Estrutura do tema ISA do IA-32

1. Desenvolvimento de programas no IA-32 em Linux
2. Acesso a operandos e operações
3. Suporte a estruturas de controlo
4. Suporte à invocação/regresso de funções
5. Análise comparativa: IA-32 (CISC) e MIPS (RISC)
6. Acesso e manipulação de dados estruturados

RISC *versus* IA-32 :

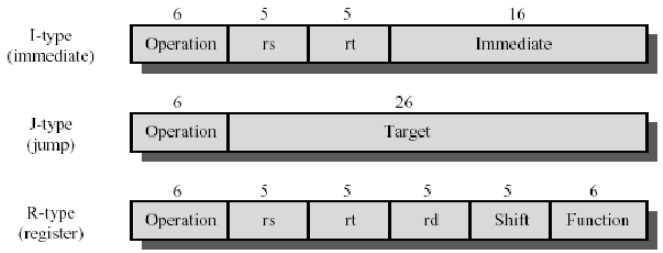
- RISC: conjunto reduzido e simples de instruções
  - pouco mais que o *subset* do IA-32 já apresentado...
  - instruções simples, mas eficientes
- operações aritméticas e lógicas:
  - 3-operandos (RISC) *versus* 2-operandos (IA-32)
  - RISC: operandos sempre em registos,
    32 registos genéricos visíveis ao programador,
    sendo normalmente
    - 1 reg apenas de leitura, com o valor 0
    - 1 reg usado para guardar o endereço de regresso da função
    - 1 reg usado como *stack pointer* (convenção do *s/w*)
- . . .

RISC *versus* IA-32 (cont.):

- RISC: modos simples de endereçamento à memória
  - apenas 1 modo de especificar o endereço:
    `Mem[Cte+(Regb)]` ou `Mem[(Regb)+(Regi)]`
  - 2 ou 3 modos de especificar o endereço:
    `Mem[Cte+(Regb)]` e/ou
    `Mem[(Regb)+(Regi)]` e/ou
    `Mem[Cte+(Regb)+(Regi)]`
- RISC: uma operação elementar por ciclo máquina
  - por ex. `push/pop` (IA-32)
    substituído pelo par de instruções
    `sub&store/load&add` (RISC)
- . . .

RISC *versus* IA-32 (cont.):

- RISC: formatos simples de instruções
  - comprimento fixo e poucas variações
  - ex.:MIPS



Principal diferença na implementação de funções:

- na organização dos registos
  - IA-32: poucos registos genéricos =>
    variáveis e argumentos normalmente na *stack*
  - RISC: 32 registos genéricos =>
    registos para variáveis locais, &
    registos para passagem de argumentos &
    registo para endereço de regresso
- consequências:
  - menor utilização da *stack* nas arquitecturas RISC
  - RISC potencialmente mais eficiente

Análise de um exemplo (`swap`) ...


```
void swap(int *xp, int *yp)
{
  int t0 = *xp;
  int t1 = *yp;
  *xp = t1;
  *yp = t0;
}
```

```
_swap:
  pushl %ebp
  movl  %esp, %ebp
  pushl %ebx

  movl  12(%ebp), %ecx
  movl  8(%ebp),  %edx
  movl  (%ecx),   %eax
  movl  (%edx),   %ebx
  movl  %eax, (%edx)
  movl  %ebx, (%ecx)

  movl  -4(%ebp), %ebx
  movl  %ebp, %esp
  popl  %ebp
  ret
```

```
void call_swap()
{
int zip1 = 15213;
int zip2 = 91125;
  swap(&zip1, &zip2);
}
```

```
_call_swap:
  pushl %ebp
  movl  %esp, %ebp
  subl  $24,  %esp

  movl  $15213, -4(%ebp)
  movl  $91125, -8(%ebp)
  leal  -4(%ebp), %eax
  movl  %eax,   (%esp)
  leal  -8(%ebp), %eax
  movl  %eax,   4(%esp)
  call  _swap

  movl  %ebp, %esp
  popl  %ebp
  ret
```


IA-32

```
_swap:
     pushl   %ebp
     movl    %esp, %ebp
     pushl   %ebx

     movl    8(%ebp), %edx
     movl    12(%ebp), %ecx
     movl    (%edx), %ebx
     movl    (%ecx), %eax
     movl    %eax, (%edx)
     movl    %ebx, (%ecx)

     popl    %ebx
     popl    %ebp
     ret
_call_swap:
     pushl   %ebp
     movl    %esp, %ebp
     subl    $24, %esp

     movl    $15213, -4(%ebp)
     movl    $91125, -8(%ebp)
     leal    -4(%ebp), %eax
     movl    %eax, (%esp)
     leal    -8(%ebp), %eax
     movl    %eax, 4(%esp)
     call    _swap

     movl    %ebp, %esp
     popl    %ebp
     ret
```

Total: 63 *bytes*

MIPS

```
swap:
   lw    $v1,0($a0)
   lw    $v0,0($a1)
   sw    $v0,0($a0)
   sw    $v1,0($a1)

   j     $ra

call_swap:

   subu  $sp,$sp,32
   sw    $ra,24($sp)

   li    $v0,15213
   sw    $v0,16($sp)
   li    $v0, 0x10000
   ori   $v0,$v0,0x63f5
   sw    $v0,20($sp)
   addu  $a0,$sp,16      # &zip1= sp+16
   addu  $a1,$sp,20      # &zip2= sp+20
   jal   swap

   lw    $ra,24($sp)
   addu  $sp,$sp,32
   j     $ra
```

Total: 68 *bytes*

`call_swap`

1. Invocar `swap`
- salvaguardar registos
- passagem de argumentos
- chamar rotina e guardar endereço de regresso

IA-32

```
                          Não há reg para salvag.
leal   -4(%ebp),%eax      Calcula &zip2
pushl  %eax               Push &zip2
leal   -8(%ebp),%eax      Calcula &zip1
pushl  %eax               Push &zip1
call   swap               Invoca swap
```

Acessos à *stack*

MIPS

```
sw    $ra,24($sp)     Salvag. reg c/ ender. regresso
addu  $a0,$sp,16      Carrega no reg &zip1
addu  $a1,$sp,20      Carrega no reg &zip2
jal   swap            Invoca swap
```

swap

1. Inicializar `swap`
- atualizar *frame pointer*
- salvaguardar registos
- reservar espaço p/ locais

IA-32

```
swap:
  pushl %ebp          Salvag. antigo %ebp
  movl  %esp,%ebp     %ebp novo frame pointer
  pushl %ebx          Salvag. %ebx
                      Não é preciso espaço p/ locais
```

Acessos à *stack*

MIPS

Frame pointer p/ actualizar:	*NÃO*
Registos p/ salvaguardar:	*NÃO*
Espaço p/ locais:	*NÃO*

swap

2. Corpo de `swap` ...

IA-32

```
movl   12(%ebp),%ecx    Get yp
movl   8(%ebp),%edx     Get xp
movl   (%ecx),%eax      Get y
movl   (%edx),%ebx      Get x
movl   %eax,(%edx)      Armazena y em *xp
movl   %ebx,(%ecx)      Armazena x em *yp
```

Acessos à memória **(todas...)**

MIPS

```
lw   $v1,0($a0)     Get x
lw   $v0,0($a1)     Get y
sw   $v0,0($a0)     Armazena y em *xp
sw   $v1,0($a1)     Armazena x em *yp
```


swap

3. Término de `swap` ...
- libertar espaço de var locais
- recuperar registos
- recuperar antigo *frame pointer*
- regressar a `call_swap`

IA-32

```
                    Não há espaço a libertar
popl %ebx           Recupera %ebx
movl %ebp,%esp      Recupera %esp
popl %ebp           Recupera %ebp
ret                 Regressa à função chamadora
```

Acessos à *stack*

MIPS

	Espaço a libertar de var locais: NÃO
	Recuperação de registos: NÃO
	Recuperação do `frame ptr`: NÃO
`j $ra`	*Regressa à função chamadora*

`call_swap`

2. Terminar invocação de `swap` . . .
- libertar espaço de argumentos na *stack*...
- recuperar registos

IA-32

```
addl $8,(%esp)      Atualiza stack pointer
                    Não há reg's a recuperar
```

Acessos à *stack*

MIPS

```
                    Espaço a libertar na stack: NÃO
lw   $ra,24($sp)    Recupera reg c/ ender regresso
```

Total de acessos à *stack*: 14 no IA-32, 6 no MIPS !