Cuby

- 课程名称：编程语言原理与编译
- 实验项目：期末大作业
- 专业班级：计算机1603
- 学生学号：31601147，31601149
- 学生姓名：胡煜，江瑜
- 实验指导教师: 郭鸣

简介

这是一个编译原理大作业，主要基于microC完成的，这个之所以取名为Cuby，主要是在看《计算的本质》这本书的时候，发现Ruby是一门非常好玩有趣的语言，相比C++的错综复杂来说，Ruby是一个集成了优雅与复杂的语言，比如在`irb`下：

```
>> 3.times{puts("Hello world")}
Hello world
Hello world
Hello world
=> 3
>>
```

我看到这门语言的时候我就惊呆了，居然语言还可以这样玩。而C++却令人反胃，实在是太恶心了，虽然说C++给你提供了所有你想用的，但是学习成本高，任何东西都感觉不伦不类的。
Ruby是一门完全面向对象的编程语言，我尝试去实现面向对象的功能，本来取名叫Yuby，奈何实现面向对象实在太难了，我光是看JVM的指令集就很困难了，还要实现一大堆类库，实在太过于困难了，中途也下过Ruby的源代码，是用C写成的。最后还是放弃了实现面向对象的功能，选择结合microC与Ruby的语法方面作为我们大作业的方向。
我们打算完善microC并加入Ruby 的 语法，最后如果还有时间的话能够完成面向对象的一个类(最后还是没时间了)。

结构

- 前端：由`F#`语言编写而成
    - `CubyLex.fsl`生成的`CubyLex.fs`词法分析器。
    - `CubyPar.fsy`生成的`CubyPar.fs`语法分析器。
    - `AbstractSyntax.fs` 定义了抽象语法树
    - `Assembly.fs`定义了中间表示的生成指令集
    - `Compile.fs`将抽象语法树转化为中间表示
- 后端：由`Java`语言编写而成
    - `Machine.java`生成`Machine.class`虚拟机与`Machinetrace.class`堆栈追踪

- 测试集：测试程序放在`testing`文件夹内
- 库：`.net`支持
    - `FsLexYacc.Runtime.dll`

用法

- `fslex --unicode CubyLex.fsl`
  生成`CubyLex.fs`词法分析器
- `fsyacc --module CubyPar CubyPar.fsy`
  生成`CubyPar.fs`语法分析器与`CubyPar.fsi`
- `javac Machine.java`
  生成虚拟机
- `fsi -r FsLexYacc.Runtime.dll AbstractSyntax.fs CubyPar.fs CubyLex.fs Parse.fs Assembly.fs Compile.fs ParseAndComp.fs`
  可以启用`fsi`的运行该编译器。
- 在`fsi`中输入:
  `open ParseAndComp;;`
- 之后则可以在`fsi`中使用使用：
    - `fromString`：从字符串中进行编译
    - `fromFile`：从文件中进行编译
    - `compileToFile`：生成中间表示

例子：

```
compileToFile (fromFile "testing/ex(chars).c") "testing/ex(chars).out";;
#q;;
// 将文件ex11.c编译，生成中间表示存入文件"ex11.out"

fromString "int a;"
```

生成中间表示之后，便可以使用虚拟机对中间代码进行运行得出结果：

虚拟机功能：

- `java Machine` 运行中间表示
- `java Machinetrace` 追踪堆栈变化

例子：

```
java Machine ex11.out 8
java Machinetrace ex9.out 0
```

功能实现

- 变量定义
  - 简介：原本的microC只有变量声明，我们改进了它使它具有变量定义，且在全局环境与local环境都具有变量定义的功能。
  - 对比

```
// old
int a;
a = 3;
int main(){

    print a;
}
```

```
// new (ex(init).c)
int a = 1;
int b = 2 + 3;

int main(){
    int c = 3;
    print a;
    print b;
    print c;
}
```

- 堆栈图

```
shiro@DESKTOP-6IOT538:/mnt/d/Yuby/Cuby$ java Machine testing/ex\(init\).out
1 5 3
Ran 0.001 seconds
shiro@DESKTOP-6IOT538:/mnt/d/Yuby/Cuby$ java Machinetrace testing/ex\(init\).out
[ ]{0: INCSP 1}
[ 0 ]{2: CSTI 0}
[ 0 0 ]{4: CSTI 1}
[ 0 0 1 ]{6: STI}
[ 1 1 ]{7: CSTI 1}
[ 1 1 1 ]{9: CSTI 2}
[ 1 1 1 2 ]{11: CSTI 3}
[ 1 1 1 2 3 ]{13: ADD}
[ 1 1 1 5 ]{14: STI}
[ 1 5 5 ]{15: INCSP -1}
[ 1 5 ]{17: LDARGS}
[ 1 5 ]{18: CALL 0 22}
[ 1 5 21 -999 ]{22: GETBP}
[ 1 5 21 -999 4 ]{23: CSTI 3}
[ 1 5 21 -999 4 3 ]{25: STI}
[ 1 5 21 -999 3 ]{26: CSTI 0}
[ 1 5 21 -999 3 0 ]{28: LDI}
[ 1 5 21 -999 3 1 ]{29: PRINTI}
1 [ 1 5 21 -999 3 1 ]{30: INCSP -1}
[ 1 5 21 -999 3 ]{32: CSTI 1}
[ 1 5 21 -999 3 1 ]{34: LDI}
[ 1 5 21 -999 3 5 ]{35: PRINTI}
5 [ 1 5 21 -999 3 5 ]{36: INCSP -1}
[ 1 5 21 -999 3 ]{38: GETBP}
[ 1 5 21 -999 3 4 ]{39: LDI}
[ 1 5 21 -999 3 3 ]{40: PRINTI}
3 [ 1 5 21 -999 3 3 ]{41: RET 1}
[ 1 5 3 ]{21: STOP}

Ran 0.019 seconds
```

- float 类型
  - 简介：浮点型类型，我们将原本的小数转化为二进制表示，再将这二进制转化为整数放入堆栈中，在虚拟机中再转化为小数。
  - 例子：
    - 例一：

```
int main(){
    float a = 1.0;
    print a;
}
```

- 运行栈追踪：

```
shiro@DESKTOP-6IOT538:/mnt/d/Yuby/Cuby/src$ java Machinetrace ../testing/ex\(float\).out
[ ]{0: LDARGS}
[ ]{1: CALL 0 5}
[ 4 -999 ]{5: GETBP}
[ 4 -999 2 ]{6: CSTF 1065353216}
[ 4 -999 2 1.0 ]{8: STI}
[ 4 -999 1.0 ]{9: GETBP}
[ 4 -999 1.0 2 ]{10: LDI}
[ 4 -999 1.0 1.0 ]{11: PRINTI}
1.0 [ 4 -999 1.0 1.0 ]{12: RET 1}
[ 1.0 ]{4: STOP}

Ran 0.008 seconds
```

- 例二：

```
int main(){
    float a = 1.0;
    int b = 2;
    print a+b;
}
```

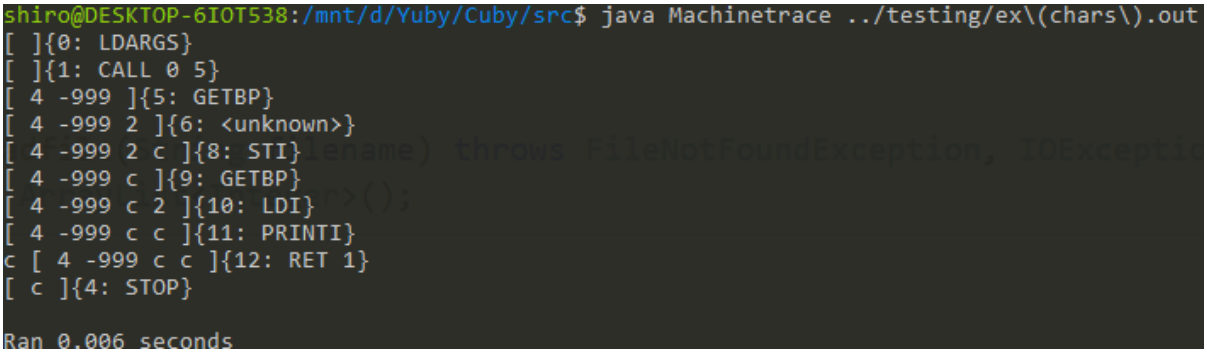
- 运行栈追踪：

```
shiro@DESKTOP-6IOT538:/mnt/d/Yuby/Cuby/src$ java Machinetrace ../testing/ex\(float\).out
[ ]{0: LDARGS}
[ ]{1: CALL 0 5}
[ 4 -999 ]{5: GETBP}
[ 4 -999 2 ]{6: CSTF 1065353216}
[ 4 -999 2 1.0 ]{8: STI}
[ 4 -999 1.0 ]{9: GETBP}
[ 4 -999 1.0 2 ]{10: CSTI 1}
[ 4 -999 1.0 2 1 ]{12: ADD}
[ 4 -999 1.0 3 ]{13: CSTI 2}
[ 4 -999 1.0 3 2 ]{15: STI}
[ 4 -999 1.0 2 ]{16: GETBP}
[ 4 -999 1.0 2 2 ]{17: LDI}
[ 4 -999 1.0 2 1.0 ]{18: GETBP}
[ 4 -999 1.0 2 1.0 2 ]{19: CSTI 1}
[ 4 -999 1.0 2 1.0 2 1 ]{21: ADD}
[ 4 -999 1.0 2 1.0 3 ]{22: LDI}
[ 4 -999 1.0 2 1.0 2 ]{23: ADD}
[ 4 -999 1.0 2 3.0 ]{24: PRINTI}
3.0 [ 4 -999 1.0 2 3.0 ]{25: RET 2}
[ 3.0 ]{4: STOP}

Ran 0.017 seconds
```

- char 类型
  - 简介：原本电脑
  - 例子：

```
int main ()
{
    char c = 'c';
    print c;

}
```

- 运行栈追踪：



- 自增操作
  - 简介:包含i++ ++i 操作
  - 例子：

```
int main(){
    int n;
    int a;
    n = 2;
    a = ++n;
    a = n++;
}
```

- 运行栈追踪：

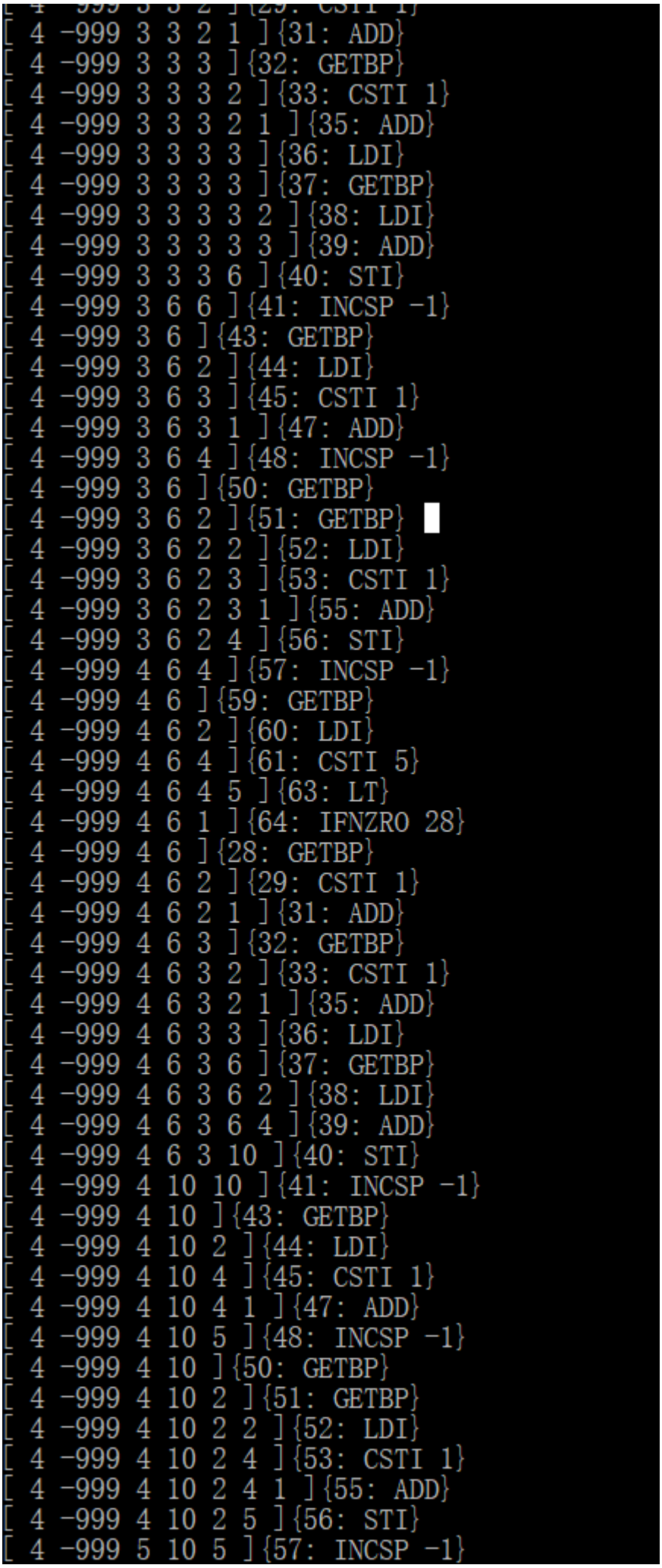
```
E:\学习\编译语言\Yuby\Yuby\Cuby>java Machinetrace testing/ex(selfplus).out
[ ]{0: LDARGS}
[ ]{1: CALL 0 5}
[ 4 -999 ]{5: INCSP 1}
[ 4 -999 0 ]{7: INCSP 1}
[ 4 -999 0 0 ]{9: GETBP}
[ 4 -999 0 0 2 ]{10: CSTI 2}
[ 4 -999 0 0 2 2 ]{12: STI}
[ 4 -999 2 0 2 ]{13: INCSP -1}
[ 4 -999 2 0 ]{15: GETBP}
[ 4 -999 2 0 2 ]{16: CSTI 1}
[ 4 -999 2 0 2 1 ]{18: ADD}
[ 4 -999 2 0 3 ]{19: GETBP}
[ 4 -999 2 0 3 2 ]{20: LDI}
[ 4 -999 2 0 3 2 ]{21: CSTI 1}
[ 4 -999 2 0 3 2 1 ]{23: ADD}
[ 4 -999 2 0 3 3 ]{24: INCSP -1}
[ 4 -999 2 0 3 ]{26: GETBP}
[ 4 -999 2 0 3 2 ]{27: GETBP}
[ 4 -999 2 0 3 2 2 ]{28: LDI}
[ 4 -999 2 0 3 2 2 ]{29: CSTI 1}
[ 4 -999 2 0 3 2 2 1 ]{31: ADD}
[ 4 -999 2 0 3 2 3 ]{32: STI}
[ 4 -999 3 0 3 3 ]{33: STI}
[ 4 -999 3 3 3 ]{34: INCSP -1}
[ 4 -999 3 3 ]{36: GETBP}
[ 4 -999 3 3 2 ]{37: CSTI 1}
[ 4 -999 3 3 2 1 ]{39: ADD}
[ 4 -999 3 3 3 ]{40: GETBP}
[ 4 -999 3 3 3 2 ]{41: LDI}
[ 4 -999 3 3 3 3 ]{42: GETBP}
[ 4 -999 3 3 3 3 2 ]{43: GETBP}
[ 4 -999 3 3 3 3 2 2 ]{44: LDI}
[ 4 -999 3 3 3 3 2 3 ]{45: CSTI 1}
[ 4 -999 3 3 3 3 2 3 1 ]{47: ADD}
[ 4 -999 3 3 3 3 2 4 ]{48: STI}
[ 4 -999 4 3 3 3 4 ]{49: INCSP -1}
[ 4 -999 4 3 3 3 ]{51: STI}
[ 4 -999 4 3 3 ]{52: RET 2}
[ 3 ]{4: STOP}
```

- FOR循环
  - 简介：增加了for循环，以及类似于Ruby的循环
  - 例子：

```
int main(){
    int i;
    i = 0;
    int n;
    n = 0;
    for(i =0 ; i < 5 ;  ++i){
        n = n + i;
    }
}
```

  - 运行栈追踪：

```
[ 4 -999 3 3 ]{28: GETBP}
[ 4 -999 3 3 2 ]{29: CSTI 1}
```


[4 -999 3 3 2 1]{31: ADD}
[4 -999 3 3 3]{32: GETBP}
[4 -999 3 3 3 2]{33: CSTI 1}
[4 -999 3 3 3 2 1]{35: ADD}
[4 -999 3 3 3 3]{36: LDI}
[4 -999 3 3 3 3]{37: GETBP}
[4 -999 3 3 3 3 2]{38: LDI}
[4 -999 3 3 3 3 3]{39: ADD}
[4 -999 3 3 3 6]{40: STI}
[4 -999 3 6 6]{41: INCSP -1}
[4 -999 3 6]{43: GETBP}
[4 -999 3 6 2]{44: LDI}
[4 -999 3 6 3]{45: CSTI 1}
[4 -999 3 6 3 1]{47: ADD}
[4 -999 3 6 4]{48: INCSP -1}
[4 -999 3 6]{50: GETBP}
[4 -999 3 6 2]{51: GETBP}
[4 -999 3 6 2 2]{52: LDI}
[4 -999 3 6 2 3]{53: CSTI 1}
[4 -999 3 6 2 3 1]{55: ADD}
[4 -999 3 6 2 4]{56: STI}
[4 -999 4 6 4]{57: INCSP -1}
[4 -999 4 6]{59: GETBP}
[4 -999 4 6 2]{60: LDI}
[4 -999 4 6 4]{61: CSTI 5}
[4 -999 4 6 4 5]{63: LT}
[4 -999 4 6 1]{64: IFNZRO 28}
[4 -999 4 6]{28: GETBP}
[4 -999 4 6 2]{29: CSTI 1}
[4 -999 4 6 2 1]{31: ADD}
[4 -999 4 6 3]{32: GETBP}
[4 -999 4 6 3 2]{33: CSTI 1}
[4 -999 4 6 3 2 1]{35: ADD}
[4 -999 4 6 3 3]{36: LDI}
[4 -999 4 6 3 6]{37: GETBP}
[4 -999 4 6 3 6 2]{38: LDI}
[4 -999 4 6 3 6 4]{39: ADD}
[4 -999 4 6 3 10]{40: STI}
[4 -999 4 10 10]{41: INCSP -1}
[4 -999 4 10]{43: GETBP}
[4 -999 4 10 2]{44: LDI}
[4 -999 4 10 4]{45: CSTI 1}
[4 -999 4 10 4 1]{47: ADD}
[4 -999 4 10 5]{48: INCSP -1}
[4 -999 4 10]{50: GETBP}
[4 -999 4 10 2]{51: GETBP}
[4 -999 4 10 2 2]{52: LDI}
[4 -999 4 10 2 4]{53: CSTI 1}
[4 -999 4 10 2 4 1]{55: ADD}
[4 -999 4 10 2 5]{56: STI}
[4 -999 5 10 5]{57: INCSP -1}

```
[ 4 -999 5 10 ]{59: GETBP}
[ 4 -999 5 10 2 ]{60: LDI}
[ 4 -999 5 10 5 ]{61: CSTI 5}
[ 4 -999 5 10 5 5 ]{63: LT}
[ 4 -999 5 10 0 ]{64: IFNZRO 28}
```

```
int main()
{
    int n;
    int s;
    s = 0;
    for n in (3..7)
    {
        s = s+n;
    }
}
```

- 运行栈追踪：

```
E:\学习\编译语言\Yuby\Yuby\Cuby>java Machinetrace testing/ex(range).out
[ ]{0: LDARGS}
[ ]{1: CALL 0 5}
[ 4 -999 ]{5: INCSP 1}
[ 4 -999 0 ]{7: INCSP 1}
[ 4 -999 0 0 ]{9: GETBP}
[ 4 -999 0 0 2 ]{10: CSTI 1}
[ 4 -999 0 0 2 1 ]{12: ADD}
[ 4 -999 0 0 3 ]{13: CSTI 0}
[ 4 -999 0 0 3 0 ]{15: STI}
[ 4 -999 0 0 0 ]{16: INCSP -1}
[ 4 -999 0 0 ]{18: GETBP}
[ 4 -999 0 0 2 ]{19: CSTI 3}
[ 4 -999 0 0 2 3 ]{21: STI}
[ 4 -999 3 0 3 ]{22: INCSP -1}
[ 4 -999 3 0 ]{24: GOTO 50}
[ 4 -999 3 0 ]{50: GETBP}
[ 4 -999 3 0 2 ]{51: LDI}
[ 4 -999 3 0 3 ]{52: CSTI 7}
[ 4 -999 3 0 3 7 ]{54: LT}
[ 4 -999 3 0 1 ]{55: IFNZRO 26}
[ 4 -999 3 0 ]{26: GETBP}
[ 4 -999 3 0 2 ]{27: CSTI 1}
[ 4 -999 3 0 2 1 ]{29: ADD}
[ 4 -999 3 0 3 ]{30: GETBP}
[ 4 -999 3 0 3 2 ]{31: CSTI 1}
[ 4 -999 3 0 3 2 1 ]{33: ADD}
[ 4 -999 3 0 3 3 ]{34: LDI}
[ 4 -999 3 0 3 0 ]{35: GETBP}
[ 4 -999 3 0 3 0 2 ]{36: LDI}
[ 4 -999 3 0 3 0 3 ]{37: ADD}
[ 4 -999 3 0 3 3 ]{38: STI}
[ 4 -999 3 3 3 ]{39: INCSP -1}
[ 4 -999 3 3 ]{41: GETBP}
[ 4 -999 3 3 2 ]{42: GETBP}
```

- 三目运算符
  - 简介：三目运算符 a>b?a:b
  - 用例：

```
int main()
{
    int a=0;
    int b=7;
    int c = a>b?a:b;
}
```

  - 运行栈追踪：

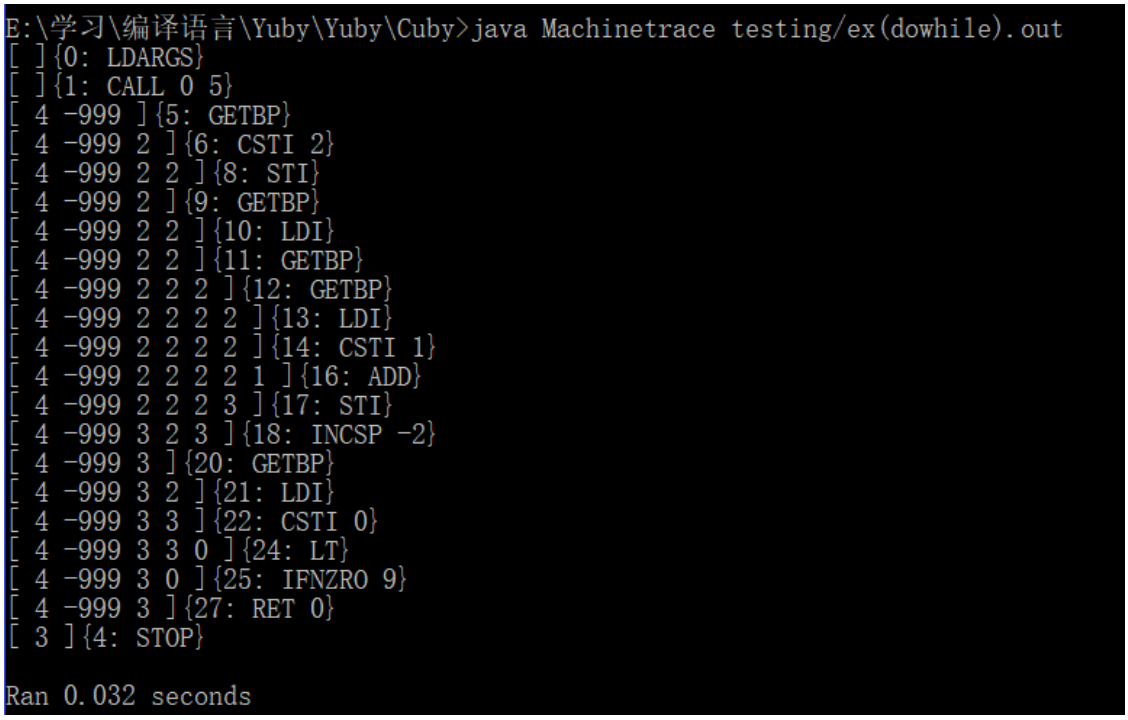
```
E:\学习\编译语言\Yuby\Yuby\Cuby>java Machinetrace testing/ex(ternary).out
[ ]{0: LDARGS}
[ ]{1: CALL 0 5}
[ 4 -999 ]{5: GETBP}
[ 4 -999 2 ]{6: CSTI 0}
[ 4 -999 2 0 ]{8: STI}
[ 4 -999 0 ]{9: GETBP}
[ 4 -999 0 2 ]{10: CSTI 1}
[ 4 -999 0 2 1 ]{12: ADD}
[ 4 -999 0 3 ]{13: CSTI 7}
[ 4 -999 0 3 7 ]{15: STI}
[ 4 -999 0 7 ]{16: GETBP}
[ 4 -999 0 7 2 ]{17: CSTI 2}
[ 4 -999 0 7 2 2 ]{19: ADD}
[ 4 -999 0 7 4 ]{20: GETBP}
[ 4 -999 0 7 4 2 ]{21: LDI}
[ 4 -999 0 7 4 0 ]{22: GETBP}
[ 4 -999 0 7 4 0 2 ]{23: CSTI 1}
[ 4 -999 0 7 4 0 2 1 ]{25: ADD}
[ 4 -999 0 7 4 0 3 ]{26: LDI}
[ 4 -999 0 7 4 0 7 ]{27: SWAP}
[ 4 -999 0 7 4 7 0 ]{28: LT}
[ 4 -999 0 7 4 0 ]{29: IFZERO 35}
[ 4 -999 0 7 4 ]{35: GETBP}
[ 4 -999 0 7 4 2 ]{36: CSTI 1}
[ 4 -999 0 7 4 2 1 ]{38: ADD}
[ 4 -999 0 7 4 3 ]{39: LDI}
[ 4 -999 0 7 4 7 ]{40: STI}
[ 4 -999 0 7 7 ]{41: RET 2}
[ 7 ]{4: STOP}

Ran 0.053 seconds
```

- do - while
  - 简介：在判断前先运行body中的操作。
  - 例子：

```
int main()
{
    int n=2;
    do{
        n++;
```

```
    }while(n<0);
}
```

- 运行栈追踪：
  - n++被执行
  - n的终值为3 处于栈中2的位置
  - 堆栈图：

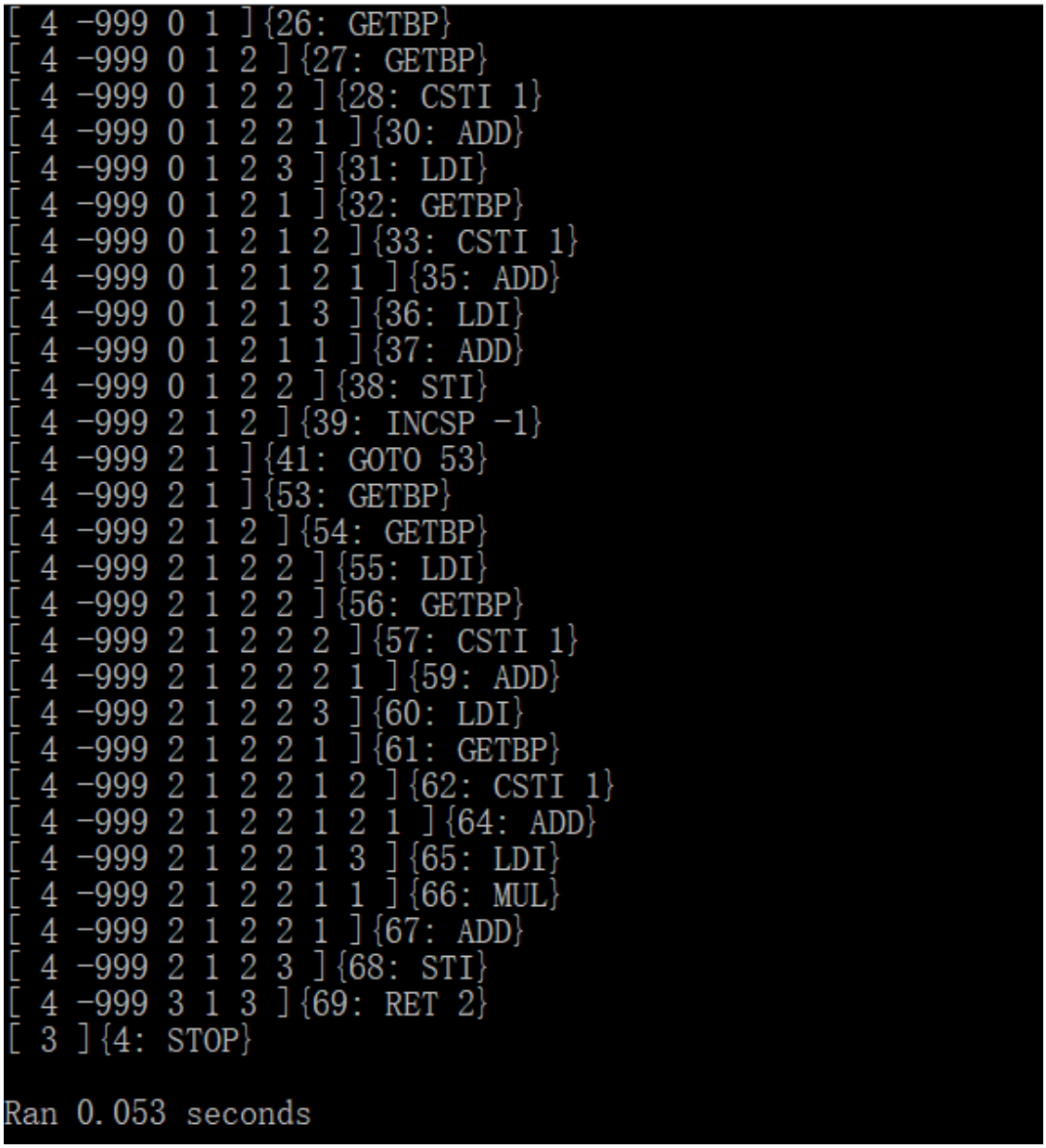


- 类似C的switch-case
  - 当没有break时，匹配到一个case后，会往下执行所以case的body
  - 若当前没有匹配的case时，不会执行body，会一直往下找匹配的case
  - 之前的实现是递归匹配每个case，当前类似C语言的switch-case实现上在label的设立更为复杂一些。
  - 例子：

```
int main(){
    int i=0;
    int n=1;
    switch(n){
        case 1:i=n+n;
        case 5:i=i+n*n;
    }
}
```

  - 运行栈追踪：

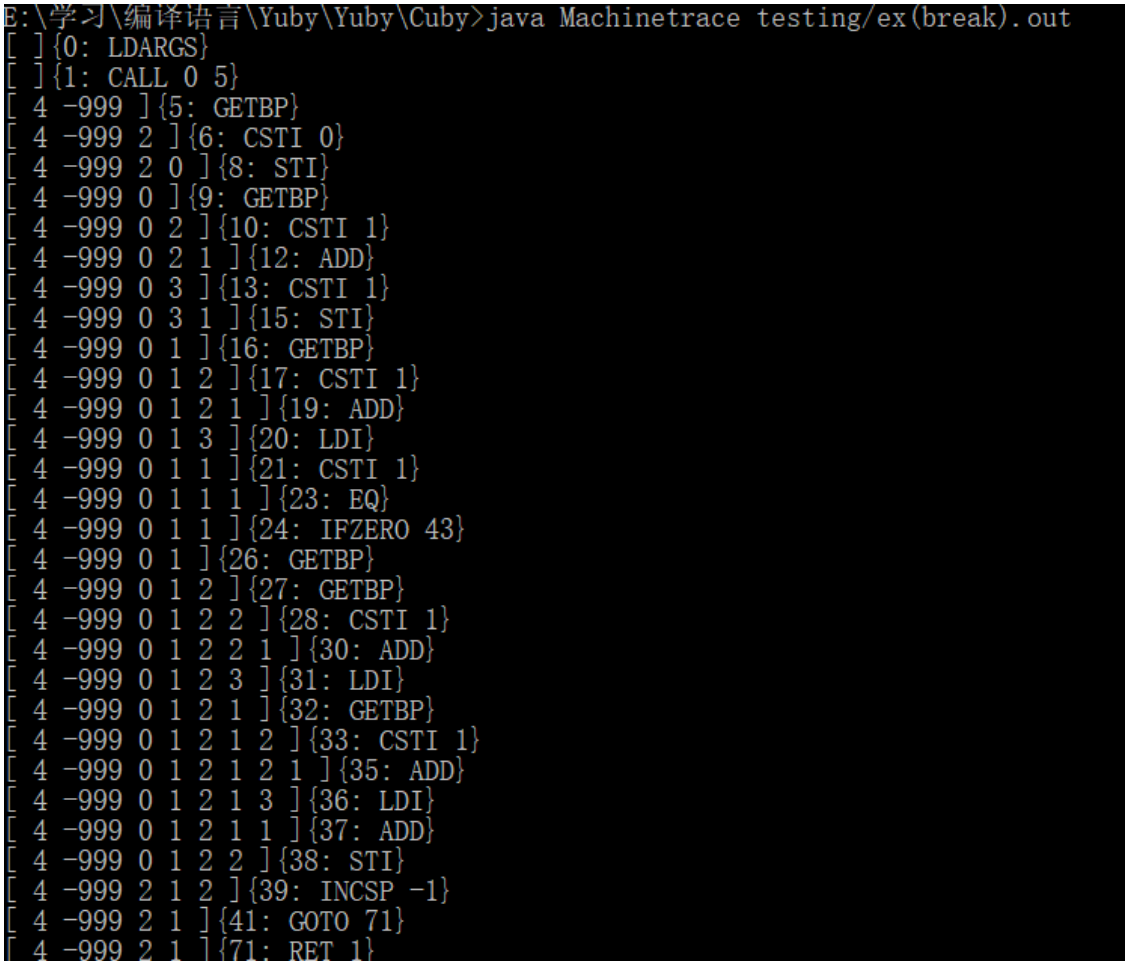
- n的值与case1 匹配，没有break， i=n+n与case 5 中的i+n*n都被执行
- i的结果为（1+1）+1*1 = 3
- 栈中3的位置为i，4的位置为n
- 堆栈图：



- break功能
  - 在for while switch 中，都加入break功能
  - 维护Label表来实现
  - 例子：与没有break的switch进行对比：

```
int main(){
    int i=0;
    int n=1;
    switch(n){
        case 1:{i=n+n;break;}
        case 5:i=i+n*n;
    }
}
```

- 运行栈追踪
  - n的值与case1 匹配，执行i=n+n，遇到break结束。
  - i的结果为（1+1）=2
  - 栈中3的位置为i，4的位置为n
  - 堆栈图：



- continue 功能
  - 在for while 中加入continue功能
  - 例子：

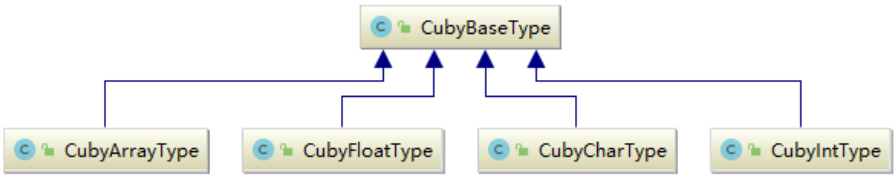
```
int main()
{
    int i ;
    int n = 0;
    for(i=0;i<5;i++)
    {
        if(i<2)
            continue;
        if(i>3)
            break;
        n=n+i;
    }
}
```

- 运行栈追踪：
  - i=0 1 的时候continue i>3 的时候break
  - n = 2 + 3 结果为5
  - 栈中3的位置为i， 4的位置为n
  - 堆栈图：

```
[ 4 -999 3 2 3 2 2 ]{51: LDI}
[ 4 -999 3 2 3 2 3 ]{52: ADD}
[ 4 -999 3 2 3 5 ]{53: STI}
[ 4 -999 3 5 5 ]{54: INCSP -1}
[ 4 -999 3 5 ]{56: GETBP}
[ 4 -999 3 5 2 ]{57: LDI}
[ 4 -999 3 5 3 ]{58: GETBP}
[ 4 -999 3 5 3 2 ]{59: GETBP}
[ 4 -999 3 5 3 2 2 ]{60: LDI}
[ 4 -999 3 5 3 2 3 ]{61: CSTI 1}
[ 4 -999 3 5 3 2 3 1 ]{63: ADD}
[ 4 -999 3 5 3 2 4 ]{64: STI}
[ 4 -999 4 5 3 4 ]{65: INCSP -2}
[ 4 -999 4 5 ]{67: GETBP}
[ 4 -999 4 5 2 ]{68: LDI}
[ 4 -999 4 5 4 ]{69: CSTI 5}
[ 4 -999 4 5 4 5 ]{71: LT}
[ 4 -999 4 5 1 ]{72: IFNZRO 22}
[ 4 -999 4 5 ]{22: GETBP}
[ 4 -999 4 5 2 ]{23: LDI}
[ 4 -999 4 5 4 ]{24: CSTI 2}
[ 4 -999 4 5 4 2 ]{26: LT}
[ 4 -999 4 5 0 ]{27: IFZERO 31}
[ 4 -999 4 5 ]{31: GETBP}
[ 4 -999 4 5 2 ]{32: LDI}
[ 4 -999 4 5 4 ]{33: CSTI 3}
[ 4 -999 4 5 4 3 ]{35: SWAP}
[ 4 -999 4 5 3 4 ]{36: LT}
[ 4 -999 4 5 1 ]{37: IFZERO 41}
[ 4 -999 4 5 ]{39: GOTO 74}
[ 4 -999 4 5 ]{74: RET 1}
[ 5 ]{4: STOP}
```

- 结构体功能(待完成)：
  - 简介：
    - 当前阶段：
      - [x] 抽象语法树
      - [x] 词法分析器
      - [x] 语法分析器
      - [ ] 中间代码生成
      - [ ] 虚拟机
      - [ ] 测试

- JVM
  - 简介：
    - 将之前的虚拟机重新写了一边，原先的虚拟机只能针对int类型进行存储和操作。我具体定义了一些类型，使虚拟机具有较强的拓展性。
  - 类型继承关系图：



    -
  - 指令集添加：
    - CSTF：
      - 简介：const float
      - 功能：在堆栈中加入一个float
    - CSTC：
      - 简介：const char
      - 功能：在堆栈中加入一个char
  - 运行时异常：
    - OperatorError:
      - 简介：在计算时发生的异常，例如除数为0时，出现异常。
    - ImcompatibleTypeError:
      - 简介：类型不匹配的时候进行时出现的异常，例如'a' + 1.0 抛出异常。

- try-catch(待完成)：
  - 简介：
    - 当前阶段：
      - [x] 抽象语法树
      - [x] 词法分析器
      - [x] 语法分析器
      - [x] 中间代码生成
      - [x] 虚拟机
      - [ ] 测试
    - 寄存器添加：
      - hr： 保存当前异常在栈中的地址，用于追踪需要处理的异常
    - 指令添加：
      - PUSHHDLR,保存catch中的异常种类，需要跳转的位置以及hr入栈
      - POPHDLR ， 与PUSHHDLR对应
      - THROW ， 用于丢出异常，从hr开始找匹配

心得体会

- 胡煜：
  这学期大作业比较多，中间的时候也写了一点编译原理，不过看见F#就头疼，不仅是因为它比较新，是

一个完全没接触过的全新类型的语言，同时还是因为它的资料实在太少了，一切都得自己慢慢摸索。实在是痛苦。而且这个作业嘛，写了一点，因为其他事情耽搁了几天，而且隔了两天就差不多忘了。又得重拾起来学习，实在痛苦。其实老师上课的内容，其实每节课都是感觉学得一知半解，东西实在太多，也比较难以消化，隔了几天就全忘得差不多了。不过通过这次大作业之后，收获颇丰。

- 了解了函数式编程的语言特点与特性，拓宽视野。
- 利用F#与java完善了一个编程语言的从前端到后端的完整的搭建
- 清楚了一些关于C语言的设计方法与局限性。
- 理解了栈式虚拟机的工作原理与一些设计方法
- 利用虚拟机避免与汇编指令集直接打交道，优化代码执行策略

时间太紧了，如果时间再多一点的话，还可以往虚拟机中加入全局静态变量表、完善结构体、加入头文件机制、加入输入模块等。
总而言之，这节编译原理课，收获颇丰，F#好用值得学习。编译原理的世界还是相当有趣的。

- 江瑜：
本学期的编译原理学习，还是非常需要时间的。无论是前期各星期的作业以及大作业，都需要投入一定的精力去了解，去学习在编译之中理论以及实践的内容。编译原理的基本理念以及后期做一个“玩具型”语言的过程，感觉都对计算机学习有着极大的帮助。介于机器与程序之间的桥梁，让我更深一步了解一些语言模型，机器模型，语义语法结构等。郭老师对于，道，法，术三者在计算方面的理念，我觉得很有道理，确实，大学就应该加深对于计算本质的理解与运用。 总结一下

  - 大作业完成中，对指令与栈结构有了更深的了解
  - 随着对fsharp的使用越加频繁，也加深了对函数式编程语言的印象
  - 过程的积累中，逐渐了解一些编译的理念，计算的思维。
  - 在大作业有些功能的完成上，还可以再优化精简。时间足够的话还要继续完善异常处理功能。

小组分工

- 胡煜
  - 学号：31601147
  - 班级：计算机1603
    - 工作内容
      - 文档编写
      - 测试程序
      - 主要负责虚拟机和中间代码生成
- 江瑜
  - 学号：31601149
  - 班级：计算机1603
    - 工作内容
      - 文档编写
      - 测试程序
      - 语法分析
      - 词法分析
      - 栈、堆设计
- 权重分配表：

胡煜	江瑜
0.95	0.95