

Sistemas Hardware-Software

Aula 8 – Variáveis na pilha

2021 – Engenharia

Maciel C Vidal
Igor Montagner
Fábio Ayres

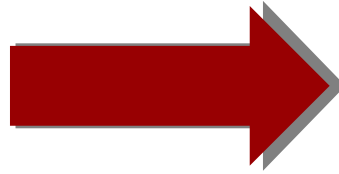
Aulas passadas

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

while

While version

```
while (Test)  
    Body
```



Goto Version

```
    goto test;  
loop:  
    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--;  
  
test:  
    if (n > 0)  
        goto loop;  
  
    sum *= sum;  
    return sum;  
}
```

while

```
long foo_while_goto_1(long n) {  
    long sum = 0;
```

```
    goto test;
```

```
loop:
```

```
    sum += n;
```

```
    n--;
```

```
test:
```

```
    if (n > 0)
```

```
        goto loop;
```

```
    sum *= sum;
```

```
    return sum;
```

```
}
```

```
000000000000000044 <foo_while_goto_1>:
```

```
44:    mov    $0x0,%eax
```

```
49:    jmp    52 <foo_while_goto_1+0xe>
```

```
4b:    add    %rdi,%rax
```

```
4e:    sub    $0x1,%rdi
```

```
52:    test   %rdi,%rdi
```

```
55:    jg     4b <foo_while_goto_1+0x7>
```

```
57:    imul   %rax,%rax
```

```
5b:    retq
```

for

For Version

```
for (Init; Test; Update )  
    Body
```



While Version

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

for

while

```
0000000000000002c <foo_while>:
 2c:  mov    $0x0,%eax
 31:  jmp    3a <foo_while+0xe>
 33:  add    %rdi,%rax
 36:  sub    $0x1,%rdi
 3a:  test   %rdi,%rdi
 3d:  jg     33 <foo_while+0x7>
 3f:  imul   %rax,%rax
 43:  retq
```

for

```
000000000000000a0 <foo_for>:
 a0:  mov    $0x0,%eax
 a5:  jmp    ae <foo_for+0xe>
 a7:  add    %rdi,%rax
 aa:  sub    $0x1,%rdi
 ae:  test   %rdi,%rdi
 b1:  jg     a7 <foo_for+0x7>
 b3:  imul   %rax,%rax
 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

`$0x4(%rsp)`

`$0xF(%rsp)`

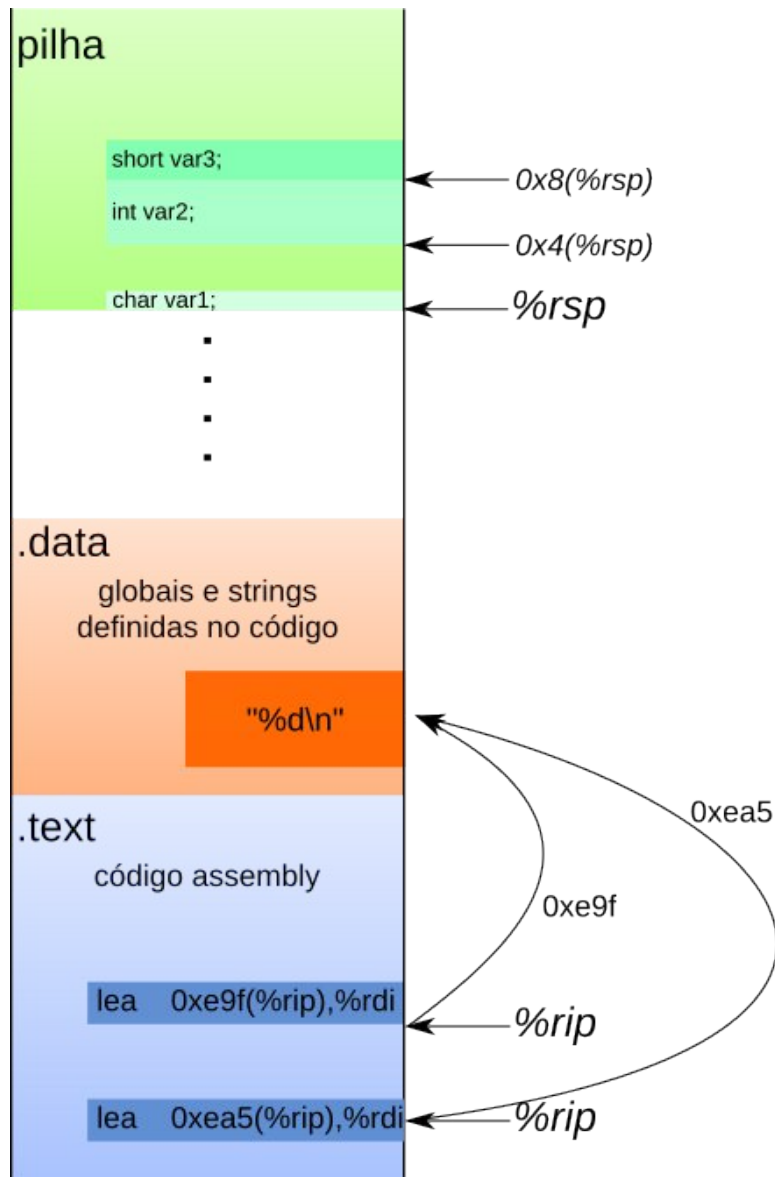
Variáveis locais

- 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

`$0x4(%rsp)`

`$0xF(%rsp)`

Executável na memória



Variáveis locais

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

Variáveis globais / strings constantes

- 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 final

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

Correção dos exercícios 2 e 3

Ex2

Dump of assembler code for function func1:

```
0x05fe <+0>:      sub     $0x10,%rsp
0x0602 <+4>:      movl    $0xa,0xc(%rsp)
0x060a <+12>:     movl    $0xb,0x8(%rsp)
0x0612 <+20>:     lea     0xc(%rsp),%rdi
0x0617 <+25>:     callq   0x5fa <func2>
0x061c <+30>:     addl    $0x1,0x8(%rsp)
0x0621 <+35>:     lea     0x8(%rsp),%rdi
0x0626 <+40>:     callq   0x5fa <func2>
0x062b <+45>:     add     $0x10,%rsp
0x062f <+49>:     retq
```

Ex3

Dump of assembler code for function main:

```
0x1149 <+0>:      sub     $0x18,%rsp
0x114d <+4>:      lea     0xc(%rsp),%rsi
0x1152 <+9>:      lea     0xeab(%rip),%rdi      # 0x2004
0x1159 <+16>:     mov     $0x0,%eax
0x115e <+21>:     callq   0x1040 <__isoc99_scanf@plt>
0x1163 <+26>:     cmpl    $0x0,0xc(%rsp)
0x1168 <+31>:     js      0x1180 <main+55>
0x116a <+33>:     lea     0xe9f(%rip),%rdi      # 0x2010
0x1171 <+40>:     callq   0x1030 <puts@plt>
0x1176 <+45>:     mov     $0x0,%eax
0x117b <+50>:     add     $0x18,%rsp
0x117f <+54>:     retq
0x1180 <+55>:     lea     0xe80(%rip),%rdi      # 0x2007
0x1187 <+62>:     callq   0x1030 <puts@plt>
0x118c <+67>:     jmp     0x1176 <main+45>
```




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

Insper

www.insper.edu.br