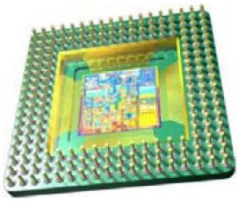
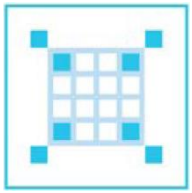


Arquitectura de Computadores

LICENCIATURA EM ENGª INFORMÁTICA
FACULDADE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA



Lab 5 – Funções e Aplicações de Operações *bitwise* em MIPS

Neste trabalho de laboratório pretende-se aprender o que são operações *bitwise*, como usá-las em MIPS e qual a sua utilidade.

1. Introdução

As operações *bitwise* são utilizadas quando precisamos realizar operações ao nível do bit em números inteiros, ou seja, trabalhar com a sua representação binária. Caso ambos os operandos sejam *strings*, essas operações irão trabalhar com o código ASCII do caracter correspondente.

2. Máscaras

Dentre as operações *bitwise* no MIPS, temos o importante conjunto das *operações lógicas*. Estas aplicam funções lógicas entre cada um dos bits correspondentes dos seus operandos (que, como sabem, são registos de 32 bits). O MIPS tem 4 instruções do tipo *R* que implementam operações lógicas:

- *and* – "e" lógico entre dois registos, bit a bit
- *or* – "ou" lógico entre dois registos, bit a bit
- *nor* – "ou" negado lógico entre dois registos, bit a bit
- *xor* – "ou" exclusivo entre dois registos, bit a bit

O MIPS tem também 3 instruções imediatas equivalentes:

- *andi* – "e" lógico entre um registo e um valor imediato, bit a bit
- *ori* – "ou" lógico entre um registo e um valor imediato, bit a bit
- *xori* – "ou" exclusivo lógico entre um registo e um valor imediato, bit a bit

Como aprendeu nas aulas teóricas, uma das aplicações destas operações é a implementação de *máscaras*, em que os bits de um registo são processados independentemente até que se obtém um resultado pretendido de transformação desse valor (por exemplo, a colocação de alguns bits a 0 ou a 1, e a manutenção dos restantes inalterados).

i) Para aplicar esta ideia num caso concreto, que exemplifica o uso de máscaras para produzir resultados condicionais eficientes, considere que pretende desenvolver um programa que declara uma tabela de inteiros chamado ***tab*** com ***n*** números. Esse programa deverá chamar uma função que devolva a quantidade

de números ímpares dessa tabela. A função deverá aceitar como parâmetros o endereço da tabela e o seu comprimento. A função deverá chamar-se *oddnumber* é deverá apenas ***recorrer a máscaras*** para determinar a paridade de cada número. ***Dica***: aproveite o facto de poder pensar em binário! Qual a propriedade fundamental de um número inteiro ímpar quando escrito em binário?

ii) Baseada na função anterior, pretendemos agora implementar uma função que transforme todos os números ímpares da tabela no número par imediatamente anterior. Tente identificar qual a operação *bitwise* que poderá utilizar para efectuar o pretendido. Na função principal imprima a tabela resultante utilizando a *Syscall* adequada.

iii) Implemente uma função que receba como parâmetro o endereço de uma *string* e que converta eventuais letras minúsculas existentes nessa *string* em letras maiúsculas. Para isso terá em primeiro lugar que verificar se cada caracter é uma letra minúscula (código entre 0x61 'a' e 0x7A 'z'). No caso de se tratar de uma letra minúscula, converta o caracter para maiúsculo, sabendo que os códigos desses caracteres irão agora variar entre 0x41 'A' e 0x5A 'Z'. Identifique a operação bitwise que terá que utilizar para fazer essa conversão. No programa principal imprima a *string* antes e depois de ser convertida (utilizando a *Syscall* apropriado).

3. Utilização da operação *bitwise* XOR para implementar um sistema simples de encriptação de texto

Uma das formas mais simples (e menos segura) de encriptar uma mensagem de texto é utilizara operação XOR de cada caracter com uma chave de encriptação fixa e conhecida quer pelo emissor, quer pelo receptor. Considere a título de exemplo o caracter 'A' que tem o código 0x41, ou 01000001 em binário. Imagine que se utilizava a seguinte chave de encriptação: 00111100 (0x3C). Utilizando a operação XOR o resultado da encriptação seria o seguinte:

```
      01000001
xor   00111100
      01111101 (0x7D que representa o caracter '}' )
```

O caracter 'A' seria transformado no caracter '}'. Para desencriptar, bastará aplicar de novo a operação XOR com a mesma chave de encriptação:

```
      01111101
xor   00111100
      01000001 (0x41 que representa o caracter 'A' )
```

Faça um programa que permita encriptar e desencriptar uma frase introduzida pelo utilizador. Para isso implemente em *assembly* uma função `codificaString` que receba como parâmetro uma *string* e uma chave de encriptação (um caracter) e que permita encriptar/desencriptar a *string*. Para testar a sua implementação, no programa principal, utilizando a função *read_string* do Syscall, peça ao utilizador para introduzir uma frase e um caracter. Depois chame a função que desenvolveu para encriptar e uma segunda vez para desencriptar. Após cada chamada da função imprima a *string* no ecrã para verificar o resultado obtido.

4. Instruções de deslocamento

Usando o que aprendeu sobre as instruções de deslocamento nas aulas teóricas, programe uma função *Polycalc* em *Assembly* que implemente a seguinte função *da forma mais eficiente* (sem recorrer à instrução de divisão):

$$f = \sum_{i=0}^{5} \frac{x_i}{2^i}$$

Os parâmetros x_0 a x_5 são lidos de uma tabela armazenada em memória que é passada como parâmetro de entrada para a função em *Assembly*. No programa principal deverá incluir a declaração da tabela e imprimir no ecrã o valor devolvido pela função em *assembly*.

Exemplo: se a tabela de entrada for:

Tab: .word 10,24,32,40,64,128

Então o resultado da função deverá ser 43.