

## Estrutura do tema ISC

1. Representação de informação num computador
2. Organização e estrutura interna dum computador
3. Execução de programas num computador
4. O processador e a memória num computador
5. Da comunicação de dados às redes
6. Evolução da tecnologia e da eficiência

## Componentes (físicos) a analisar:

- a unidade de processamento / o processador:
  - o nível ISA (*Instruction Set Architecture*):
    - tipos e formatos de instruções, acesso a operandos, ...
  - CISC versus RISC
  - paralelismo no processador: *pipeline*, super-escalaridade, ...
  - paralelismo fora do processador: *on-chip* e *off-chip*
- a hierarquia de memória:
  - cache*, memória virtual, ...
- periféricos:
  - interfaces humano-computador (HCI)
  - arquivo de informação
  - comunicações (no tema 5...)

## O processador: análise do nível ISA (*Instruction Set Architecture*) (1)

## O processador: análise do nível ISA (*Instruction Set Architecture*) (2)

### Ex. de código C

```
int sum(int x, int y)
{
    int t = x+y;
    return t;
}
```

### Mesmo código em assembly

```
_sum:
    pushl   %ebp
    movl    %esp, %ebp
    movl    12(%ebp), %eax
    addl    8(%ebp), %eax
    movl    %ebp, %esp
    popl    %ebp
    ret
```

- operações num processador?
- como aceder a operandos?
- registos visíveis ao programador?
- tipos de instruções presentes num processador?
- formatos de instruções em linguagem máquina?
- instruções de *input/output* ?
- escalares multi-byte em memória?

## Operações lógicas/aritméticas num processador

- operações mais comuns:
  - lógicas: *not*, *and*, *or*, *xor*, ...
  - aritméticas: *inc/dec*, *neg*, *add*, *sub*, *mul*, ...
- nº de operandos em cada operação
  - 3-operandos (RISC, ...)
  - 2-operandos (IA-32, ...)
  - 1-operando (microcontroladores, ...)
  - 0-operandos (*stack-machine*, ...)
- localização dos operandos
  - variáveis escalares (registos...)
  - variáveis estruturadas (memória...)

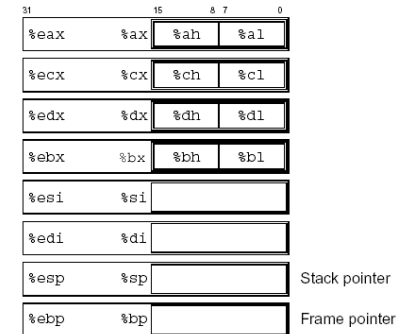
## Modos de aceder a operandos

- em arquiteturas RISC
  - em operações aritméticas/lógicas: operandos sempre em registo
  - em *load/store*: 1 ou 2 modos de especificar o endereço de memória
- exemplo: IA-32 (*Intel Architecture 32-bits*)

Type	Form	Operand value	Name
Immediate	$\$Imm$	$Imm$	Immediate
Register	$E_a$	$R[E_a]$	Register
Memory	$Imm$	$M[Imm]$	Absolute
Memory	$(E_a)$	$M[R[E_a]]$	Indirect
Memory	$Imm (E_b)$	$M[Imm + R[E_b]]$	Base + displacement
Memory	$(E_b, E_i)$	$M[R[E_b] + R[E_i]]$	Indexed
Memory	$Imm (E_b, E_i)$	$M[Imm + R[E_b] + R[E_i]]$	Indexed
Memory	$(, E_i, s)$	$M[R[E_i] \cdot s]$	Scaled indexed
Memory	$Imm (, E_i, s)$	$M[Imm + R[E_i] \cdot s]$	Scaled Indexed
Memory	$(E_b, E_i, s)$	$M[R[E_b] + R[E_i] \cdot s]$	Scaled indexed
Memory	$Imm (E_b, E_i, s)$	$M[Imm + R[E_b] + R[E_i] \cdot s]$	Scaled indexed

## Registos visíveis ao programador (inteiros)

- em arquiteturas RISC: 32 registos genéricos...
- no IA-32:



## Tipos de instruções presentes num processador

- transferência de informação
  - de/para registos/memória, ...
- operações aritméticas e lógicas
  - soma, subtração, multiplicação, divisão, ...
  - AND, OR, NOT, XOR, comparação, ...
  - deslocamento de bits, ...
- controlo do fluxo de execução
  - para apoio a estruturas de controlo
  - para apoio à invocação de procedimentos/funções
- outras...

## Ex: instruções de transferência de info no IA-32

```

mov    S, D    D ← S                Move (byte,word,long_word)
movzbl S, D    D ← ZeroExtend(S)    Move Byte-Long Zero-Extended
movsbl S, D    D ← SignExtend(S)    Move Byte-Long Sign-Extended

push  S        %esp ← %esp - 4; Mem[%esp] ← S    Push
pop   D        D ← Mem[%esp]; %esp ← %esp + 4    Pop

lea   S, D    D ← &S                Load Effective Address / Pointer
    
```

**D** – destino: [Reg | Mem]                      **S** – source, fonte: [Imm | Reg | Mem]

**D** e **S** não podem ser ambos operandos em memória no IA-32

Ex: instruções aritméticas/lógicas no IA-32

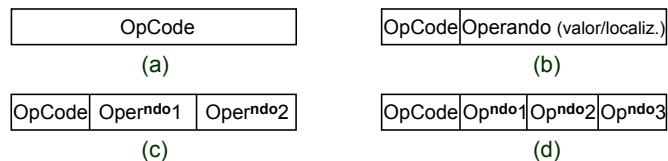
inc	D	$D \leftarrow D + 1$	Increment
dec	D	$D \leftarrow D - 1$	Decrement
neg	D	$D \leftarrow -D$	Negate
not	D	$D \leftarrow \sim D$	Complement
add	S, D	$D \leftarrow D + S$	Add
sub	S, D	$D \leftarrow D - S$	Subtract
imul	S, D	$D \leftarrow D * S$	32 bit Multiply
and	S, D	$D \leftarrow D \& S$	And
or	S, D	$D \leftarrow D   S$	Or
xor	S, D	$D \leftarrow D \wedge S$	Exclusive-Or
shl	k, D	$D \leftarrow D \ll k$	Left Shift
sar	k, D	$D \leftarrow D \gg k$	Arithmetic Right Shift
shr	k, D	$D \leftarrow D \gg k$	Logical Right Shift

Ex: instruções de controlo de fluxo no IA-32

jmp	Label	$\%eip \leftarrow \text{Label}$	Unconditional jump
je	Label		Jump if Zero/Equal
js	Label		Jump if Negative
jg	Label		Jump if Greater (signed >)
jge	Label		Jump if Greater or equal (signed >=)
ja	Label		Jump if Above (unsigned >)
call	Label	pushl $\%eip$ ; $\%eip \leftarrow \text{Label}$	Procedure call
ret		popl $\%eip$	Procedure return

Formatos de instruções em linguagem máquina

– campos numa instrução

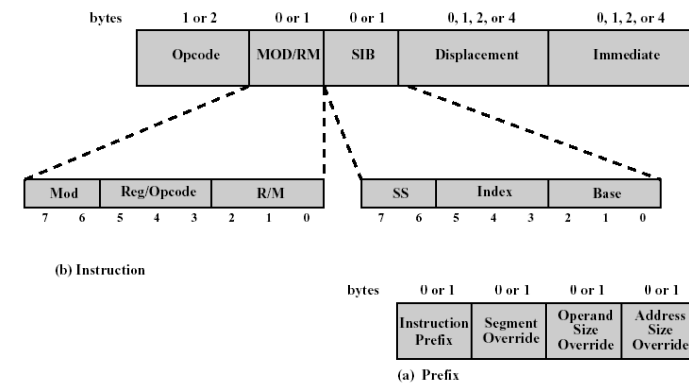


– comprimento das instruções

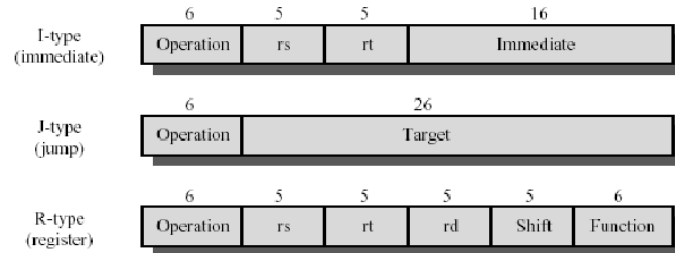
- variável (prós e contras; IA-32...)
- fixo (prós e contras; RISC...)

– exemplos de formatos de instruções

Formatos de instruções no IA-32



## Formatos de instruções no MIPS (RISC)



## Instruções de *input/output*

- finalidade
  - escrita de comandos
  - leitura de estado
  - escrita/leitura de dados
- específicas (requer sinais de controlo no *bus...*) ; OU
- idênticas ao acesso à memória
  - » *memory mapped I/O*

## Escalares multi-byte em memória (como ordená-los)

- *little-endian*
- *big-endian*