Architettura dei Calcolatori e Sistemi Operativi
MIPS – Linguaggio Assembly

Chair

Politecnico di Milano

Prof. C. Brandolese

e-mail: carlo.brandolese@polimi.it
phone: +39 02 2399 3492
web: home.dei.polimi.it/brandole

Teaching Assistant

A. Canidio

e-mail: andrea.canidio@mail.polimi.it
material: github.com/acanidio/polimi_cr_acso_2018

Outline

- **Linguaggio Assembly MIPS**
  - Simulatore MARS
  - Struttura di programma
  - Dichiarazione di dati
  - Registri
  - Istruzioni
    - Instruzioni standard
    - Pseudoistruzioni standard
    - Pseudoistruzioni estese
  - Traduzione di costrutti
    - IF
    - IF - ELSE
    - WHILE
    - DO… WHILE
    - FOR
  - Chiamata a funzione
    - Salvataggio di contesto

Simulatore MARS

- **Il simulatore MARS**
  - IDE per il linguaggio assembly MIPS
  - Implementato in Java (quindi richiede una JRE)
  - Sviluppato da Missouri State University
  - Scaricabile da: http://courses.missouristate.edu/kenvollmar/mars/

- **Caratteristiche**
  - Interfaccia grafica e editor integrato
  - Registri e memoria editabili
  - Visualizza valori in decimale ed esadecimale
  - Esecuzione passo-passo

Struttura di un programma

- File testuali con dichiarazione di dati, istruzioni (estensione .asm per MARS)
- Sezione di dichiarazione dati seguita dalla sezione istruzioni

- **Dichiarazione dati (.data, 0x10010000)**
  - Posizionata in una sezione identificata dalla direttiva `.data`
  - Dichiara i nomi delle variabili usate dal programma
  - Allocare in memoria centrale (RAM)

- **Codice (.text, 0x00400000)**
  - Posizionate in una sezione identificata dalla direttiva `.text`
  - Contiene le istruzioni del programma
  - Inizio identificato dall'etichetta `main`
  - Fine dovrebbe utilizzare una exit system call

- **Commenti**
  - Tutto cio' che è seguito da un #

```
# questo è considerato un commento
```

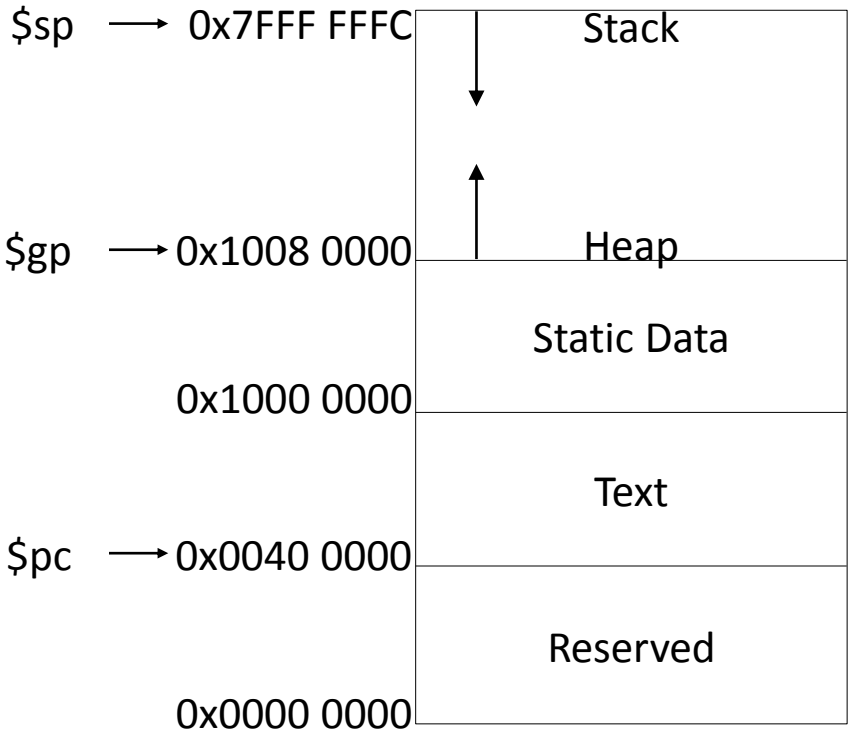
Template di un programma

```
#-------------------------------------------------------------
# Program    :
# Written by :
# Date       :
# Description:
#-------------------------------------------------------------

# DATA Segment
        .data

# CODE Segment
        .text
main:                               # First instruction of the main file


         li $v0,10
main_:   syscall
```

Memoria di un programma

- **Architettura MIPS a 32 bit**
  - Memoria indirizzabile → 4 GB

- **Struttura della memoria**
  - Ogni segmento viene allocato in una posizione di memoria predeterminata



Dichiarazione di dati

- **Il formato per la dichiarazione di dati è:**

```
nome:          tipo_dato          valore(i)
```

- **I tipi di dato principali sono:**

- `.word` memorizza il dato in 32 bit (4 bytes)
- `.space` specifica il numero di bytes da utilizzare
- `.asciiz` memorizza la stringa e aggiunge il terminatore di stringa (‘\0’)
- `.float` memorizza il dato come numero a precisione singola (32 bit)
- `.double` memorizza il dato come numero a precisione doppia (64 bit)
- `.byte` memorizza il dato come singolo byte (8 bit)

```
var1:    .word    3          # crea una singola variabile intera con valore
                             # iniziale 3

array1:  .byte    'a','b'    # crea un array di caratteri da due elementi
                             # inizializzato ad a e b

array2:  .space   40         # alloca 40 bytes consecutive, senza initializzare
                             # lo spazio, che può essere usato come array di
                             # caratteri ma anche come array di interi. E'
                             # consigliato commentare specificando cosa si
                             # dovrebbe memorizzare!
```

Istruzioni

- **Le istruzioni supportate da MARS possono essere divise in tre diverse categorie:**
  - *Istruzioni standard* — istruzioni nativamente supportate dall'architettura MIPS
  - *Pseudoistruzioni standard* — istruzioni non supportate nativamente dall'architettura, ma che fanno parte dello standard
  - *Pseudoistruzioni estese* — istruzioni non supportate nativamente dall'architettura, definite dal simulatore come utilità

Pseudoistruzioni standard

- Nella tabella qui sotto, la lista delle pseudoistruzioni standard MIPS

Pseudo instruction	
bge	rx,ry,imm
bgt	rx,ry,imm
ble	rx,ry,imm
blt	rx,ry,imm
la	rx,label
li	rx,imm
move	rx,ry
nop	

Traduzione - IF

Linguaggio C

```
A
if( cond ) {
      B
}
C
```

Assembly MIPS

```
        τ(A)
        τ(cond)
        BEQ   cond, zero, end
        τ(B)
end:    τ(C)
```

Traduzione – IF … ELSE

Linguaggio C

```
A
if( cond ) {
      B
}
else {
      C
}
D
```

Assembly MIPS

```
      τ(A)
      τ(cond)
      BEQ cond, zero, else
      τ(B)
      B   end
else: τ(C)
end:  τ(D)
```

Traduzione – WHILE

Linguaggio C

```
A
while( cond ) {
      B
}
C
```

Assembly MIPS

```
      τ(A)
cond: τ(cond)
      BEQ   cond, zero, end
      τ(B)
      B     cond
end:  τ(C)
```

Traduzione – DO… WHILE

Linguaggio C

```
A
do {
      B
} while( cond );
C
```

Assembly MIPS

```
        τ(A)
do:     τ(B)
        τ(cond)
        BNE   cond, zero, do
end:    τ(C)
```

Traduzione – FOR

Linguaggio C

```
A
for( init; cond; inc ){
      B
}
C
```

Assembly MIPS

```
        τ(A)
init:   τ(init)
cond:   τ(cond)
        BEQ   cond, zero, end
        τ(B)
inc:    τ(inc)
        B     cond
end:    τ(C)
```

Chiamata a funzione

- **Esistono delle strutture hardware a supporto delle chiamate a funzione**
  - JAL Istruzione per fare il salto a funzione
  - JR Istruzione per saltare all'indirizzo contenuto in un indirizzo
  - $ra Registro contenente il return address
  - $a0 - $a3 Registri argomento
  - $v0 - $v1 Registri di ritorno

Salvataggio di contesto

- **Durante la chiamata a funzione può rendersi necessario salvare alcuni registri (contesto) per far si che il chiamante continui a funzionare correttamente**