

2 - Instruções: A linguagem de Máquina

2.21 Exercícios¹

¹ Contribuição de John Oliver, da Cal Poly, San Luis Obispo, com colaborações de Nicole Kaiyan (Universidade de Adelaide) e Milos Prvulovic (Georgia Tech)

O Apêndice B descreve o simulador do MIPS, que é útil para estes exercícios. Embora o simulador aceite pseudoinstruções, tente não usá-las em qualquer exercício que pedir para produzir código do MIPS. Seu objetivo deverá ser aprender o conjunto de instruções MIPS real, e se você tiver de contar instruções, sua contagem deverá refletir as instruções reais executadas, e não as pseudoinstruções.

Existem alguns casos em que as pseudoinstruções precisam ser usadas (por exemplo, a instrução `la` quando um valor real não é conhecido durante a codificação em assembly).

Em muitos casos, elas são muito convenientes e resultam em código mais legível (por exemplo, as instruções `li` e `move`). Se você decidir usar pseudoinstruções por esses motivos, por favor, acrescente uma sentença ou duas à sua solução, indicando quais pseudoinstruções usou e por quê.

Exercício 2.1

Os problemas a seguir lidam com a tradução de C para MIPS. Suponha que as variáveis `f`, `g`, `h` e `i` sejam dadas e possam ser consideradas inteiros de 32 bits, conforme declarado em um programa C.

a. `f=g-h;`

b. `f=g+(h-5);`

2.1.1 [5] <2.2> Para essas instruções C, qual é o código assembly do MIPS correspondente? Use um número mínimo de instruções assembly do MIPS.

a. `f=g-h;`

RESPOSTA:

main:

```
    la $t0,G    #CARREGA O ENDEREÇO DE G PARA T0
    la $t1,H    #CARREGA O ENDEREÇO DE H PARA T1
    la $t2,F    #CARREGA O ENDEREÇO DE F PARA T2
    lw $s0, 0($t0) #CARREGA O VALOR DE T0(QUE É O VALOR DE G)
PARA S0
    lw $s1, 0($t1) #CARREGA O VALOR DE T1(QUE É O VALOR DE H)
PARA S1
    sub $s3,$s0,$s1 #SUBTRAI O S0(G) POR S1(H) E GUARDA EM S3, OU
SEJA, S3=G-H
    sw $s3, 0($t2) #SALVA O VALOR DA SUBTRAÇÃO, QUE ESTÁ EM S3,
```

NO ENDEREÇO DE MEMÓRIA T2(F), OU SEJA, $F = G - H$

Exit:

b. $f = g + (h - 5)$;

RESPOSTA:

main:

```
    la $t0,G    #CARREGA O ENDEREÇO DE G PARA T0
    la $t1,H    #CARREGA O ENDEREÇO DE H PARA T1
    la $t2,F    #CARREGA O ENDEREÇO DE F PARA T2
    lw $s0, 0($t0) #CARREGA O VALOR DE T0(QUE É O VALOR DE G)
PARA S0
    lw $s1, 0($t1) #CARREGA O VALOR DE T1(QUE É O VALOR DE H)
PARA S1
    addi $s1, $s1, -5 #SUBTRAI 5 DO REGISTRADOR S1(H) E SALVA NO
PRÓPRIO S1(H)
    add $s3,$s0,$s1 #SOMA O S0(G) COM S1(H) E GUARDA EM S3, OU
SEJA, S3=G+H
    sw $s3, 0($t2) #SALVA O VALOR DA ADIÇÃO, QUE ESTÁ EM S3, NO
ENDEREÇO DE MEMÓRIA T2(F), OU SEJA,  $F = G + (H - 5)$ 
Exit:
```

2.1.2 [5] <2.2> Para essas instruções C, quantas instruções assembly do MIPS são necessárias a fim de executar a instrução C?

RESPOSTA:

Para a letra A, foram necessárias 7 instruções.

Para a letra B, foram necessárias 8 instruções.

2.1.3 [5] <2.2> Se as variáveis f, g, h e i possuem o valor de 1, 2, 3 e 4, respectivamente, qual é o valor final de f?

RESPOSTA:

Para a letra A, o valor final de F é: -1

Para a letra B, o valor final de F é: 0

Os problemas a seguir lidam com a tradução de MIPS para C. Suponha que as variáveis g, h, i e j sejam dadas e possam ser consideradas inteiros de 32 bits, conforme declarado em um programa C.

a. addi f, f, 4

b. add f, g, h
 add f, i, f

2.1.4 [5] <2.2> Para essas instruções MIPS, qual é a instrução C correspondente?

RESPOSTA:

A: $f = f + 4$;

B: $f = (g + h) + i$;

2.1.5 [5] <2.2> Se as variáveis f, g, h e i têm valores 1, 2, 3 e 4, respectivamente, qual é o valor final de f?

RESPOSTA:

Para a letra A, o valor final de F é: 5

Para a letra B, o valor final de F é: 9

Exercício 2.3

Os problemas a seguir lidam com a tradução de C para MIPS. Considere que as variáveis f e g sejam dadas e possam ser consideradas inteiros de 32 bits, conforme declarado em um programa C.

a. $f = -g - f;$

b. $f = g + (-f - 5);$

2.3.1 [5] <2.2> Para essas instruções C, qual é o código assembly do MIPS correspondente? Use um número mínimo de instruções assembly do MIPS.

a. $f = -g - f;$

RESPOSTA:

main:

la \$t0,G #CARREGA O ENDEREÇO DE G PARA T0

la \$t2,F #CARREGA O ENDEREÇO DE F PARA T2

lw \$s0, 0(\$t0) #CARREGA O VALOR DE T0(QUE É O VALOR DE G)

PARA S0

lw \$s2, 0(\$t2) #CARREGA O VALOR DE T2(QUE É O VALOR DE F)

PARA S2

sub \$s0,\$zero,\$s0 #TORNA O VALOR DE G NEGATIVO, OU SEJA, $0-G = -G$

sub \$s2, \$s0, \$s2 #SUBTRAI O VALOR DE G(QUE JA ESTÁ NEGATIVO) - F E SALVA EM F, OU SEJA, $F = -G - F$

sw \$s2, 0(\$t2) #SALVA O VALOR DA SUBTRAÇÃO, QUE ESTÁ EM S2, NO ENDEREÇO DE MEMÓRIA T2(F), OU SEJA, $F = -G - F$

Exit:

b. $f = g + (-f - 5);$

RESPOSTA:

main: la \$t0,G #CARREGA O ENDEREÇO DE G PARA T0

la \$t2,F #CARREGA O ENDEREÇO DE F PARA T2

lw \$s0, 0(\$t0) #CARREGA O VALOR DE T0(QUE É O VALOR DE G)

PARA S0

lw \$s2, 0(\$t2) #CARREGA O VALOR DE T2(QUE É O VALOR DE F)

PARA S2

sub \$s2,\$zero,\$s2 #TORNA O VALOR DE F NEGATIVO, OU SEJA, $0-F = -F$

addi \$s2, \$s2, -5 #SUBTRAINDO 5 DO VALOR DE F QUE JA ESTÁ NEGATIVO, E SALVANDO NO PRÓPRIO F

```
add $s2, $s0, $s2 #SOMA O VALOR DE G COM F E SALVA EM F, OU
SEJA, F= G +(-F-5)
sw $s2, 0($t2) #SALVA O VALOR DA SUBTRAÇÃO, QUE ESTÁ EM S2,
NO ENDEREÇO DE MEMÓRIA T2(F), OU SEJA, F = G +(-F-5)
Exit:
```

2.3.2 [5] <2.2> Para as instruções C anteriores, quantas instruções assembly do MIPS são necessárias a fim de executar a instrução C?

RESPOSTA:

Para a letra A, foram necessárias 7 instruções.
Para a letra B, foram necessárias 7 instruções.

2.3.3 [5] <2.2> Se as variáveis f, g, h, i e j têm valores 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente, qual é o valor final de f?

RESPOSTA:

Para a letra A, o valor final de F é: -3
Para a letra B, o valor final de F é: -4

Os problemas a seguir lidam com a tradução de MIPS para C. Suponha que as variáveis g, h, i e j sejam dadas e possam ser consideradas inteiros de 32 bits, conforme declarado em um programa C.

```
a. addi    f, f, - 4
b. add     i, g, h
    add     f, i, f
```

2.3.4 [5] <2.2> Para essas instruções MIPS, qual é a instrução C correspondente?

RESPOSTA:

A: $f = f - 4$;
B: $f = (g + h) + f$;

2.3.5 [5] <2.2> Se as variáveis f, g, h e i têm valores 1, 2, 3 e 4, respectivamente, qual é o valor final de f?

RESPOSTA:

Para a letra A, o valor final de F é: -3
Para a letra B, o valor final de F é: 6