Insper

Sistemas Hardware-Software

Aula 8 – Variáveis na pilha

2022 – Engenharia

Maciel C Vidal Igor Montagner Fábio Ayres

Aulas passadas

- Operações aritméticas
- Acessos à memória
- . Chamadas de funções
- Expressões booleanas e pulos condicionais
- Loops

while

```
Goto Version

While version

While (Test)

Body

test:

if (Test)

goto loop;

done:
```

while

```
long foo_while(long n) {
  long sum = 0;

while (n > 0) {
    sum += n;
    n--;
  }

sum *= sum;
  return sum;
}
```

```
long foo_while_goto_1(long n) {
     long sum = 0;
  --- goto test;
   loop: <----
     sum += n;
     n--;
i→ test:
     if (n > 0)
       goto loop; --
     sum *= sum;
     return sum;
```

while

```
long foo_while_goto_1(long n) {
    long sum = 0;
    goto test;
                            0000000000000044 <foo_while_goto_1>:
  loop: <-----
                              44:
                                     mov
                                            $0x0, %eax
                                            52 <foo_while_goto_1+0xe>
                            --- 49 :
                                     jmp
    sum += n;
                              4b:
                                     add
                                            %rdi,%rax <----
    n--;
                              4e: sub
                                            $0x1,%rdi
                           i-> 52: test
                                           %rdi,%rdi
i-> test:
                              55:
                                            4b <foo_while_goto_1+0x7>__
    if (n > 0)
                                     jg
                              57: imul
                                            %rax,%rax
      goto loop; --
                              5b:
                                     retq
    sum *= sum;
    return sum;
```

for

For Version

```
for (Init; Test; Update)

Body
```



```
Init;
while (Test) {
    Body
    Update;
}
```

for

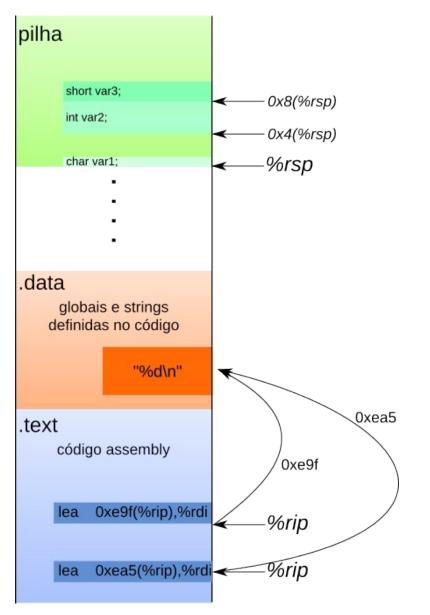
while for

```
000000000000002c <foo_while>:
                                       00000000000000a0 <foo_for>:
  2c:
                $0x0,%eax
                                         a0:
                                                mov
                                                        $0x0,%eax
         mov
  31:
                3a <foo_while+0xe>
                                         a5:
                                                        ae <foo_for+0xe>
         jmp
                                                jmp
  33:
         add
                %rdi,%rax
                                                add
                                                        %rdi,%rax
                                         a7:
                $0x1,%rdi
  36:
         sub
                                                sub
                                                        $0x1,%rdi
                                         aa:
                %rdi,%rdi
                                                        %rdi,%rdi
  3a:
         test
                                                test
                                         ae:
  3d:
                33 <foo_while+0x7>
                                                        a7 <foo_for+0x7>
         jg
                                         b1:
                                                jg
  3f:
         imul
                %rax,%rax
                                         b3:
                                                imul
                                                        %rax,%rax
  43:
         retq
                                         b7:
                                                retq
```

Variáveis locais

- Na maioria do tempo são colocadas em registradores
- Se não for possível colocamos na pilha (memória)
 - Uso &var requer uso da pilha.
 - Registrador não tem endereço
- Topo da pilha está armazenado em %rsp
- Sabemos acessar memória de maneira relativa a %rsp

Executável na memória



Variáveis locais

- Armazenadas na pilha
- Acessadas via deslocamentos relativos a %rsp (stack pointer)
- Colocadas e retiradas de registradores frequentemente

<u>Variáveis globais / strings constantes</u>

- Acessadas usando pulos relativos a %rip (instruction pointer)
- Como %rip muda a cada instrução, o deslocamento usado muda também
- É necessário fazer o cálculo para chegar ao endereço fina

Insper

Criando variáveis locais

```
sub $0x10, %rsp
. . .
mov 0x2, 0x4(%rsp)
. . .
mov 0x4(%rsp), %rdx
. . .
add $0x10, %rsp
```

- Subtrair de %rsp equivale a empilhar, somar equivale a desempilhar
- Não existe suporte para operações memória-memória
- No fim da função deletamos todas as variáveis locais

Criando variáveis locais

```
sub $0x8, %rsp
....
mov %rdx, 0x8(%rsp)
....
mov 0x8(%rsp), %rdx
....
add $0x10, %rsp
```

- Subtrair de %rsp equivale a empilhar, somar equivale a desempilhar
- Não existe suporte para operações memória-memória
- No fim da função deletamos todas as variáveis locais

Atividade prática

Exercícios de aula

- 1. Identificar funções que usem variáveis locais
- 2. Listar todas as variáveis locais de uma função que foram alocadas na pilha

Atividade prática

Exercícios para entrega

- 1. Identificar funções que usem variáveis locais
- 2. Listar todas as variáveis locais de uma função que foram alocadas na pilha
- 3. Está no seu repositório de atividade

Correção dos exercícios 2 e 3

```
Dump of assembler code for function func1:
   0 \times 05 fe <+0>:
                      sub
                              $0x10,%rsp
   0x0602 < +4>: movl $0xa, 0xc(%rsp)
   0x060a < +12> : mov1
                             $0xb,0x8(%rsp)
   0 \times 0612 < +20 > :
                      lea
                              0xc(%rsp),%rdi
   0x0617 <+25>:
                      callq 0x5fa <func2>
   0 \times 061c < +30 > :
                      addl
                              $0x1,0x8(%rsp)
                      lea
                              0x8(%rsp),%rdi
   0 \times 0621 < +35 > :
                      callq 0x5fa <func2>
   0 \times 0626 < +40 > :
   0 \times 062b < +45>:
                      add
                              $0x10,%rsp
   0 \times 062 f < +49 > :
                      retq
```

Variáveis auxiliares: int *p1, *p2;

```
Dump of assembler code for function func1:
   0 \times 05 fe <+0>:
                        sub
                                $0x10,%rsp
   0x0602 < +4>: mov1 $0xa, 0xc(%rsp) \longrightarrow int a = 10;
                                $0xb, 0x8(%rsp) \longrightarrow int b = 11;
   0x060a < +12> : mov1
                                0xc(%rsp), %rdi \longrightarrow p1 = &a;
   0 \times 0612 < +20 > :
                   lea
                                0x5fa < func2 > \longrightarrow func2(p1);
   0 \times 0617 < +25 > : callq
                                $0x1,0x8(%rsp) \longrightarrow b++;
   0 \times 061c < +30 > :
                        addl
                                0x8(%rsp), %rdi \longrightarrow p2 = \&b;
   0 \times 0621 < +35 > :
                       lea
                        callq 0x5fa <func2>
   0 \times 0626 < +40 > :
                                                    → func2(p2);
   0 \times 062b < +45 > :
                        add
                                $0x10,%rsp
   0 \times 062 f < +49 > :
                        retq
```

```
Dump of assembler code for function main:
                             $0x18,%rsp
   0 \times 1149 < +0 > :
                     sub
                             0xc(%rsp),%rsi
   0x114d <+4>:
                     lea
   0 \times 1152 < +9 > :
                     lea
                             0xeab(%rip),%rdi
                                                      # 0x2004
                             $0x0, %eax
   0 \times 1159 < +16 > :
                     mov
   0x115e < +21>:
                     callq 0x1040 <__isoc99_scanf@plt>
                     cmpl
                             $0x0,0xc(%rsp)
   0x1163 <+26>:
   0x1168 <+31>:
                     js
                             0x1180 < main + 55 >
   0x116a <+33>:
                     lea
                             0xe9f(%rip),%rdi
                                                      # 0x2010
   0x1171 <+40>:
                     callq 0x1030 <puts@plt>
                             $0x0, %eax
   0x1176 <+45>:
                     mov
   0x117b <+50>:
                             $0x18,%rsp
                     add
   0x117f <+54>:
                     retq
   0x1180 <+55>:
                     lea
                             0xe80(%rip),%rdi
                                                      # 0x2007
                     callq
   0x1187 <+62>:
                            0x1030 <puts@plt>
   0x118c < +67>:
                             0x1176 < main + 45 >
                     jmp
```

```
Dump of assembler code for function main:
   0 \times 1149 < +0 > :
                              $0x18,%rsp
                      sub
   0x114d < +4>:
                              0xc(%rsp),%rsi
                      lea
                                                                        int n;
                                                          # 0x2004
   0x1152 <+9>:
                              0xeab(%rip),%rdi
                      lea
                                                                        scanf("%d", &n);
                              $0x0, %eax
   0 \times 1159 < +16 > :
                      mov
   0x115e < +21>:
                      callq
                              0x1040 <__isoc99_scanf@plt>
                                                                        if (n<0) {
   0x1163 <+26>:
                      cmpl
                              $0x0,0xc(%rsp)
                                                                           goto negativo;
   0 \times 1168 < +31 > : ---is
                              0x1180 < main + 55 >
   0x116a <+33>:
                                                          # 0x2010
                              0xe9f(%rip),%rdi
                      lea
   0x1171 <+40>:
                      callq
                             0x1030 <puts@plt>
                                                                        printf("Positivo\n");
   0x1176 <+45>:
                              $0x0, %eax ←----
                      mov
                                                                         retorno:
   0x117b <+50>:
                              $0x18,%rsp
                      add
                                                                           return 0;
   0 \times 117f < +54 > : I
                      retq
                                                                        negativo:
   0x1180 <+55>: •-→lea
                                                          # 0x2007
                              0xe80(%rip),%rdi
                                                                           printf("Negativo\n");
   0x1187 <+62>:
                      callq
                              0x1030 <puts@plt>
                                                                           goto retorno;
                              0x1176 <main+45> -
   0x118c < +67>:
                      jmp
```

Insper

www.insper.edu.br