# 编绎原理 · stage-3 · 实验报告

计01　容逸朗　2020010869

## 实验内容

### 实验目标

本阶段需要支持 MiniDecaf 语言的块语句（框架已实现）和循环语句。

### 具体实现

#### Continue 语句

首先增加非终结符 `ContStmt` 及对应的语法：

```
Stmt        : ContStmt    { $$ = $1; };
ContStmt    : CONTINUE SEMICOLON
            { $$ = new ast::ContStmt(POS(@1)); };
```

然后在语法树中加入对应节点（只需要 `setBasicInfo`），再到 `translation/translation.hpp` 中加入类型为 `tac::Label` 的继续标记 `current_continue_label`。

此时可以在中间码生成时加入对相关标签的处理逻辑即可。

#### For 循环语句

首先增加非终结符 `ForStmt` 及对应的语法：

```
Stmt        : ForStmt     { $$ = $1; }
            ;
ForStmt     : FOR LPAREN ExprStmt OptExpr SEMICOLON OptExpr RPAREN Stmt
                { $$ = new ast::ForStmt($3, $4, $6, $8, POS(@1)); }
            | FOR LPAREN VarDecl OptExpr SEMICOLON OptExpr RPAREN Stmt
                { $$ = new ast::ForStmt($3, $4, $6, $8, POS(@1)); }
            ;
OptExpr     : /* EMPTY */
                { $$ = nullptr; }
            | Expr
                { $$ = $1; }
            ;
```

此处为了方便语法实现，加入了无实际意义的非终结符 `OptExpr`，同时对语法作了简单的更改（利用 `ExprStmt` 取代 `Expr SEMICOLON`，由于 `init` 只会在循环开始前执行一次，因此这一改动并不会影响程序的正确性）。

根据上面的定义，可以得到如下的语法树节点，需要特别注意的是 `for` 循环有自己的作用域：

```
class ForStmt : public Statement {
  public:
    ForStmt(Statement *init, Expr *cond, Expr *iter, Statement *body, Location *l);
    virtual void accept(Visitor *);
    virtual void dumpTo(std::ostream &);

  public:
    Statement *init;
    Expr *cond;
    Expr *iter;
    Statement *body;
    scope::Scope *ATTR(scope);
};
```

在符号表构建阶段（SemPass1）时，需要为 `ForStmt` 语句开启新的局部作用域。

```
void SemPass1::visit(ast::ForStmt *s) {
    // opens function scope
    Scope *scope = new LocalScope();
    s->ATTR(scope) = scope;
    scopes->open(scope);

    // adds the local variables
    if (s->init != NULL) s->init->accept(this);
    if (s->cond != NULL) s->cond->accept(this);
    if (s->iter != NULL) s->iter->accept(this);

    s->body->accept(this);

    // closes function scope
    scopes->close();
}
```

类型检查（SemPass2）同理，只需要开启作用域再递归即可。

对于中间码生成的部分，则需要按照 `for` 循环的逻辑编写，同时保留 `label` 方便 `break` 和 `continue` 语句的实验。

```
void Translation::visit(ast::ForStmt *s) {
    Label L1 = tr->getNewLabel();
    Label L2 = tr->getNewLabel();
    Label L3 = tr->getNewLabel();

    Label old_break = current_break_label;
    Label old_continue = current_continue_label;

    current_continue_label = L2;
    current_break_label = L3;

    if (s->init) s->init->accept(this);
```

```
    tr->genMarkLabel(L1);

    if (s->cond) {
        s->cond->accept(this);
        tr->genJumpOnZero(L3, s->cond->ATTR(val));
    }

    s->body->accept(this);

    tr->genMarkLabel(L2);

    if (s->iter) s->iter->accept(this);
    tr->genJump(L1);

    tr->genMarkLabel(L3);

    current_continue_label = old_continue;
    current_break_label = old_break;
}
```

### Do While 循环语句

首先增加非终结符 `DoWhileStmt` 及对应的语法：

```
Stmt        : DoWhileStmt { $$ = $1; };
DoWhileStmt : DO Stmt WHILE LPAREN Expr RPAREN SEMICOLON
                { $$ = new ast::DoWhileStmt($5, $2, POS(@1)); };
```

整体和 While 类似，首先在语法树加入节点，然后在类型检查 (SemPass2) 阶段递归检查。然后生成中间码时先遍历 `loop_body` 再检查 `condition` 即可。

```
void Translation::visit(ast::DoWhileStmt *s) {
    Label L1 = tr->getNewLabel();
    Label L2 = tr->getNewLabel();

    Label old_break = current_break_label;
    Label old_continue = current_continue_label;

    current_continue_label = L1;
    current_break_label = L2;

    tr->genMarkLabel(L1);
    s->loop_body->accept(this);

    s->condition->accept(this);
    tr->genJumpOnZero(L2, s->condition->ATTR(val));
    tr->genJump(L1);

    tr->genMarkLabel(L2);

```

```
    current_continue_label = old_continue;
    current_break_label = old_break;
}
```

# 思考题

1. 请画出下面 MiniDecaf 代码的控制流图。

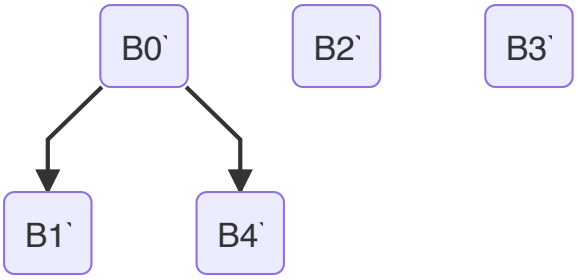
```
int main(){
  int a = 2;
  if (a < 3) {
    {
      int a = 3;
      return a;
    }
    return a;
  }
}
```

- 首先将代码翻译为 TAC：

| 代码 | 基本块 |
| --- | --- |
| `__main:`<br>`  T1 = 2`<br>`  T0 = T1`<br>`  T2 = 3`<br>`  T3 = (T0 < T2)`<br>`  if (T3 == 0) branch __L1` | 0 |
| `  T5 = 3`<br>`  T4 = T5`<br>`  return T4` | 1 |
| `  return T0` | 2 |
| `  branch __L2` | 3 |
| `__L1:`<br>`__L2:`<br>`  T6 = 0`<br>`  return T6` | 4 |

注1：无返回值的函数默认返回值为 0，对应语句在此处为基本块 4。
注2：由于讲义和实验指导书在基本块入口定义不同，此处采用实验指导书的方法实现。
（即保留基本块 2 和 3，若采用讲义的算法则基本块 2 和 3 因不能到达，不应算在基本块入口，在制作控制流图时会被优化）

- 由此可得控制流图如下：




2. 将循环语句翻译成 IR 有许多可行的翻译方法，例如 while 循环可以有以下两种翻译方式：

   第一种（即实验指导中的翻译方式）：

   1. label BEGINLOOP_LABEL：开始下一轮迭代
   2. cond 的 IR
   3. beqz BREAK_LABEL：条件不满足就终止循环
   4. body 的 IR
   5. label CONTINUE_LABEL：continue 跳到这
   6. br BEGINLOOP_LABEL：本轮迭代完成
   7. label BREAK_LABEL：条件不满足，或者 break 语句都会跳到这儿

   第二种：

   1. cond 的 IR
   2. beqz BREAK_LABEL：条件不满足就终止循环
   3. label BEGINLOOP_LABEL：开始下一轮迭代
   4. body 的 IR
   5. label CONTINUE_LABEL：continue 跳到这
   6. cond 的 IR
   7. bnez BEGINLOOP_LABEL：本轮迭代完成，条件满足时进行下一次迭代
   8. label BREAK_LABEL：条件不满足，或者 break 语句都会跳到这儿

   从执行的指令的条数这个角度（label 指令不计算在内，假设循环体至少执行了一次），请评价这两种翻译方式哪一种更好？

- 第二种翻译方式更好，由于把条件跳转语句放到最后的原因，此方式仅用一条指令（7）就可以取代第一种方式的指令（3）和（6），这对于一些需要多次执行循环的情形可以节省不少的指令条数（每循环一次）。

  （也许可以把第二种方式的 1 和 2 改为 br CONTINUE_LABEL 来缩短翻译后的代码长度？）

# 参考

实现代码的过程中参考了实验思路指导与问答墙。