Compiladores – Geração de Código

Fabio Mascarenhas – 2018.1

http://www.dcc.ufrj.br/~fabiom/comp

Máquinas de Pilha

- Uma máquina de pilha é um tipo de processador em que todos os valores temporários são armazenados em uma pilha
  - Não são usados registradores
- Toda operação em uma máquina de pilha desempilha seus operandos, faz a operação e empilha o resultado
- Instruções também podem empilhar valores constantes, ou o conteúdo de variáveis locais e endereços da memória (variáveis globais)
- Compilar para máquinas de pilha é bem fácil, mas menos eficiente que usar registradores

Compilando expressões

- Para ter uma intuição de como a geração de código funciona para uma máquina de pilha, vamos gerar código para `1 + (2 + 3)`:

```
push 1
push 2
push 3
add
add
```

```
(1 + 2) + 3

push 1
push 2
add
push 3
add
```

Geração de Código para TINY em x64

- Vamos usar um modelo de máquina de pilha para gerar código para TINY com procedimentos para x64

- As instruções de nossa máquina de pilha serão implementadas por instruções de x64, usando a pilha do processador como a pilha

- Nossa máquina de pilha terá as instruções: getglobal, putglobal, cload, iload, fload, istore, fstore, iadd, fadd, isub, fsub, imul, fmul, idiv, fdiv, invoke, if_icmpneq, if_fcmpneq, if_icmpge, if_fcmpge, jmp, iread, fread, bread, iwrite, fwrite, bwrite, pop, ret

- A organização e nomes lembram os de máquinas virtuais de pilha, como a JVM

Contexto de Geração de Código

- Vamos usar uma classe para ser o *contexto* de geração de código
- O contexto implementa as instruções da máquina de pilha, gerando código x64 para elas em um buffer
- Vamos usar um contexto para cada procedimento, e depois costurar o código dos procedimentos junto com o código do corpo principal do programa e o código que declara variáveis globais
- Ele gerencia também os *labels* do programa, usados nas instruções de salto
- Os métodos de geração de código da AST só vão precisar de preocupar em chamar os métodos do contexto que correspondem às instruções da máquina

Tabelas de Símbolos e Endereços

- A geração de código também precisa de tabelas de símbolos que irão mapear nomes de variáveis e procedimentos em *endereços*

- O endereço diz se ela é global ou local, e como acessá-la: com seu *nome simbólico*, se a variável é global, ou com sua *profundidade*, se ela é local

- Com o local de uma variável podemos gerar código para empilhar seu valor, ou para desempilhar o que está no topo da pilha e escrevê-lo na variável

- O contexto de geração de código precisa também guardar uma *marca d'água*, a profundidade mais alta usada para uma local naquele contexto

Geração de Código - Expressões

- Expressões devem deixar a pilha com um elemento a mais no topo: o valor final da expressão

- A geração depende do contexto e da tabela de símbolos de endereços, como nos comandos

```
x + (2 + y)
```



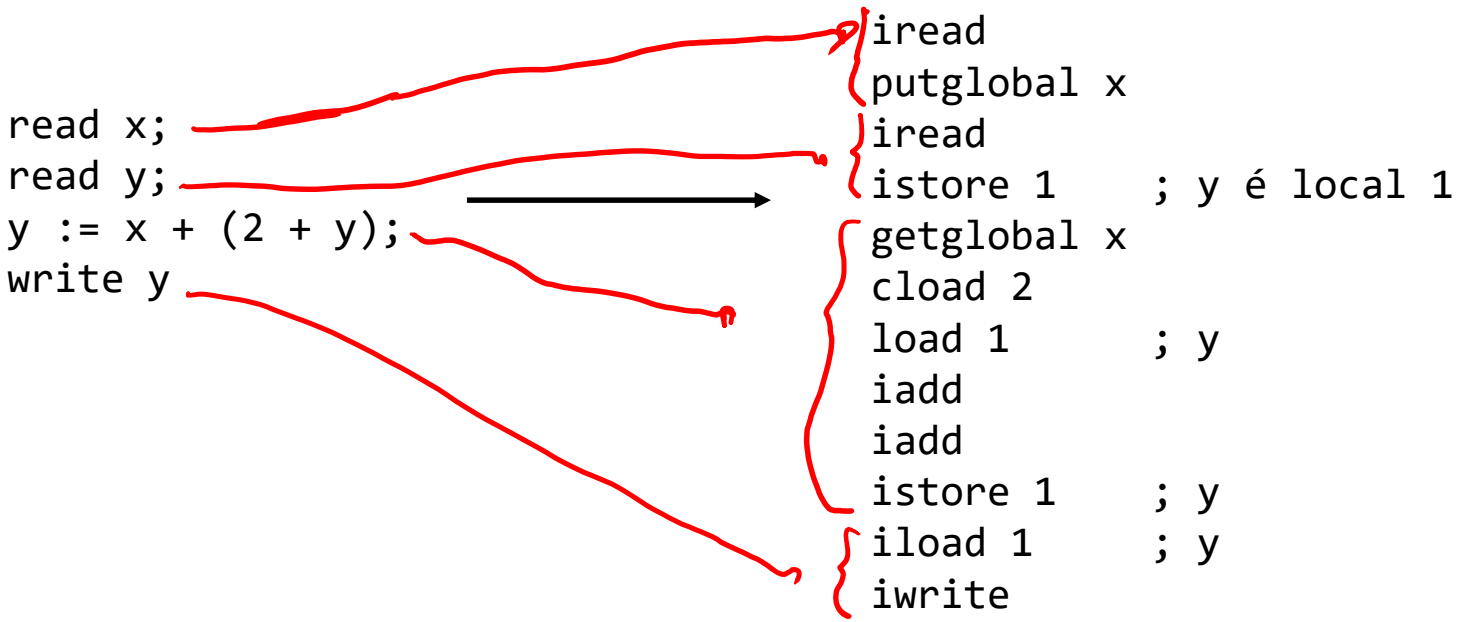
```
getglobal x
cload 2
load 1      ; y é local 1
iadd
iadd
```

- Cada subexpressão da expressão acima tem o efeito de empilhar o seu valor; ao fim a pilha será a original, mais o valor de toda a expressão

Geração de Código - Comandos

- Comandos precisam deixar a pilha do mesmo jeito que encontraram

- A geração depende do *contexto* corrente, e da tabela de símbolos que associa nomes a endereços



Geração de Código - Controle

- Expressões relacionais e condicionais normalmente são usadas para *controlar* a execução, através de saltos condicionais

- As arquiteturas quase sempre associam operações relacionais a saltos, e podemos aproveitar essa característica fazendo expressões condicionais (relacionais e lógicas) gerarem código que tem efeito de saltar para determinado label (com efeito final na pilha neutro)

- Geralmente temos código mais compacto se uma expressão condicional gera código que salte para determinado label se ela for *falsa* ao invés de verdadeira

Geração de Código - Controle

- Saltar para o bloco else, saltar para a saída do laço while, saltar para o início do corpo no laço repeat... Todos esses saltos acontecem se a condição correspondente for *falsa*

```
if x < 5 then
  write 0
else
  write 1
end
```

```
  getglobal x
  icload 5
  if_icmpge $else
  icload 0
  write
  jmp $fim
$else:
  icload 1
  write
$fim:
```