華南師範大學

本科学生实验（实践）报告

院　　系：计算机学院

实验课程：编译原理

实验项目：TINY扩充语言的语法树生成

指导老师：黄煜廉老师

专　业：人工智能

班　级：1班

学　生：刘芝航

学　号：20202133024

1.实验内容

扩充的语法规则有：实现改写书写格式的新if语句，扩充算术表达式的运算符号：-= 减法赋值运算符号（类似于C语言的-=）、求余%、乘方^，
扩充比较运算符号：==（等于），>(大于)、<=(小于等于)、>=(大于等于)、<>(不等于)等运算符号，
新增支持正则表达式以及用于repeat循环、if条件语句作条件判断的逻辑表达式：运算符号有
and（与）、 or（或）、 not（非） 。
具体文法规则自行构造。

可参考：云盘中参考书P97及P136的文法规则。

2.实验要求

(1) -= 减法赋值运算符号、求余%、乘方^、>=(大于等于)、<=(小于等于)、>(大于)、<>(不等于)运算符号的文法规则请自行组织。
(2)把tiny原来的赋值运算符号(:=)改为(=),而等于的比较符号符号（=）则改为（==）
(3)为tiny语言增加一种新的表达式——正则表达式，其支持的运算符号有 或(|）、连接(&)、闭包(#)、括号( ) 以及基本正则表达式 。
(4)为tiny语言增加一种新的语句，ID:=正则表达式
(5)为tiny语言增加一种新的表达式——逻辑表达式，其支持的运算符号有 and(与) 、or (或)、非(not)。
(6) 把TINY语言原有的if语句书写格式
　if_stmt-->if exp then stmt-sequence end ｜ ｜if exp then stmt-sequence else stmt-sequence end
改写为：
　if_stmt-->if(exp) stmt-sequence else stmt-sequence ｜if(exp) stmt-sequence
(7)为了实现以上的扩充或改写功能，还需要注意对原tiny语言的文法规则做一些相应的改造处理。

二、要求：
（1）要提供一个源程序编辑的界面，以让用户输入源程序（可保存、打开源程序）
（2）可由用户选择是否生成语法树，并可查看所生成的语法树。
（3）应该书写完善的软件文档
（4）要求应用程序应为Windows界面。

三、完成时间：3周（第13周-第16周）

四、上交方法：
　通过砺儒云平台进行实验提交

五、完成方式：每个学生自行独立完成。

实验环境：

qtcreator

3.设计思路

对原来的TINY语言编译器词法分析源代码剖析，并改写语法规则：

1.在main.c中，首先声明了全局头文件：
#include “globals.h”

2.注意到接下来的宏定义：
NO_PARSE、NO_ANALYZE、NO_CODE，初始值为FALSE。
将NO_PARSE设置为TRUE可以获得一个仅扫描的编译器，因此NO_PARSE代表是否进行语法分析；将NO_ANALYZE设置为TRUE可以获得一个仅解析的编译器，因此NO_ANALYZE代表是否进行语义分析；将NO_CODE设置为TRUE可以得到一个不生成代码的编译器，因此NO_CODE代表是否生成代码。
分析到这里，已经可以确定该编译器源代码可以分为语法分析、语义分析、代码生成三个部分

3.与宏相关的if-else语句，根据#if NO_PARSE时调用getToken()，而#else时调用parse()，推测getToken()就是词法分析函数，parse()中必然包括类似功能或者parse()中调用了getToken()函数。查找parse()函数，发现它在parseu.c中。

4.parse.c中应有词法分析与语法分析的相关实现，注意到如下代码：

```
TreeNode * parse(void)
{ TreeNode * t;
  token = getToken();
  t = stmt_sequence();
  if (token!=ENDFILE)
    syntaxError("Code ends before file\n");
  return t;
}
```

这里调用了getToken()函数，考虑到在进行语法分析前必然要进行词法分析，因此可以确定stmt_sequence()函数进行语法分析，而词法分析函数就是getToken()

5.parse.c文件中还定义了如下函数：

```
static TreeNode * if_stmt(void);
static TreeNode * repeat_stmt(void);
static TreeNode * assign_stmt(void);
static TreeNode * read_stmt(void);
static TreeNode * write_stmt(void);
static TreeNode * exp(void);
static TreeNode * simple_exp(void);
static TreeNode * term(void);
static TreeNode * factor(void);
```

用于分析if, repeat, 赋值， read，write，逻辑，算式表达式等语句

按照实验要求，我们把TINY语言原有的if语句书写格式
　if_stmt-->if exp then stmt-sequence end ｜ ｜if exp then stmt-sequence else stmt-sequence end
改写为：
　if_stmt-->if(exp) stmt-sequence else stmt-sequence ｜ if(exp) stmt-sequence

对exp(void)，simple_exp(void)，term(void) 改写：新增-= 减法赋值运算符号、求余%、乘方^、>=(大于等于)、<=(小于等于)、>(大于)、<>(不等于)运算符号

并且添加以下函数处理逻辑表达式：

```
static TreeNode * logit(void);
static TreeNode * orterm(void);
static TreeNode * andterm(void);
static TreeNode * notterm(void);
```

添加以下函数处理正则表达式：

```
static TreeNode * regex(void);
static TreeNode * reorterm(void);
static TreeNode * reandterm(void);
static TreeNode * reclosterm(void);
```

6.getToken()函数在scan.c中被定义，因此可以确定，scan.c就是词法分析代码所在的文件。getToken()函数基于状态转换实现，返回下一个词法单元。通过该函数中的状态转移，可以推测TINY函数的赋值符号为:=，{}内为注释，每一句以;结束，标识符只能由字母组成，支持+、-、*、/、<等简单的运算符。改写parse.c后，也要同步改写getToken()函数，记得先要写在globals.h中扩充保留字和特殊符号的定义：

```
typedef enum
    /* book-keeping tokens */
   {ENDFILE,ERROR,
    /* reserved words */
    IF,THEN,ELSE,END,REPEAT,UNTIL,READ,WRITE,OR,AND,NOT,//新增逻辑符号
    /* multicharacter tokens */
    ID,NUM,ALPHA,
    /* special symbols */
    ASSIGN,EQ,LT,PLUS,MINUS,TIMES,OVER,LPAREN,RPAREN,SEMI,
    /* 新增特殊符号 */
    MINUSASSIGN,LTEQ,GTEQ,GT,NOTEQ,MOD,POWER, // -=, <=, >=,>,<>,%,^
    REOR,READ,RECLOSURE,REASSIGN // 新增正则表达式符号:或(|) 、连接(&)、闭包(#)
   } TokenType;
```

7.继续分析，char tokenString[MAXTOKENLEN+1]为标识符或保留字，使用字符数组存储。#define BUFLEN 256为源代码行的输入缓冲区的最大长度。每一行输入放进字符数组lineBuf[BUFLEN]中。

8.getNextChar()函数从lineBuf获取下一个非空字符，如果lineBuf已读完，则读取新行。

9.接下来定义了一个预留字的查找表，如if、then、else等，使用结构体实现。reservedLookup()函数使用最为简单的线性查找算法，通过刚刚定义的查找表，查找某一个标识符是否是保留字，从而可以区分保留字和用户自定义的ID。

10.当成功匹配一个词素后结束状态转换循环，若匹配到的词法单元为ID，需要检查该词素是否为保留字。若全局变量TraceScan为TRUE，调用util.c中定义了printToken()函数，将一个词法单元及其词汇表打印到listing文件中。getToken()函数最终返回下一个词法单元，实现词法分析。

11.在结束语法分析，循环调用getToken()以得到所有的词法单元之后，紧接着根据宏定义NO_PARSE、NO_PARSE与NO_CODE的值，决定是否进行语法分析、语义分析与代码生成(可以细分为若干步)。

12.stmt_sequence() 用于语法分析，匹配到if, repeat, assign, read, write 等语句时转入对应状态继续分析，其中包括对逻辑表达式和正则表达式的处理。

13.原analyze.c函数用于语义分析，现将其改写用于产生语法树并编写getsyntaxTree() 函数。对应地，在util.c函数中新增打印内容。至此，实验任务基本完成。

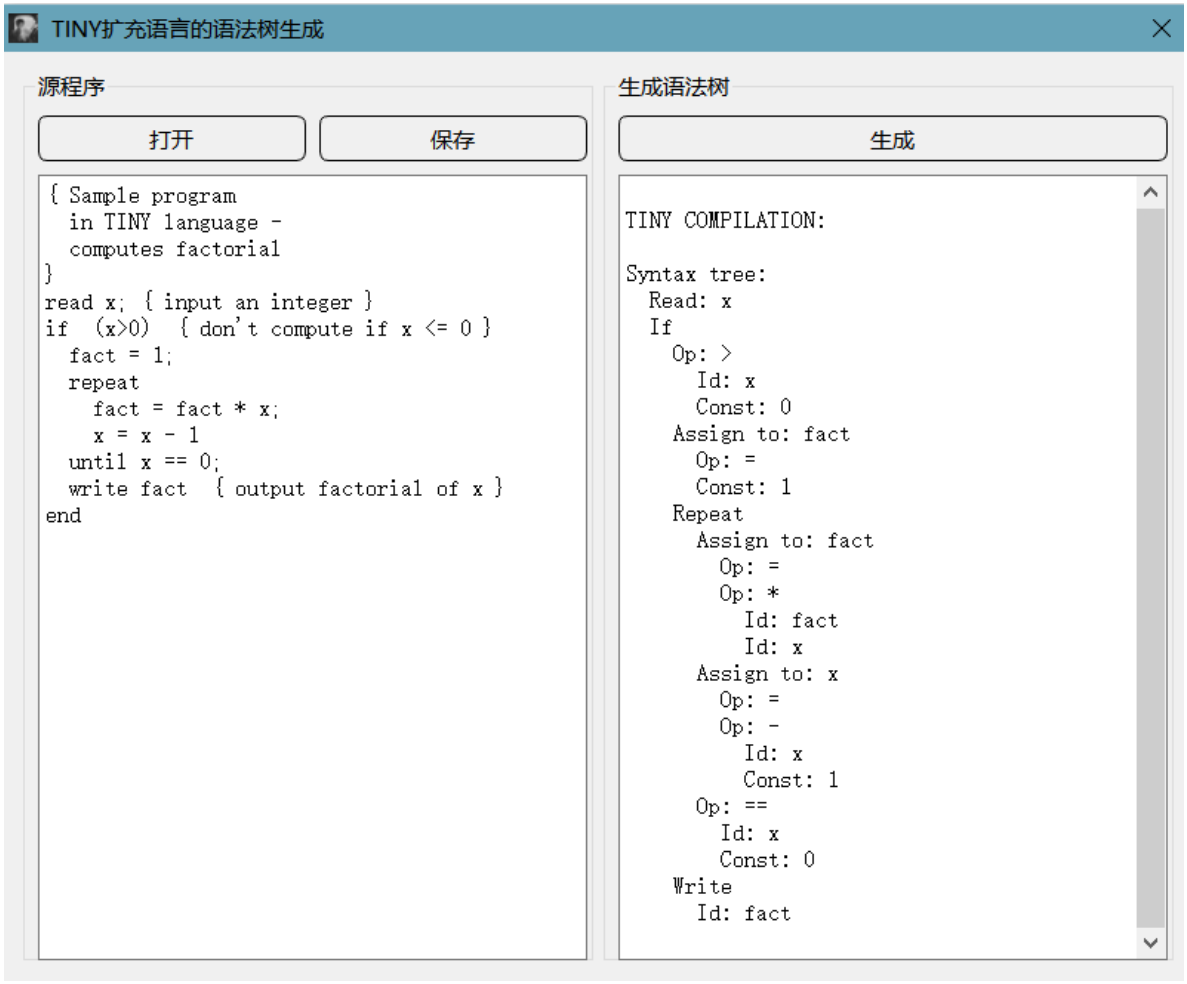
4.测试样例

用户界面如下：

测试文件1：(该程序中的if语句，你需要根据的实际要求的改写方式进行改写)

```
{ Sample program
  in TINY language -
  computes factorial
}
read x; { input an integer }
if  (x>0)  { don't compute if x <= 0 }
  fact = 1;
  repeat
    fact = fact * x;
    x = x - 1
  until x == 0;
  write fact  { output factorial of x }
end
```

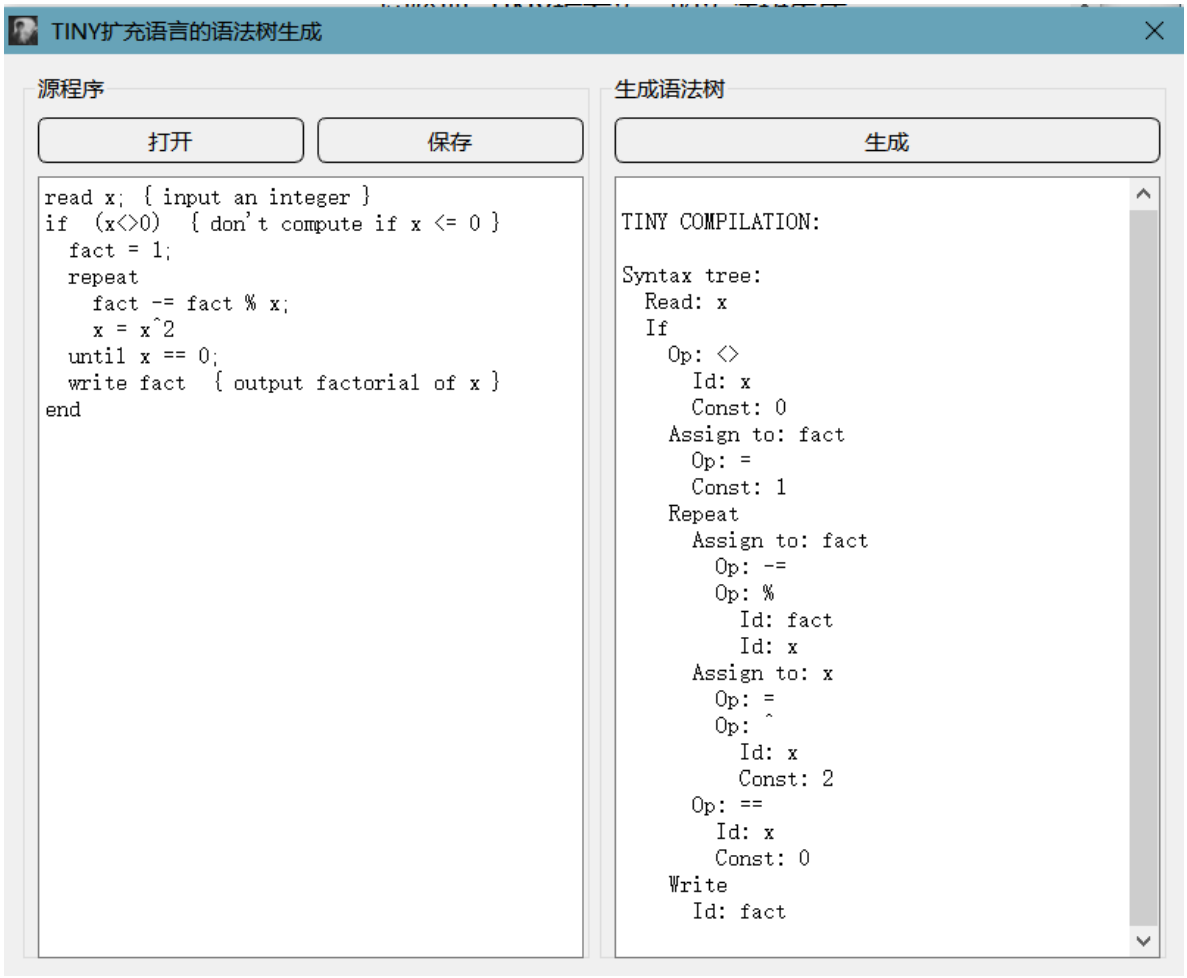
测试结果（注意编写规则准确）：



测试文件2：

```
read x; { input an integer }
if  (x<>0)  { don't compute if x <= 0 }
 fact = 1;
 repeat
  fact -= fact % x;
  x = x^2
 until x == 0;
 write fact  { output factorial of x }
end
```

测试结果：



测试结果基本正确

5.实验总结

通过本次实验，学习了编译器是如何编写的，模仿原来TINY的代码风格，扩充TINY语言的文法规则，通过这次的实验让我对编译器更了解一步。

本次没有测试完全，可能存在潜在bug