

Sistemas Hardware-Software

Aula 8 – Variáveis na pilha

2023 – Ciência da Computação

Carlos Menezes
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
```

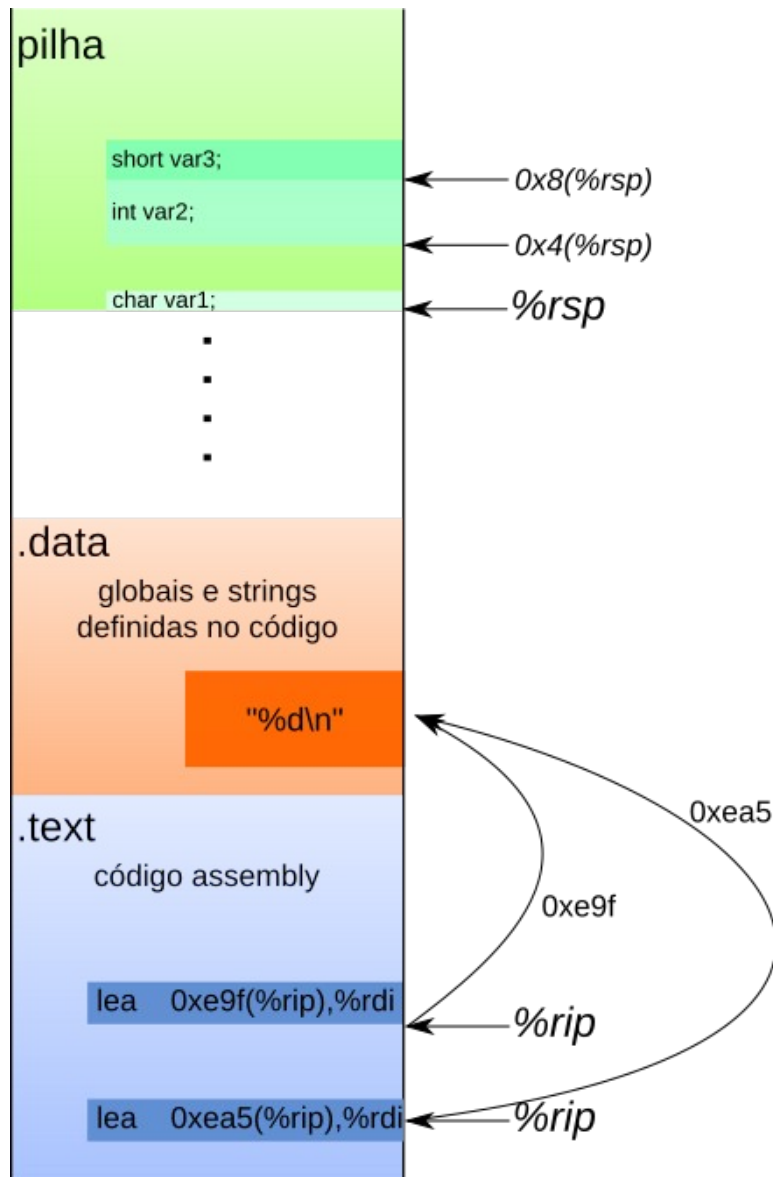
Variáveis locais

- **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)`

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



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

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
```

Ex2

Variáveis auxiliares:
int *p1, *p2;

Dump of assembler code for function func1:

0x05fe	<+0>:	sub	\$0x10,%rsp	
0x0602	<+4>:	movl	\$0xa,0xc(%rsp)	→ int a = 10;
0x060a	<+12>:	movl	\$0xb,0x8(%rsp)	→ int b = 11;
0x0612	<+20>:	lea	0xc(%rsp),%rdi	→ p1 = &a;
0x0617	<+25>:	callq	0x5fa <func2>	→ func2(p1);
0x061c	<+30>:	addl	\$0x1,0x8(%rsp)	→ b++;
0x0621	<+35>:	lea	0x8(%rsp),%rdi	→ p2 = &b;
0x0626	<+40>:	callq	0x5fa <func2>	→ func2(p2);
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>
```

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> -----
```

```
} int n;
} scanf("%d", &n);
} if (n<0) {
}   goto negativo;
} }
} printf("Positivo\n");
}
} retorno:
}   return 0;
} negativo:
}   printf("Negativo\n");
}   goto retorno;
```

Insper

www.insper.edu.br