput(void)   //获取待分析输入表达式，并计算其长度，添加末尾$符号
bool checkID(char ch)   //判断字符是否为构成 id 的字母
bool checkNum(char ch)   //判断字符是否为构成 num 的数字
void outputCurSTack(void)   //打印当前栈中的符号
void outputCurBuffer(int ip)   //打印当前输入缓冲区中的符号串
int getTerminalSeq(char ch)   //返回终结符在终结符表中的下标
int getUnterminalSeq(char ch)   //返回非终结符在非终结符表中的下标
bool checkTerminal(char ch)   //判断字符是否为终结符
bool checkUnterminal(char ch)   //判断字符是否为非终结符
void analyzer(void)   //使用 LL(1)语法预测分析表分析输入的表达式并输出分析结果
```

3.重点代码说明：

```
X=Stack.top();
a=input[ip];
for(i=0;i<=20;i++)
    b[i]='\0';
if(a=='+'||a=='-'||a=='*'||a=='/'||a=='('||a==')'||a=='$')
    length=1;
else
{
    /* process id and num situation */
    j=ip;
    length=0;
    if(checkID(a))
        tag1=tag2=1;
    if(checkNum(a))
        tag1=tag2=2;
    j++;
    c=a;
    do
    {
        length++;
        b[length-1]=c;
        c=input[j];
        if(checkID(c))
            tag2=1;
        else if(checkNum(c))
            tag2=2;
        else
            tag2=0;
        j++;
        } while(tag1==tag2);
    if(tag1==1)
        a='i';
    if(tag1==2)
        a='n';
    }
```

以上用于处理输入语法串的限界，比如 189 是整体作为一个 num，abc 是整体作为一个 identifier。

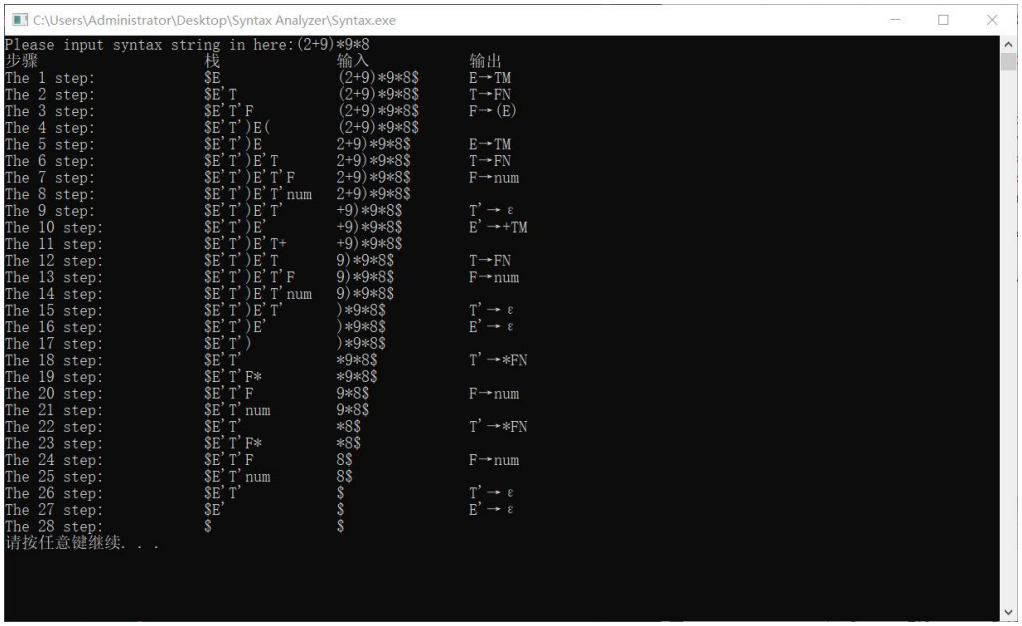
```
if(checkTeminal(X))
{
    if(X==a)
    {
        if(X=='$')
            cout<"\tAccepted\t";
        Stack.pop();
        ip+=length;
    }
    else
    {
        cout<<"ERROR!";
        cout<<"\n";
        return;
    }
}
```

如果 X 栈顶是终结符，则判断是否与栈顶相等，不相等则报错。

```
else                                    //栈顶符号是非终结符
{
    n=getUnterminalSeq(X);
    m=getTerminalSeq(a);
    if(Map[n][m]!="")
    {
        Stack.pop();                    //从栈顶弹出X
        if(Map[n][m]!="e")              //如果产生式不是ε ，将产生式逆序压入栈中
        {
           for(i=0;Map[n][m][i]!='\0';i++)
              st[i]=Map[n][m][i];
           for(i=i-1;i>=0;i--)
              Stack.push(st[i]);
           }
        switch(X)
        {
           case 'M':
              cout<<"\tE'→ ";
              break;
           case 'N':
              cout<<"\tT'→ ";
              break;
           default:
              cout<<"\t"<<X<<"→ ";
              break;
              }
        if(Map[n][m]=="e")
           cout<<"ε \t";
        else if(Map[n][m]=="i")
           cout<<"id";
        else if(Map[n][m]=="n")
           cout<<"num";
        else
           cout<<Map[n][m]<<"\t";
        }
    else
    {
        cout<<"\t错误!\t\n";
        return;
        }
    }
```

查表逻辑

五、运行结果说明：



六、代码附录：

```
#include<iostream>
#include<iomanip>
#include<stack>
#include<string>
using namespace std;

stack<char> Stack;
// 终结符号集,i 表示 identifier,n 表示数字 num
char Terminals[]={'+','-','*','/','(',')','i','n','$'};
char UnTerminals[]={'E','M','T','N','F'};
string Map[5][9]={                                          //手动构造
LL(1)语法预测分析表
     "","","","","TM","","TM","TM","",
     "+TM","-TM","","","","e","","","e",
     "","","","","FN","","FN","FN","",
     "e","e","*FN","/FN","","e","","","e",
     "","","","","(E)","","i","n",""
     };
// 保存输入的文法串
char input[30];
int len;
void getInput(void)
{
    printf("Please input syntax string in here:");
    scanf("%s",input);
    // solve its len
    for(len=0;input[len]!='\0';len++);
    // dollar 符号添加到分析串最后
    input[len]='$';
    input[len+1]='\0';
    len++;
    // 初始化符号栈
    Stack.push('$');
    Stack.push('E');
}
bool checkID(char ch)
{
    if(isalpha(ch))
        return true;
    return false;
}
bool checkNum(char ch)
```

```
{
    if(isdigit(ch))
        return true;
    return false;
}
void outputCurStack(void)
{
    char curr[30];
    int i=0,j=0,number=Stack.size();
    cout<<"\t";
    for(i=0;i<number;i++)
    {
        curr[i]=Stack.top();
        Stack.pop();
    }
    for(i=number-1;i>=0;i--)
    {
        switch(curr[i])
        {
            case 'M':
                cout<<"E'";
                break;
            case 'N':
                cout<<"T'";
                break;
            case 'i':
                cout<<"id";
                j++;
                break;
            case 'n':
                cout<<"num";
                j+=2;
                break;
            default:
                cout<<curr[i];
                break;
        }
        Stack.push(curr[i]);
    }
    for(i=0;i<8-j-number;i++)
        cout<<" ";
}
void outputCurBuffer(int ip)
{
```

```
    int i,j;
    cout<<"\t";
    for(i=ip;input[i]!='$';i++)
        cout<<input[i];
    cout<<"$";
    for(j=0;j<8-i+ip;j++)
        cout<<" ";
}
int getTerminalSeq(char ch)  //返回终结符在终结符表中的下标
{
    int i;
    for(i=0;i<9;i++)
       if(ch==Terminals[i])
          return i;
    return -1;
}
int getUnterminalSeq(char ch)  //返回非终结符在非终结符表中的下标
{
    int i;
    for(i=0;i<5;i++)
       if(ch==UnTerminals[i])
          return i;
    return -1;
}
bool checkTeminal(char ch)  //判断字符是否为终结符
{
    if(ch=='+'||ch=='-'||ch=='*'||ch=='/'||ch=='('||ch==')'||ch=='i'||c
h=='n'||ch=='$')
       return true;
    else
       return false;
}
bool checkUnterminal(char ch)  //判断字符是否为非终结符
{
    if (ch=='E'||ch=='M'||ch=='T'||ch=='N'||ch=='F')
       return true;
    else
       return false;
}
void analyzer(void)
{
    int i,j,n,m;
    int step=0,ip=0,length=0;
    int tag1=0,tag2=0;
```

```
    char X,a,c,b[20],st[20];
    cout<<"步骤\t"<<"\t\t 栈\t\t"<<"输入\t"<<"\t 输出\t\n";
    do
    {
        step++;
        printf("The %d step:\t",step);
        X=Stack.top();
        a=input[ip];
        for(i=0;i<=20;i++)
            b[i]='\0';
        if(a=='+'||a=='-'||a=='*'||a=='/'||a=='('||a==')'||a=='$')
            length=1;
        else
        {
            /* process id and num situation */
            j=ip;
            length=0;
            if(checkID(a))
                tag1=tag2=1;
            if(checkNum(a))
                tag1=tag2=2;
            j++;
            c=a;
            do
            {
                length++;
                b[length-1]=c;
                c=input[j];
                if(checkID(c))
                    tag2=1;
                else if(checkNum(c))
                    tag2=2;
                else
                    tag2=0;
                j++;
                } while(tag1==tag2);
            if(tag1==1)
                a='i';
            if(tag1==2)
                a='n';
            }
        outputCurStack();
        outputCurBuffer(ip);
        if(checkTeminal(X))
```

```
        {
            if(X==a)
            {
                if(X=='$')
                    cout<<"\tAccepted\t";
                Stack.pop();
                ip+=length;
            }
            else
            {
                cout<<"ERROR!";
                cout<<"\n";
                return;
            }
        }
        else                        //栈顶符号是非终结符
        {
            n=getUnterminalSeq(X);
            m=getTerminalSeq(a);
            if(Map[n][m]!="")
            {
                Stack.pop();            //从栈顶弹出X
                if(Map[n][m]!="e")    //如果产生式不是ε，将产生式逆序压入栈
中
                {
                   for(i=0;Map[n][m][i]!='\0';i++)
                      st[i]=Map[n][m][i];
                   for(i=i-1;i>=0;i--)
                      Stack.push(st[i]);
                   }
                switch(X)
                {
                   case 'M':
                      cout<<"\tE'→";
                      break;
                   case 'N':
                      cout<<"\tT'→";
                      break;
                   default:
                      cout<<"\t"<<X<<"→";
                      break;
                      }
                if(Map[n][m]=="e")
                   cout<<"ε\t";
```

```
                else if(Map[n][m]=="i")
                    cout<<"id";
                else if(Map[n][m]=="n")
                    cout<<"num";
                else
                    cout<<Map[n][m]<<"\t";
                }
            else
            {
                cout<<"\t 错误!\t\n";
                return;
                }
            }
        cout<<"\n";
    } while(X!='$');

}
int main(void)
{
    getInput();
    analyzer();
    system("pause");
    return 0;
}
```