

Aula 8: A Linguagem de Máquina: Operações Básicas

Para controlar o hardware do computador, é preciso falar a sua linguagem. As palavras da linguagem de um computador são chamadas *instruções*, e seu vocabulário é denominado **conjunto de instruções**. Você poderia pensar que as linguagens dos computadores fossem tão diversificadas quanto as dos humanos, mas, na realidade, as linguagens de computador são muito semelhantes, mais parecidas com dialetos regionais do que linguagens independentes. Logo, quando você aprender uma, será fácil entender outras.

O conjunto de instruções escolhido vem do MIPS, que é um dos típicos conjuntos de instruções criados desde a década de 1980. O MIPS é uma arquitetura baseada em registrador, ou seja, a CPU usa apenas registradores para realizar as suas operações aritméticas e lógicas. Existem outros tipos de processadores, tais como processadores baseados em pilha e processadores baseados em acumuladores.

Operações do Hardware do Computador

Todo computador precisa ser capaz de realizar aritmética. A notação em assembly do MIPS **add a, b, c**

instrui o computador a somar as duas variáveis **b** e **c** para colocar sua soma em **a**.

Essa notação é rígida no sentido de que cada instrução aritmética do MIPS realiza apenas uma operação e sempre precisa ter exatamente três variáveis. Por exemplo, suponha que queiramos colocar a soma das variáveis **b**, **c**, **d** e **e** na variável **a**. A sequência a seguir soma as quatro variáveis:

add a, b, c **# A soma $b + c$ é colocada em a**

add a, a, d **# A soma $b + c + d$ agora está em a**

add a, b, c **# A soma $b + c + d + e$ agora está em a**

Assim, são necessárias três instruções para realizar a soma de quatro variáveis. As palavras a direita só símbolo **#** são *comentários*.

O número natural de operandos para uma operação com a adição é três: os dois números sendo somados e um local para colocar a soma. Exigir que cada instrução tenha exatamente três operações, nem mais nem menos, está de acordo com a filosofia de manter o hardware simples: o hardware para um número variável de operandos é mais complicado do que o hardware para um número fixo. Essa situação ilustra o primeiro dos quatro princípios básicos de projeto de hardware:

Princípio de Projeto 1: simplicidade favorece regularidade.

Compilando duas instruções de atribuição Python no MIPS

Este segmento de um programa Python contém as cinco variáveis **a**, **b**, **c**, **d** e **e**:

a = b + c

d = a - d

A tradução de Python para as instruções em linguagem assembly do MIPS é realizado pelo compilador. Uma instrução MIPS, opera com dois operandos de origem e coloca o resultado em um operando de destino. Logo, as duas instruções simples anteriores são compiladas diretamente nessas duas instruções em assembly do MIPS:

add a, b, c

sub d, a, e

Compilando uma atribuição Python complexa no MIPS

Uma instrução um tanto complexa contém as cinco variáveis **f**, **g**, **h**, **i** e **j**:

f = (g + h) - (i + j)

Neste caso, o compilador precisa desmembrar essa instrução em várias instruções assembly, pois somente operação é realizada por instrução MIPS. A primeira instrução MIPS calcula a soma de **g** e **h**. Temos de colocar o resultado em algum lugar, de modo que o compilador crie uma variável temporária, chamada **t0**:

add t0, g, h **# Variável temporária t0 contém g + h**

Embora a próxima operação seja subtrair, precisamos calcular a soma de **i** e **j** antes de podermos subtrair. Assim, a segunda instrução coloca a soma de **i** e **j** em outra variável temporária criada pelo compilador, chamada **t1**:

add t1, i, j **# Variável temporária t1 contém i + j**

Finalmente, a instrução de subtração subtrai a segunda soma da primeira e coloca a diferença na variável **f**, completando o código compilado:

sub f, t0, t1 **# f recebe t0 - t1, que é (g + h) - (i + j)**

Exercícios

- 1) Traduza para o assembly do MIPS os códigos Python a seguir e calcule a quantidade de variáveis e quantidade de instruções necessárias em MIPS:

a) $a = (c + (g - h)) + ((k + l) - t)$

b) $p = h - b$

$$k = (a + (h - (p - g))) - ((k + l) - t)$$

c) $g = (a + b) - d$

$$d = (g - h)$$

$$e = (g - d) - (f + w) - b$$