

Compiler

2019 Fall Final Examination Solution

Name_____ Student No._____ Score_____

Problem 1: Type Checking (16 points)

注: A 卷和 B 卷的 **Type Checking** 题目只是调换了题目顺序, 题目内容是一样的。

1.

`E0 = {n->int}`

`E1 = E0 + {output->string, t1->number, t2->number, nextTerm->number}`

`E2 = E1 + {tmp->int}`

`E3 = E1 + {i->int}`

`E4 = E3 + {output->int}`

注:

①只需要写新创建的环境, 恢复的环境不需要写。

②上面使用 `number` 的类型可以用 `int` 来表示, 但是反过来不可以, 使用 `int` 的类型不能用 `number` 来表示。

③`environment` 既可以只写每次变化的部分, 也可以将其中所有的绑定写出来。

2.

Line 1: `E0`

Line 3-8: `E1`

Line 14-17: `E2`

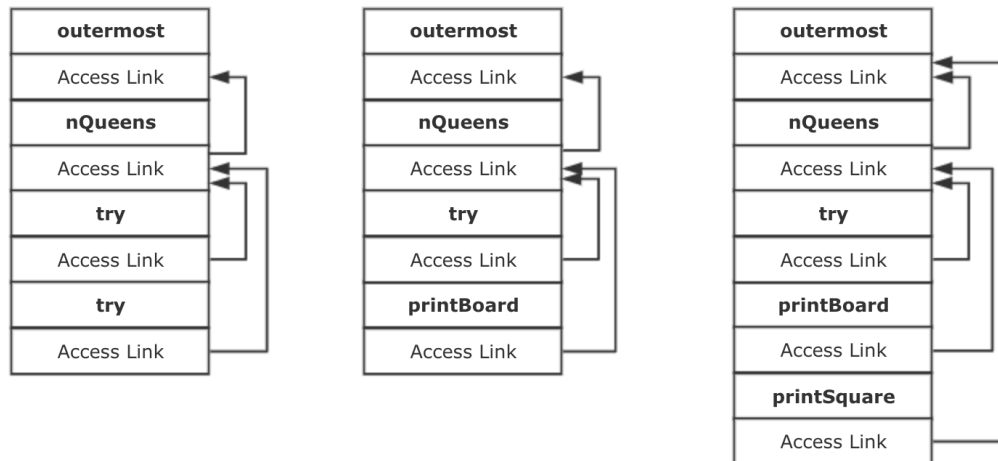
Line 31: `E3`

Line 33: `E1`

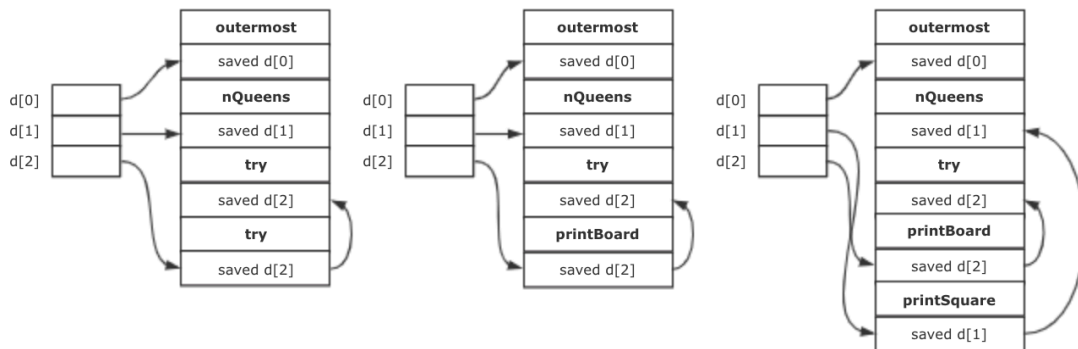
Problem 2: Static Link and Escape Calculation (30 points)

注: A 卷和 B 卷的 Static Link and Escape Calculation 题目只是调换了题目顺序, 题目内容是一样的。

1.



2.



3.

Variable	Escape(Y/N)	Your Reason
maxN (Line 4)	N	没有被嵌套的函数访问, 而且是简单的数据类型, 能放入寄存器中
emptySymbol(Line 5)	Y	字符串变量是指向字符串的指针, 虽然可以存放寄存器中, 但被 printSquare 函数访问
queenSymbol(Line 9)	N	字符串变量是指向字符串的指针, 只被当前函数所访问
col(Line 17)	Y	col 被嵌套的 try 函数访问, 虽然 col 是一个数组类型, 但是还是其数据是放在堆上的, col 也只是一个指针

Problem 3: Garbage Collection (20 points)

注：A 卷和 B 卷的 Garbage Collection 题目内容是一样的。

1.

优点：减少内存碎片化，操作简单复杂性低。

缺点：如果大部分变量存活时间很长，会导致内存拷贝过多，**overhead** 很大，而且复制回收只能用一半内存空间。

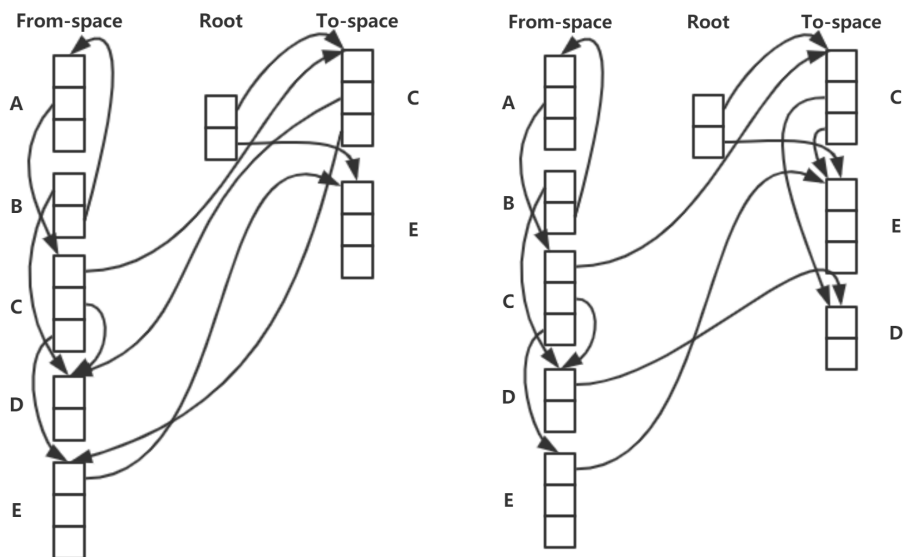
2.

对溢出变量染色，进行内存分配，这样可以把活跃范围不重叠的溢出变量分配到同一个内存地址处。

3.

会，活性分析是编译时的工作，而垃圾回收是运行时做的，它无法获取到变量的活跃信息。

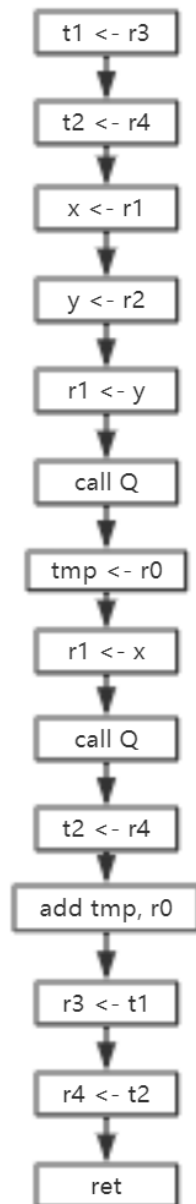
4.



Problem 4: Register Allocation (34 points)

注: B 卷相比 A 卷就是将 r0->r5, r1,r2 与 r3,r4 互换。

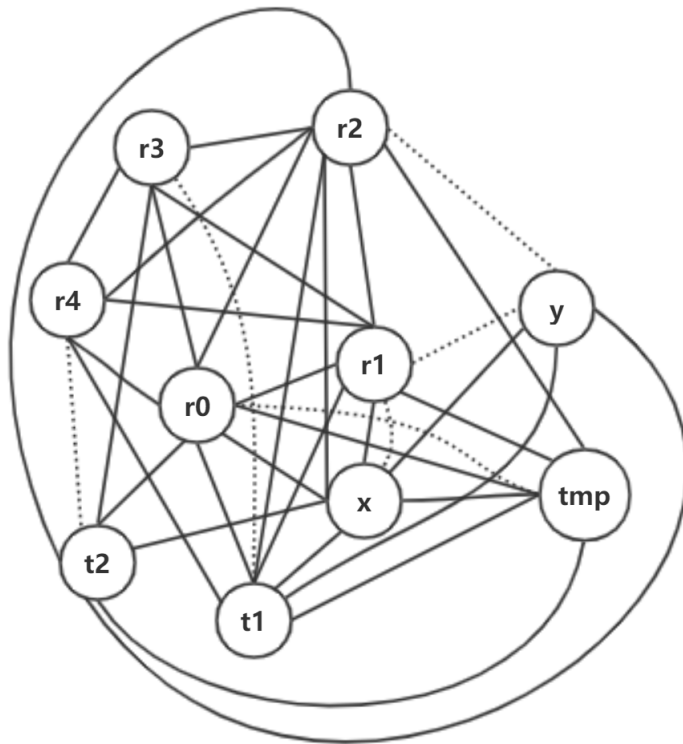
1.



2.

instr	def	use	in	out
t1 <- r3	t1	r3	r1, r2, r3, r4	r1, r2, r4, t1
t2 <- r4	t2	r4	r1, r2, r4, t1	r1, r2, t1, t2
x <- r1	x	r1	r1, r2, t1, t2	r2, x, t1, t2
y <- r2	y	r2	r2, x, t1, t2	x, y, t1, t2
r1 <- y	r1	y	x, y, t1, t2	r1, x, t1, t2
call Q	r0, r1, r2	r1	r1, x, t1, t2	r0, x, t1, t2
tmp <- r0	tmp	r0	r0, x, t1, t2	tmp, x, t1, t2
r1 <- x	r1	x	tmp, x, t1, t2	tmp, r1, t1, t2
call Q	r0, r1, r2	r1	tmp, r1, t1, t2	tmp, r0, t1, t2
add tmp, r0	r0	tmp, r0	tmp, r0, t1, t2	r0, t1, t2
r3 <- t1	r3	t1	r0, t1, t2	r0, r3, t2
r4 <- t2	r4	t2	r0, r3, t2	r0, r3, r4
ret			r0, r3, r4	r0, r3, r4

3.



4.

合并 $y, r2$ (George)

冻结 $r0, r1, r3, r4$

溢出 $t1$

溢出 $t2$

简化 x

简化 tmp

弹出栈分配颜色, $t1, t2$ 成为实际溢出

(下面步骤不生成 $t3, t4$ 两个新的临时变量, 直接将 $t1, t2$ 替换成内存也算正确)

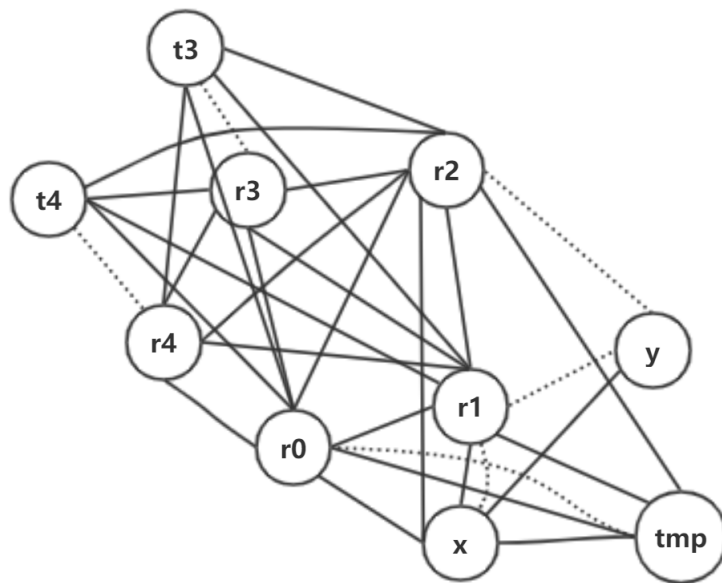
分配栈空间, 重写指令:

```
t3 <- r3
M[t1] <- t3
t4 <- r4
M[t2] <- t4
x <- r1
y <- r2
r1 <- y
call Q
tmp <- r0
r1 <- x
call Q
add tmp, r0
t3 <- M[t1]
r3 <- t3
t4 <- M[t2]
r4 <- t4
ret
```

instr	def	use	in	out
t3 <- r3	t3	r3	r1, r2, r3, r4	r1, r2, r4, t3
M[t1] <- t3		t3	r1, r2, r4, t3	r1, r2, r4
t4 <- r4	t4	r4	r1, r2, r4	r1, r2, t4
M[t2] <- t4		t4	r1, r2, t4	r1, r2
x <- r1	x	r1	r1, r2	r2, x
y <- r2	y	r2	r2, x	x, y
r1 <- y	r1	y	x, y	r1, x
call Q	r0, r1, r2	r1	r1, x	r0, x
tmp <- r0	tmp	r0	r0, x	tmp, x
r1 <- x	r1	x	tmp, x	tmp, r1
call Q	r0, r1, r2	r1	tmp, r1	tmp, r0

add tmp, r0	r0	tmp, r0	tmp, r0	r0
t3 <- M[t1]	t3		r0	r0, t3
r3 <- t3	r3	t3	r0, t3	r0, r3
t4 <- M[t2]	t4		r0, r3	r0, r3, t4
r4 <- t4	r4	t4	r0, r3, t4	r0, r3, r4
ret			r0, r3, r4	r0, r3, r4

重新构造冲突图如下：



合并 t3, r3 (George)

合并 t4, r4 (George)

合并 y, r2 (George)

所有传送指令变为受抑制的，可以消除

简化 tmp

简化 x

分配 r3 给 tmp, r4 给 x

染色成功，重写指令并消除多余传送指令，结果如下：

M[t1] <- r3

M[t2] <- r4

r4 <- r1

r1 <- r2

call Q

r3 <- r0

r1 <- r4

```
call Q
add r3, r0
r3 <- M[t1]
r4 <- M[t2]
ret
```