



---

# Laboratorio di Matlab

Alessandro Formaglio

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione,  
Università di Siena

[alex@dii.unisi.it](mailto:alex@dii.unisi.it)

<http://www.dii.unisi.it/~control/MatLab/LabMatlab.html>

Martedì 7 Luglio 2009

## Start up

MATLAB = Matrix Laboratory

- aprire e chiudere Matlab
- interfaccia grafica
- directory path:

```
>> cd
```

```
>> cd ..
```

```
>> cd ('directory_path')
```

```
>> cd directory_path
```

oppure usare il *current directory browser*



- assegnazione di uno scalare

```
>> a = 13;
```

```
>> a = 13
```

```
a =
```

```
    13
```

- workspace

- visualizzazione delle variabili del workspace:

- >> who → per visualizzare tutte le variabili

- >> whos → per visualizzare tutte le variabili con descrizione di struttura

- eliminazione delle variabili dal workspace:

- >> clear → per eliminare tutte le variabili dal workspace

- >> clear a; → per eliminare la variabile a dal workspace

- oppure usare il *workspace browser*

- **ans:**

`ans` è il nome della risposta più recente (*most recent answer*).

Variabile che vive quindi a tutti gli effetti nel workspace!

- **richiamo comandi:**

↑ richiama l'ultimo comando digitato

`string` + ↑ richiama l'ultimo comando digitato che inizia con tale stringa

oppure usare il *command history browser*

- **salvataggio dati:**

`save filename var` crea il file di nome *filename.mat* e salva sul file la variabile `var` ed i dati ad essa relativi

`save('filename', 'var1', 'var2', ...)` crea il file di nome *filename.mat* e salva sul file le variabili ed i dati ad esse relative

- caricamento dati:

`load 'filename.mat'` carica nel workspace tutti i dati contenuti nel file *filename.mat*

(in alternativa si può anche usare il comando `load filename.mat`)

- cancellazione dati:

`delete 'filename.mat'` cancella dalla directory corrente il file *filename.mat*

Attenzione: cancella qualsiasi file!!!

- `clc`:

`clc` è il comando per pulire la finestra di comando.

## Vettori e Matrici

```
>> V = [13 4 6] vettore riga
```

```
V =
```

```
    13     4     6
```

```
>> V = [13; 4; 6] vettore colonna
```

```
V =
```

```
    13
```

```
     4
```

```
     6
```



```
>> M = [13 4 6; 10 1 9; 17 18 11] matrice
```

oppure

```
>> M = [13 4 6; ↵  
10 1 9; ↵  
17 18 11]
```

M =

13	4	6
10	1	9
17	18	11

**Attenzione:** *i nomi delle variabili sono case sensitive: si distingue cioè tra lettere maiuscole e minuscole!!!*

**Esercizio:** Provare a generare matrici, vettori, scalari ...

# OPS: Operatori e caratteri speciali

## operatori aritmetici

operatore	scalare	matrice
+	$a + b$	$(A + B)_{ij} = A_{ij} + B_{ij}$
-	$a - b$	$(A - B)_{ij} = A_{ij} - B_{ij}$
*	$a * b$	$A * B$
/	$a/b = \frac{a}{b}$	$A/B = A * B^{-1}$
\	$a \backslash b = \frac{b}{a}$	$A \backslash B = A^{-1} * B$
.*	non interessante	$(A .* B)_{ij} = A_{ij} * B_{ij}$
./	non interessante	$(A ./ B)_{ij} = \frac{A_{ij}}{B_{ij}}$
.\	non interessante	$(A . \backslash B)_{ij} = \frac{B_{ij}}{A_{ij}}$

**Attenzione:** *Prodotti matriciali righe per colonne: dimensioni concordi!!!*



## operatori relazionali

- **Non esistono variabili booleane**
- **0 : FALSO**
- Tutto ciò che è  $\neq 0$  è **VERO**

<b>operatori</b>	<code>==</code>	<code>~=</code>	<code>&gt;</code>	<code>&lt;</code>	<code>&gt;=</code>	<code>&lt;=</code>
<b>significato</b>	$=$	$\neq$	$>$	$<$	$\geq$	$\leq$

- Ogni operatore restituisce **1** se la relazione è vera, **0** se è falsa.
- Tra matrici le dimensioni devono essere concordi,  $(A \text{ op } B)_{ij} = A_{ij} \text{ op } B_{ij}$ .
- Matrici e scalari,  $(A \text{ op } b)_{ij} = A_{ij} \text{ op } b$

## operatori logici

<b>simbolo</b>	&		~
<b>significato</b>	and	or	not

- $a \text{ op } b$  restituisce **1** se è vero, **0** se è falso
- Tra matrici le dimensioni devono essere concordi,  $(A \text{ op } B)_{ij} = A_{ij} \text{ op } B_{ij}$ .
- Matrici e scalari,  $(A \text{ op } b)_{ij} = A_{ij} \text{ op } b$

Questi sono solo alcuni operatori. Per vedere la lista completa, digitare nel prompt dei comandi:

```
help ops
```

**Esercizio:** Provare ad utilizzare gli operatori ...

# Funzioni matriciali

## matrici elementari

- $A = \text{zeros}(m, n)$  matrice di 0 con  $m$  righe ed  $n$  colonne
- $A = \text{ones}(m, n)$  matrice di 1 con  $m$  righe ed  $n$  colonne
- $A = \text{eye}(n)$  matrice identità di dimensione  $n \times n$

## informazioni sulle matrici

- $[m, n] = \text{size}(A)$  ritorna le dimensioni  $m, n$  della matrice  $A \in \mathbb{R}^{m \times n}$
- $M = \text{length}(A)$  ritorna la dimensione massima di  $A \in \mathbb{R}^{m \times n}$
- $\text{isequal}(A, B)$  ritorna 1 se  $A = B$ , 0 altrimenti



## manipolazione di matrici

- $A = \text{diag}(v)$ ;

$$A = \begin{pmatrix} v_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & v_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & v_n \end{pmatrix}$$

- $a = \text{min:passo:max}$

Definisce un vettore  $a$  di  $n = \frac{\text{max}-\text{min}}{\text{passo}} + 1$  elementi  
con  $a(1) = \text{min}$ ,  $a(n) = \text{max}$

- **sottomatrici**

$A(v\_row, v\_col)$  seleziona la sottomatrice corrispondente agli indici di riga e di colonna definiti rispettivamente nei vettori  $v\_row$  e  $v\_col$

Ad es.  $A(1:4, 2:3)$  seleziona la sottomatrice  $4 \times 2$  che ha elementi nelle

righe 1 : 4 e colonne 2 : 3

- $B = A'$  assegna a B il trasposto di A, cioè  $B = A^T$ .

- **concatenazione orizzontale:**

$A = [B1, B2, \dots, Bn]$  oppure  $A = [B1 \ B2 \ \dots \ Bn]$  assegna alla matrice A la concatenazione orizzontale delle matrici  $B1, B2, \dots, Bn$

- **concatenazione verticale:**

$A = [B1; B2; \dots; Bn]$  assegna alla matrice A la concatenazione verticale delle matrici  $B1, B2, \dots, Bn$

- **Esempio:**

```
>> B1 = [13 4 6];  
>> B2 = [18 11 7];  
>> A1 = [B1 B2]  
A1 =
```



```
13  4  6  18  11  7
```

```
>> A2 = [B1;B2]
```

```
A2=
```

```
13   4   6
18  11   7
```

- **sotto-assegnazione:**

```
>> A2(1,:) = [1 1 1]
```

```
A2=
```

```
1   1   1
18  11  7
```

## indicizzazione

$\mathbf{A}(i, j)$	Seleziona l'elemento di posto $(i, j)$
$\mathbf{A}(:, j)$	Seleziona tutta la colonna $j$ – <i>esima</i> della matrice $\mathbf{A}$
$\mathbf{A}(i, :)$	Seleziona tutta la riga $i$ – <i>esima</i> della matrice $\mathbf{A}$
$\mathbf{A}(i, \text{end})$	Seleziona l'ultimo elemento della riga $i$ – <i>esima</i> della matrice $\mathbf{A}$
$\mathbf{A}(\text{end}, j)$	Seleziona l'ultimo elemento della colonna $j$ – <i>esima</i> della matrice $\mathbf{A}$
$\mathbf{A}(:, \text{end})$	Seleziona l'ultima colonna della matrice $\mathbf{A}$
$\mathbf{A}(\text{end}, :)$	Seleziona l'ultima riga della matrice $\mathbf{A}$
$\mathbf{A}(i, :) = []$	Elimina la riga $i$ – <i>esima</i> della matrice $\mathbf{A}$
$\mathbf{A}(:, j) = []$	Elimina la colonna $j$ – <i>esima</i> della matrice $\mathbf{A}$
$\mathbf{A} = []$	Crea una matrice vuota di dimensioni $0 \times 0$

## variabili speciali

variabile	significato
<code>ans</code>	risposta più recente
<code>pi</code>	$\pi$
<code>i</code>	unità immaginaria
<code>inf</code>	infinito
<code>NaN</code>	not a number, per operazioni indefinite (tipicamente $\frac{0}{0}$ )

Per saperne di più ...

```
help elmat
```

## funzioni elementari

### trigonometriche ed iperboliche

<code>sin(x)</code>	<code>asin(y)</code>
<code>cos(x)</code>	<code>acos(y)</code>
<code>tan(x)</code>	<code>atan(y)</code>
	<code>atan2(y, x)</code>

<code>sinh(x)</code>	<code>asinh(y)</code>
<code>cosh(x)</code>	<code>acosh(y)</code>
<code>tanh(x)</code>	<code>atanh(y)</code>

**Attenzione:** nelle funzioni trigonometriche  $x$  è espresso in **radianti!!!**

## Altre funzioni

istruzione	significato
<code>exp(x)</code>	$e^x$
<code>log(x)</code>	$\ln(x)$
<code>log10(x)</code>	$\log_{10}(x)$
<code>log2(x)</code>	$\log_2(x)$
<code>sqrt(x)</code>	$\sqrt{x}$
<code>xey</code>	$x \times 10^y$
<code>x^y</code>	$x^y$

istruzione	significato
<code>abs(x)</code>	$ x $
<code>imag(x)</code>	$\text{Im}(x)$
<code>real(x)</code>	$\text{Re}(x)$
<code>conj(x)</code>	$\bar{x}$
<code>sign(x)</code>	<b>segno</b> ( $x$ )
<code>floor(x)</code>	$\lfloor x \rfloor$
<code>ceil(x)</code>	$\lceil x \rceil$

Per saperne di più ...

`help elfun`

## Help

- `>> help`
- `>> help \toolbox_name`
- `>> help ops`
- `>> help elmat`
- `>> help elfun`
- `>> help function_name` (ritorna la sintassi esatta)
- `help html` con browser.

## Esercizio 1

1. Definire una matrice  $A$ ,  $3 \times 5$  di zeri (utilizzando la funzione `zeros`). Definire un vettore  $a$  di dimensione  $1 \times 5$  e assegnarlo alla prima riga di  $A$ . Definire una matrice  $B$  come la trasposta di  $A$  ed estrarne la sottomatrice  $C$ ,  $3 \times 3$  composta dalla 2°, 3° e 4° riga di  $B$ .

2. Siano  $A, B$  quelle definite al punto 1. Definire una nuova matrice  $D$ ,  $5 \times 3$  diversa dalla matrice nulla. Effettuare le tre moltiplicazioni:

$$M1 = D * A$$

$$M2 = A * D$$

$M3$  = moltiplicazione elemento per elemento tra  $D$  e  $B$ .

Verificare con la funzione `size` che le dimensioni siano:

$$M1 \rightarrow 5 \times 5; M2 \rightarrow 3 \times 3; M3 \rightarrow 5 \times 3.$$

Salvare il workspace con le sole matrici  $A, B, C, M1, M2, M3$ .

