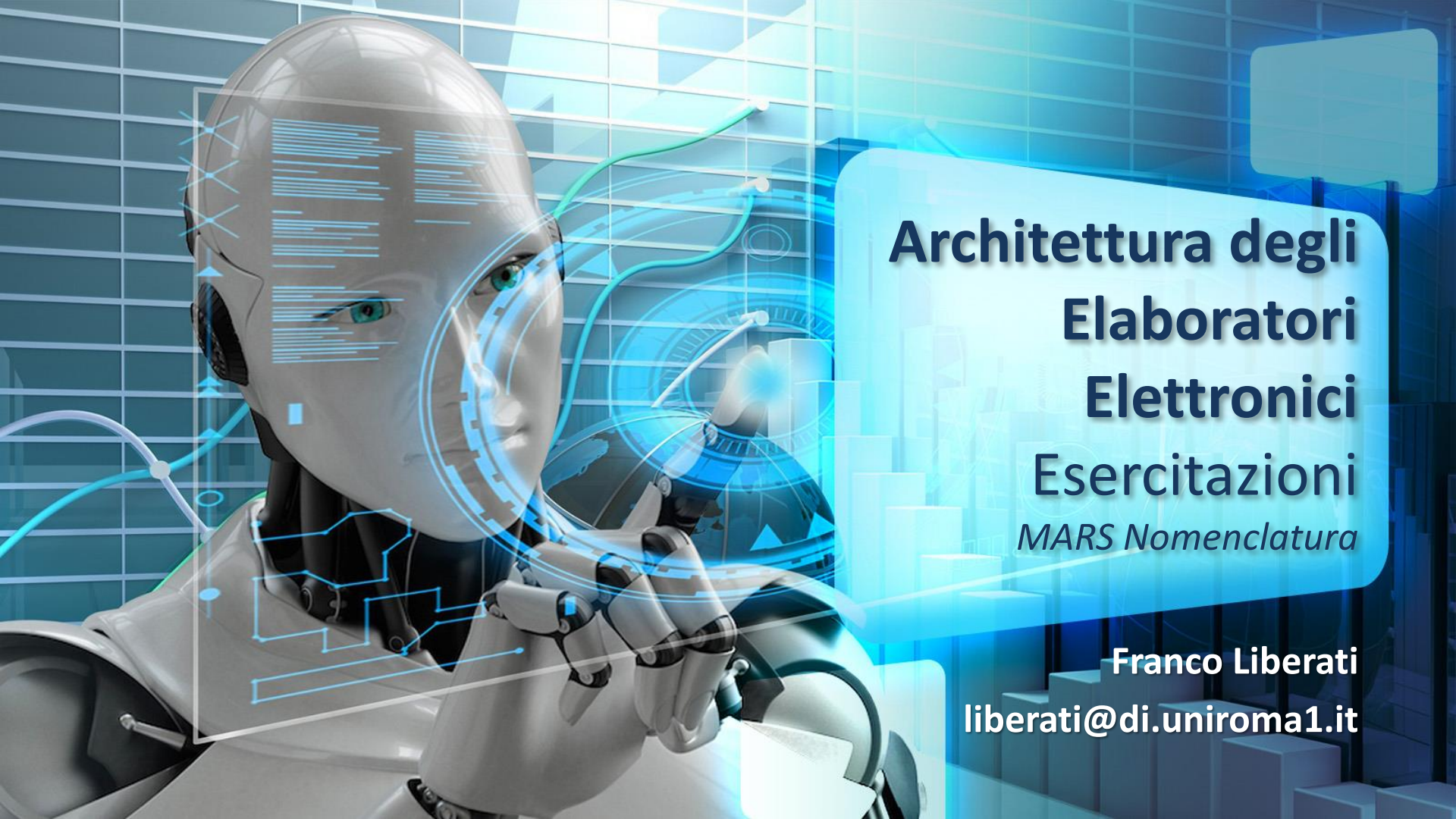


Architettura degli Elaboratori Elettronici

Esercitazioni

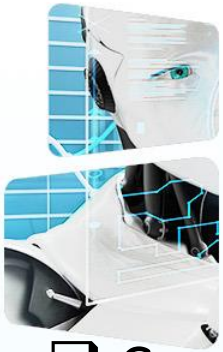
MARS Nomenclatura

Franco Liberati

liberati@di.uniroma1.it

MARS

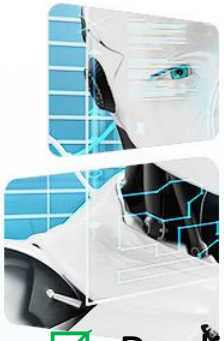
Linguaggio assemblativo



MARS

Introduzione

- Compito principale di un linguaggio assemblativo è quello di consentire una **programmazione immediata**
- Un **linguaggio assemblativo** (tra cui il MARS):
  - Utilizza di **parole mnemoniche** per identificare le istruzioni del linguaggio macchina
  - Aumento del numero di istruzioni disponibili per il programmatore attraverso l'uso di **pseudoistruzioni**
  - Possibilità di definire **macro** (gruppo di istruzioni)
  - Possibilità di definire **etichette** (al posto di indirizzi)
  - Possibilità di aggiungere **commenti**



MARS

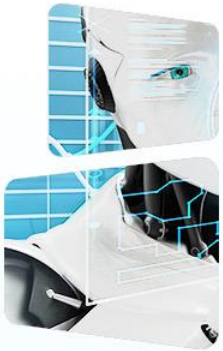
Vantaggi e svantaggi

- ☑ Realizzare sistemi real time
- ☑ Ottimizzare sezioni critiche dal punto di vista della performance di un programma
- ☑ Utilizzare istruzioni particolari del processore altrimenti non utilizzate dai compilatori (ad es., istruzioni MMX)
- ☑ Sviluppare il kernel di un sistema operativo, che necessita di istruzioni particolari per gestire la protezione della memoria
- ☑ Eliminare vincoli dettati dall'espressività dei costrutti di un linguaggio ad alto livello
- ☑ Utilizzare le astrazioni dei linguaggi ad alto livello

- ☒ Complesso
- ☒ Specificare tutti i dettagli implementativi
- ☒ Scarsa leggibilità del codice
- ☒ Scarsa gestione del codice
- ☒ Programmatore è supervisore e supergestore
- ☒ Scarsa produttività
- ☒ Non portabilità del codice
- ☒ Massima efficienza dei compilatori

MIPS

Nomenclatura

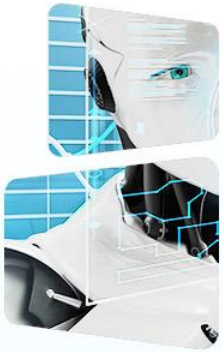


MARS

Direttive

- Le **direttive** forniscono informazioni addizionali utili all'assemblatore per gestire l'organizzazione del codice

- Sono identificatori (etichette che iniziano per un carattere alfabetico e sono seguiti da caratteri alfanumerici e il simbolo _) che iniziano con un punto



MARS

Direttive

- Esempi di **direttive per il MARS** sono :

  .text

  indica che le linee successive contengono istruzioni

  .data

  indica che le linee successive contengono dati

  .end

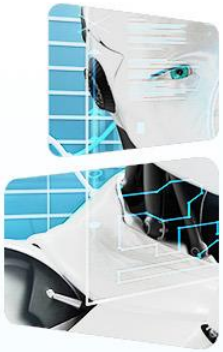
  indica la fine del programma

  .globl

  indica funzioni, variabili globali (accessibili da diversi moduli)

  .macro

  definisce una macro (un insieme di istruzioni sono descritte da una etichetta)

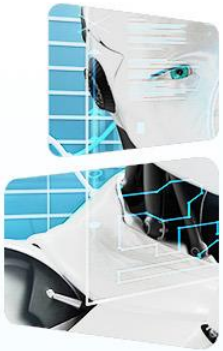


MARS

Direttive - esempio

```
.text
.globl main
main:
        lw $a0, Size
        li $a1, 0
        li $a2, 0
        li $t2, 4
loop:
        mul $t1, $a1, $t2
        lw $a3, Array($t1)
        add $a2, $a2, $a3
        add $a1, $a1, 1
        beq $a1, $a0, store
        j loop
store:
        sw $a2, Result
.end
```

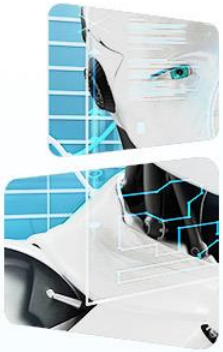
```
.data
Array:  .word 1, 2, 3, 4, 5
Size:   .word 4
Result: .word 0
```



MARS

Direttive – Tipi di dati

- Il MARS gestisce 4 tipi di dati:
  - **interi** con lunghezza ad otto bit (*byte*); a sedici bit (*half*); e a 32bit (*word*);
  - **reali** in singola precisione a 32bit (*float*) e in doppia precisione a 64bit (*double*)
  - **stringhe** con terminatore (*asciiz*) e senza terminatore (*ascii*)
  - **spazi di memoria allocabili** (*space*)

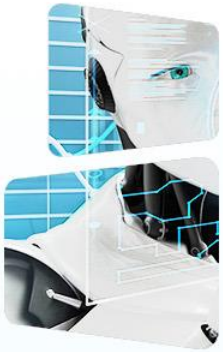


MARS

Direttive – Tipi di dati: definizione

- Definizione dei tipi del MARS:

.byte b1 , …, bn	*Alloca n quantità a 8 bit (byte) successivi in memoria*
.half h1, …, hn	*Alloca n quantità a 16 bit (halfword) successive in memoria*
.word w1, …, wn	*Alloca n quantità a 32 bit (word) successive in memoria*
.float f1, …, fn	*Alloca n valori a singola precisione (floating point) in locazioni successive di memoria*
.double d1, …, dn	*Alloca n valori a doppia precisione (double point) in locazioni successive di memoria*
.asciiz str	*Alloca la stringa str in memoria, terminata con il valore 0*
.space n	*Alloca n byte, senza inizializzazione*

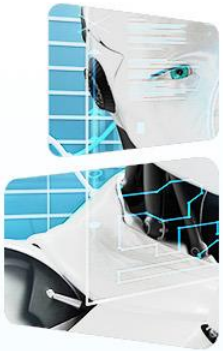


MARS

Direttive – Tipi di dati: esempi

- L'impiego degli operandi con diversi tipi avviene come nel seguente esempio:

```
.data
        Val8bit: .byte 127
        Val16bit: .half -33000
        Val32bit: .word 5678
        Array32bit : .word 1000202, 52462, 3876865
        Stringa: .asciiz "Ciao a tutti"
        Vettore10byteliberi: .space 10
```



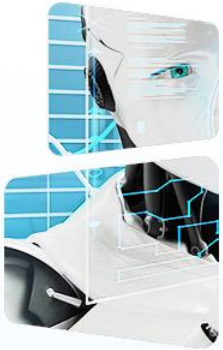
MARS

Etichette

- Una **etichetta** (specificata da un identificatore ovvero una stringa alfanumerica che inizia per un carattere alfabetico) individua un punto del programma in cui si trova, cioè un indirizzo

- Una etichetta consiste in un identificatore seguito dal simbolo due punti {A,…,Z,a…,z} {A,…Z,a,…,z,0,…,9}* {:}

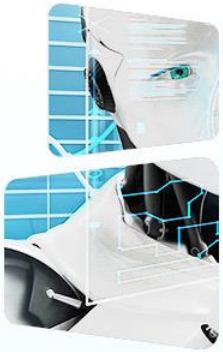
Esempio: main:, loop:, store:, Size:, Array:, Result:, …



MARS

Etichette

- L’etichetta può avere una **visibilità locale** o una **visibilità globale**
- Le etichette sono locali; l’uso della direttiva **.globl** rende un’etichetta globale
- Una etichetta locale può essere referenziata solo dall’interno del file in cui è definita; una etichetta globale può essere referenziata anche da file diversi da quello in cui è definita (*etichette globali*)

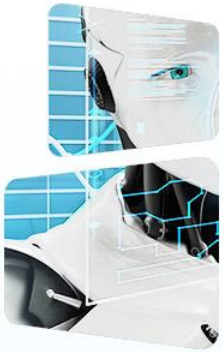


MARS

Etichette - esempio

```
.text
.globl main
main:
        lw $a0, Size
        li $a1, 0
        li $a2, 0
        li $t2, 4
loop:
        mul $t1, $a1, $t2
        lw $a3, Array($t1)
        add $a2, $a2, $a3
        add $a1, $a1, 1
        beq $a1, $a0, store
        j loop
store:
        sw $a2, Result
.end
```

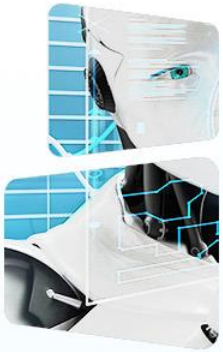
```
.data
Array:  .word 1, 2, 3, 4, 5
Size:     .word 4
Result: .word 0
```



MARS

Etichetta come indirizzo di operando

- Una etichetta individua anche una locazione di memoria nella quale sono stipati gli operandi

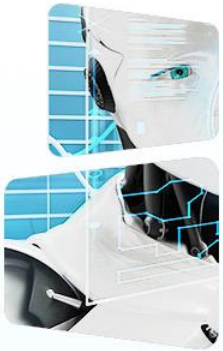


MARS

Etichetta come indirizzo di operando

```
.text
.globl main
main:
        lw $a0, Size
        li $a1, 0
        li $a2, 0
        li $t2, 4
loop:
        mul $t1, $a1, $t2
        lw $a3, Array($t1)
        add $a2, $a2, $a3
        add $a1, $a1, 1
        beq $a1, $a0, store
        j loop
store:
        sw $a2, Result
.end
```

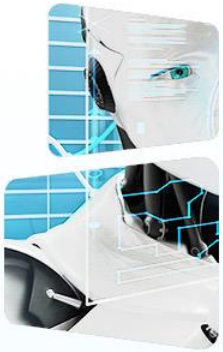
```
.data
Array:  .word 1, 2, 3, 4, 5
Size:   .word 4
Result: .word 0
```



MARS

Registri

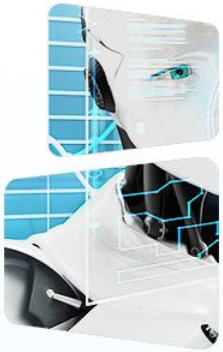
- I registri contengono dati o indirizzi e sono suddivisi in
  - **registri generali**: possono essere utilizzati in qualunque istruzione, a scelta del programmatore (sebbene esistano delle convenzioni)
  - **registri speciali**: hanno istruzioni dedicate per essere utilizzati
    - Esistono istruzioni speciali per gestire i registri speciali:
      - Istruzioni “Branch” e “Jump” per il PC
      - Istruzioni mthi, mtlo, mfhi, mflo per LO ed HI



MARS

Registri nel MARS

Nome reale	Alias	Significato
$0	$zero	Valore fisso a 0
$1	$at	Riservato
$2-$3	$v0-$v1	Risultati di una funzione
$4-$7	$a0-$a3	Argomenti di una funzione
$8-$15	$t0-$t7	Temporanei (non preservati fra chiamate di funzioni)
$16-$23	$s0-$s7	Temporanei (preservati fra le chiamate di funzioni)
$24-$25	$t8-$t9	Temporanei (non preservati fra chiamate di funzioni)
$26-$27	$k0-$k1	Riservate per OS kernel
$28	$gp	Pointer to global area
$29	$sp	Stack pointer
$30	$fp	Frame pointer
$31	$ra	Return address

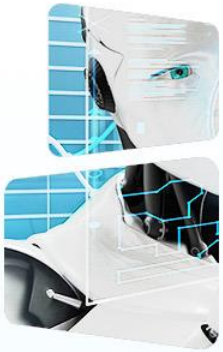


MARS

Registri generali

- I **registri speciali**: hanno istruzioni dedicate per essere utilizzati

Registro Speciale	Significato
PC	*Program counter*
HI	*Risultato di una moltiplicazione, parte più significativa*
LO	*Risultato di una moltiplicazione, parte meno significativa*
SP	*Stack Pointer*
RA	*Indirizzo di ritorno (usato per memorizzare il valore del PC dopo la chiamata di sub-routine)*

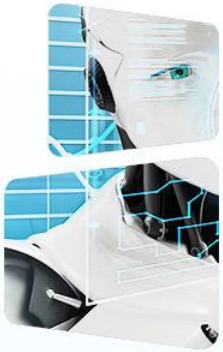


MARS

Registri

```
.text
.globl main
main:
        lw $a0, Size
        li $a1, 0
        li $a2, 0
        li $t2, 4
loop:
        mul $t1, $a1, $t2
        lw $a3, Array($t1)
        add $a2, $a2, $a3
        add $a1, $a1, 1
        beq $a1, $a0, store
        j loop
store:
        sw $a2, Result
.end
```

```
.data
Array:  .word 1, 2, 3, 4, 5
Size:     .word 4
Result: .word 0
```



MARS

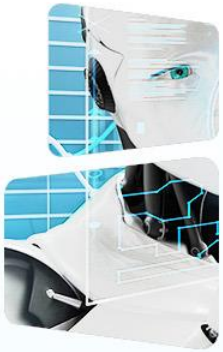
Istruzioni

- Una **istruzione** inizia con una parola riservata (keyword) che corrisponde all'OPCODE e continua a seconda della sua sintassi

  Esempio:

  bne reg1, reg2, address *(branch if not equal)*

- Ad ogni istruzione del linguaggio macchina MIPS **corrisponde una** istruzione del linguaggio assembly

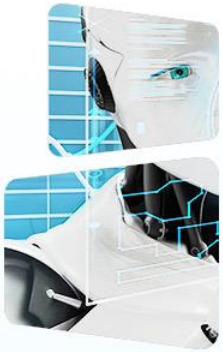


MARS

Istruzioni

```
.text
.globl main
main:
        lw $a0, Size
        li $a1, 0
        li $a2, 0
        li $t2, 4
loop:
        mul $t1, $a1, $t2
        lw $a3, Array($t1)
        add $a2, $a2, $a3
        add $a1, $a1, 1
        beq $a1, $a0, store
        j loop
store:
        sw $a2, Result
.end
```

```
.data
Array:  .word 1, 2, 3, 4, 5
Size:     .word 4
Result: .word 0
```



MARS

Pseudo- Istruzioni

- Una **pseudoistruzione** è una istruzione fornita dall'assemblatore ma non direttamente implementata

  Esempio:

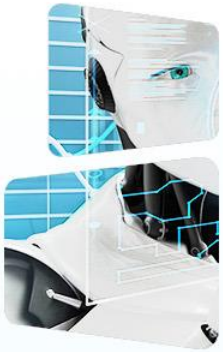
  blt reg1, reg2, address *(branch if less than)*

  diventa:

  slt $at, reg1, reg2 *(set less than)*

  bne $at, $zero, address *(branch if not equal)*

- In pratica una **pseudo-istruzione consta di due o più istruzioni**



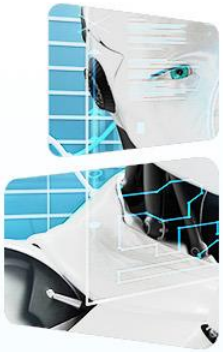
MARS

Commenti

- I **commenti** sono utili per comprendere i singoli passi o l'intero programma *(furono un punto di svolta per la programmazione)*
- I commenti non sono inclusi nel modulo oggetto

- Sintassi:

```
#Commento
```

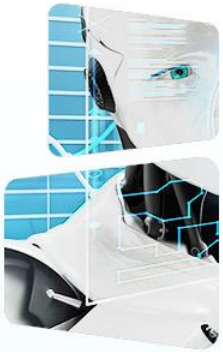


MARS

Commenti

```
.text
.globl main
main:
        lw $a0, Size
        li $a1, 0
        li $a2, 0
        li $t2, 4
loop:
        mul $t1, $a1, $t2
        lw $a3, Array($t1)      #conservo valore su cui operare
        add $a2, $a2, $a3       #sommo
        add $a1, $a1, 1         #sommo il valore 1
        beq $a1, $a0, store     #se è uguale a zero salto alla parte finale
        j loop                  #salto incondizionato all'inizio
store:
        sw $a2, Result
.end
```

```
.data
Array:  .word 1, 2, 3, 4, 5
Size:   .word 4
Result: .word 0
```



MARS

Pre-assemblaggio

- Prima della fase di assemblaggio a doppia passata si effettua un **pre-assemblaggio** dove accadono queste operazioni:
  - **si risolvono le macro**
  - **si risolvono le pseudo istruzioni**
  - **si includono eventuali file esterni**
  - **si analizzano le direttive**

Fine