

Laboratorio di Informatica per Ingegneria elettrica  
A.A. 2010/2011  
Prof. Sergio Scippacercola

## MATLAB (1)

# Introduzione e Operazioni con array

**N.B. le slide devono essere utilizzate solo come riferimento agli argomenti trattati a lezione: LO STUDENTE DEVE INTEGRARE LO STUDIO CON IL LIBRO DI TESTO [Cavallo et. al., La nuova guida a MATLAB, Liguori editore (2002)].**

# INTRODUZIONE A MATLAB

# Matlab = MATrix LABoratory

- Matlab (Matrix Laboratory) è un sistema interattivo per il calcolo scientifico e la visualizzazione grafica di dati.
- Vari toolbooks applicativi: signal processing, control system, etc.
- Scritto prevalentemente in C, mentre molte routines interne sono scritte in linguaggio Matlab

# Simulink

- Incluso in Matlab come Sistema interattivo per la simulazione di sistemi dinamici non lineari
- Ambiente Grafico
- Possiede toolbox

# Ambiente

MATLAB si compone di alcune parti principali come:

- Una libreria di Funzioni matematiche (Mathematical Function Library)
- Un linguaggio di alto livello che agisce su matrici, permette la creazione sia di programmi di ridotte dimensioni che programmi estesi orientati ad applicazioni complesse
- Una gestione grafica

# Ambiente di lavoro

- E' Case sensitive (sensibile a lettere maiuscole e minuscole)
- Possiede un:
  - edit
  - help (es. help log)
  - doc (es. doc sinh)
  - demo
  - lookfor (es. lookfor fourier)
  - Clc
  - save nomefile, load nomefile

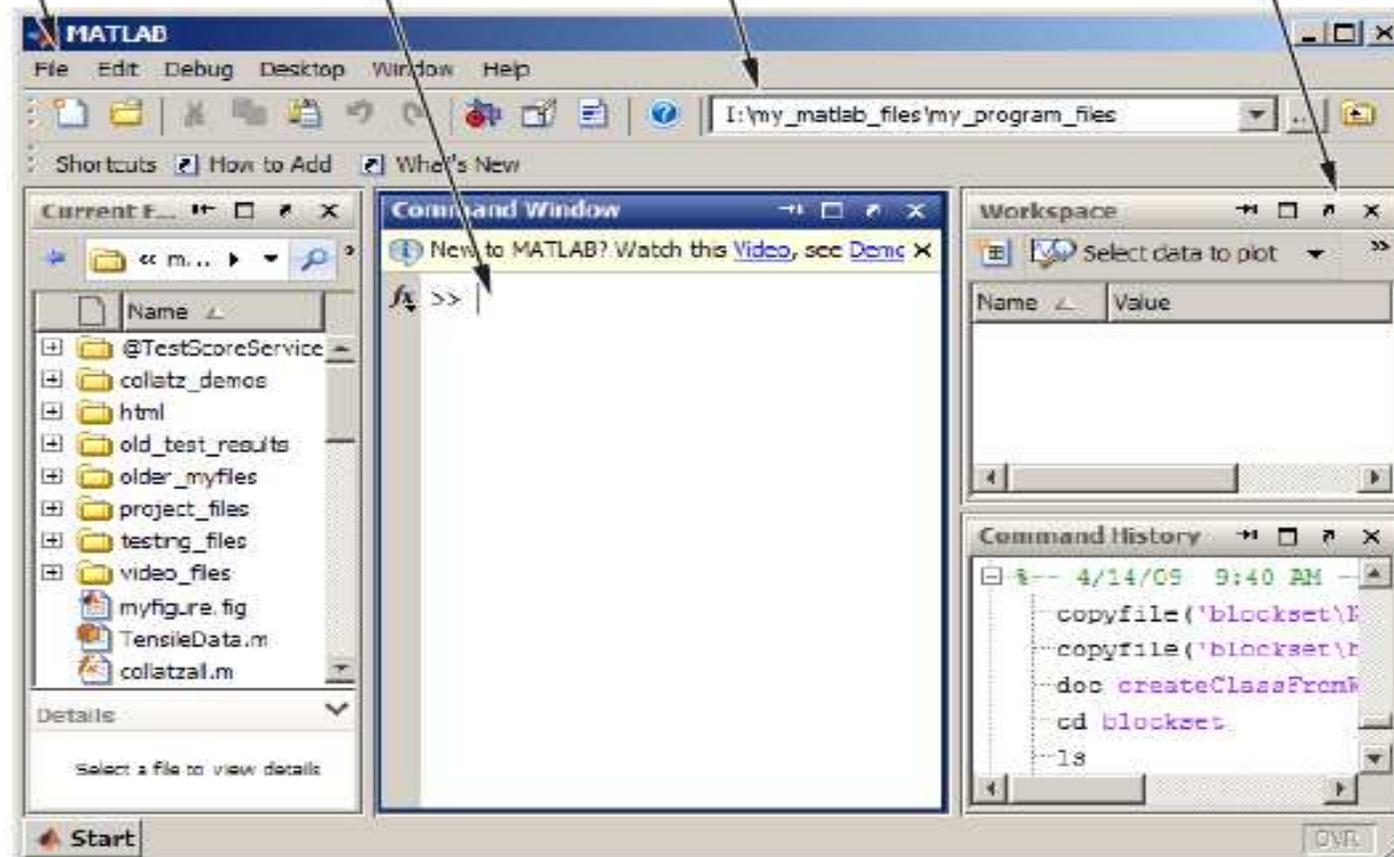
# Ambiente di lavoro

Menus change, depending on the tool you are using.

Enter MATLAB statements at the prompt.

View or change the current folder.

Move, minimize, resize, or close a tool.



# Le Variabili

- In Matlab non esistono dichiarazioni di tipo: il tipo di una variabile è stabilito al momento della sua definizione.
- La variabile elementare in Matlab è una matrice rettangolare di numeri reali o complessi, che **non richiede un dimensionamento esplicito, ma è dichiarata e definita attraverso l'assegnazione dei suoi elementi.**
- Operazioni e funzioni operano per default su matrici.
- Si crea una variabile mediante lo statement “variabile = espressione” (es:  $x = 3/4$ )
- Una espressione non assegnata viene memorizzata nella variabile di default (ans)

# Le Variabili

- who, whos per avere informazioni sulle variabili allocate.
- Una variabile resta nell'area di lavoro (workspace) per tutta la sessione, se non deallocata (clear).
- Costanti di matlab: realmin, realmax, pi, i, j, eps, NaN, inf, clock.
- Differenti formati di visualizzazione dei numeri (es. format short, format long, format hex, ...)

- **Esempio:**

```
>> format long
```

```
>> pi
```

```
ans =
```

```
3.141592653589793
```

```
>> format
```

```
>> pi
```

```
ans =
```

```
3.1416
```

# Vocabolario del linguaggio

- Separatori (spazio, ENTER, ; , =)
- Identificatori (primo carattere deve essere una lettera, poi altre lettere e/o cifre) (Es. X11 Y yder)
- Parole riservate (if, function, while, else, ...)

# Vocabolario del linguaggio

- Simboli speciali
  - Operatori aritmetici (+, -, \*, /, \, ^)
  - Operatori relazionali (<, <=, >, >=, ==, ~=) (il carattere ~ si ottiene con Alt+0126)
  - Operatori logici (&, |, ~)
  - Delimitatori ( ; sopprime la stampa a schermo)
- Commento (%)
- Costanti numeriche (interi, reali)
- Costanti non numeriche (caratteri, es: 'Matlab')

# Funzioni

- MATLAB fornisce un largo numero di funzioni standard elementari matematiche (help elfun, help elmat, help specfun).
- Funzioni frequenti:
  - `abs(x)`
  - `sqrt(x)`
  - `sign(x)`
  - `sin(x)`
  - `cos(x)`
  - `tan(x)`
  - `exp(x)`
  - `log(x)`

# Funzioni

- Funzioni frequenti:
  - *linspace(a,b,n)*: generare un vettore di n elementi in [a,b]
  - *a:h:b* Genera il vettore di n componenti con passo h
  - *eye(n)* Genera Matrice identica di n elementi
  - *zeros(m,n)* Matrice nulla di m righe ed n colonne
  - *ones(m,n)* Matrice di elementi uguali ad 1
  - *rand(m,n)* Matrice random di m righe ed n colonne
  - *plot(x, y)* Traccia un grafico bidimensionale
  - *polyval(p, x)* restituisce il valore in x del polinomio con coefficienti nel vettore p

# GLI ARRAY

(matrici mono e multidimensionali)

# Generazioni di array

- L'input e la generazione di una matrice avviene racchiudendo la lista tra parentesi quadre e separando le righe con il punto e virgola:

```
>> A = [9 5 1; 1 0 1; -3 8 10]
```

```
A =
```

```
  9   5   1  
  1   0   1  
 -3   8  10
```

```
>> size(A)
```

```
ans =
```

```
  3   3
```

# Generazioni di array

- Gli scalari, i vettori riga e vettori colonna sono casi particolari della creazione di matrici.

```
>> v = [1 2 3 4 5] % Vettore riga
```

```
v =
```

```
1 2 3 4 5
```

```
>> u = 1:5 % Vettore riga
```

```
u =
```

```
1 2 3 4 5
```

```
>> c = v' % Vettore colonna (trasposta)
```

```
c =
```

```
1
```

```
2
```

```
3
```

```
4
```

```
5
```

```
>> c = [9; 8; 7] % Vettore colonna
```

```
c =
```

```
9
```

```
8
```

```
7
```

```
>> s = 5j % Scalare complesso
```

```
s =
```

```
0 + 5.0000i
```

# Operazioni su array

- accedere alla componente di riga  $i$  e colonna  $j$  un array:  $A(i,j)$  es.  $A(2,3)$ .
- estrarre dalla matrice  $A$  una sottomatrice:  
es. estrarre da  $A$  le righe da 2 a 3 con colonne da 3 a 5:  $A(2:3, 3:5)$

```
>> A = rand(3, 5)
```

```
A =
```

```
0.7094 0.6797 0.1190 0.3404 0.7513  
0.7547 0.6551 0.4984 0.5853 0.2551  
0.2760 0.1626 0.9597 0.2238 0.5060
```

```
>> A(2:3, 3:5)
```

```
ans =
```

```
0.4984 0.5853 0.2551  
0.9597 0.2238 0.5060
```

# Operazioni su array

- Eliminazione di righe e/o colonne facendo uso della matrice vuota ([ ]):

```
>> A(2, :) = []
```

```
A =
```

```
    0.7094    0.6797    0.1190    0.3404    0.7513  
    0.2760    0.1626    0.9597    0.2238    0.5060
```

```
>> A(:, 2:4) = []
```

```
A =
```

```
    0.7094    0.7513  
    0.2760    0.5060
```

# Operazioni su array

- Sostituzione di righe o colonne (matching perfetto delle dimensioni, oppure espansione di uno scalare):

```
>> A(:, 1) = [-1; 3] % L'assegnazione deve avere stessa dimensione
```

```
A =
```

```
-1.0000  0.7513  
 3.0000  0.5060
```

```
>> A(:, 2) = 0 % Espansione di un valore scalare
```

```
A =
```

```
-1  0  
 3  0
```

- Composizione di matrici:  $C = [A \ B]$ ;  $C = [A ; B]$ ;
- Matrice trasposta  $A'$

# Operazioni elementari con array

- Gli operatori matematici tra le matrici seguono le regole dell'algebra matriciale

- Es: prodotto di uno scalare per un array

$A=3$ ;  $b=[1\ 2\ 4]$ ;  $A*b=[3\ 6\ 12]$

- Es: prodotto riga per colonna tra matrici

$\gg A = [2\ 1; 5\ 9]$ ;  $B = [1\ 0; 2\ 4]$ ;  $C = A*B$

$C =$

4 4  
23 36

- Es: prodotto scalare vettore riga\* vettore colonna

$\gg x = [1:4]$ ;  $y = 2 * \text{ones}(1, 4)$ ;  $z = x * y'$

$z =$

20

# Operazioni elementari con array

- Operatori che agiscono sugli elementi omologhi degli operandi:  
( $\cdot^*$ ,  $\cdot^{\wedge}$ ,  $\cdot/$ )
- Es:

$$A = [2 \ 1; 5 \ 9]; B = [1 \ 0; 2 \ 4]; C = A \cdot^* B$$

C =

$$\begin{array}{cc} 2 & 0 \\ 10 & 36 \end{array}$$

- $C=A.^B$
- $\begin{array}{cc} 2 & 1 \end{array}$
- $\begin{array}{cc} 25 & 6561 \end{array}$

# Operazioni elementari con array

- Divisione tra matrici (prodotto non gode proprietà commutativa):  
 $X = A / B = A * \text{inv}(B)$ ;  $X = A \setminus B = \text{inv}(A) * B$

```
>> A = [4 10; 2 9]; B = [2 3; 0 2];
```

```
>> A / B
```

```
ans =
```

```
    2    2  
    1    3
```

```
>> A \ B
```

```
ans =
```

```
    1.1250    0.4375  
   -0.2500    0.1250
```

# Esercizi ed Esempi

- Creare una matrice  $7 \times 3$  di elementi casuali
- Trasporre la matrice ottenuta
- Estrarre la sottomatrice  $3 \times 3$  tra la seconda e la quarta colonna.
- Porre tutti gli elementi della prima colonna di tale sottomatrice a zero
- Sommare gli elementi della diagonale principale dell'ultima (trovare le funzioni adatte con la guida).

# Esercizi ed Esempi

- Soluzione:

```
M = rand(7, 3)
```

```
M = M'
```

```
M = M(:, 2:4)
```

```
M(:, 1) = 0;
```

```
sum(diag(M))
```

# Esercizi ed Esempi

- Creare una matrice  $A$  di dimensione  $6 \times 7$
- Generare un vettore colonna di 7 elementi
- Orlare la matrice  $A$  con il vettore colonna trasposto, per ottenere una matrice  $C$  risultante  $7 \times 7$
- Calcolare il rango della matrice  $C$  ottenuta

# Esercizi ed Esempi

- Soluzione:

$A = \text{rand}(6, 7);$

$B = \text{rand}(7, 1);$

$C = [A ; B']$

$\text{rank}(C)$

# Esercizi ed Esempi

- Generare un vettore  $X$  con 10 punti tra 0 e  $2\pi$ .
- Calcolare il vettore  $Y$  pari al seno dei punti in  $X$ .
- Usare `plot(X, Y)` per ottenere il grafico
- Ripetere con 100 punti

# Esercizi ed Esempi

- `X = linspace(0, 2 * pi, 10);`
- `Y = sin(X);`
- `plot(X, Y)`
- `X = linspace(0, 2 * pi, 100);`
- `Y = sin(X);`
- `plot(X, Y)`

# Esercizi ed Esempi

- Sia  $X=[2 \ 0 \ 0;0 \ 8 \ 9;0 \ 0 \ 9]$
- e  $Y=[1 \ 5 \ 6 \ 8;0 \ 8 \ 9 \ 5;0 \ 4 \ 0 \ 9; \ 9 \ 8 \ 7 \ 6]$
- Costruire la matrice  $Z$  a blocchi:

- $$Z = \begin{pmatrix} X & 0 \\ 0 & Y \end{pmatrix}$$

# Esercizi ed Esempi

- $X=[2\ 0\ 0;0\ 8\ 9;0\ 0\ 9]$
- $Y=[1\ 5\ 6\ 8;0\ 8\ 9\ 5;0\ 4\ 0\ 9; 9\ 8\ 7\ 6]$
  
- $Z=[X\ \text{zeros}(3,4);\text{zeros}(4,3)\ Y]$
  
- 2    0    0    0    0    0    0
- 0    8    9    0    0    0    0
- 0    0    9    0    0    0    0
- 0    0    0    1    5    6    8
- 0    0    0    0    8    9    5
- 0    0    0    0    4    0    9
- 0    0    0    9    8    7    6

# Altri esempi ed esercizi di operazioni scalari e con array

## Esempi di operazioni scalari

- Tabellare  $\log x$  nell'intervallo  $(1, 100)$  con passo 0.1
- Realizzare il grafico
- `x=[1:.1:100];`
- `y=log(x);`
- `plot(x,y)`

## Esempi di operazioni scalari

Tabellare e graficare i valori di

$$e^{3t} \sin 5 \pi t$$

nell'intervallo di  $t = (-3,3)$  con 100 punti.



## Esempi di operazioni scalari

Tabellare e graficare i valori di

$$e^{3t} \sin 5 \pi t$$

nell'intervallo di  $t = (-3,3)$  con 100 punti.

- `t=linspace(-3,3,100)'`;
- `y=exp(3*t).*sin(5*pi*t);`
- `plot(t,y)`

## Esempi di operazioni scalari

$$x=3+i5$$

$$y=-2+i4$$

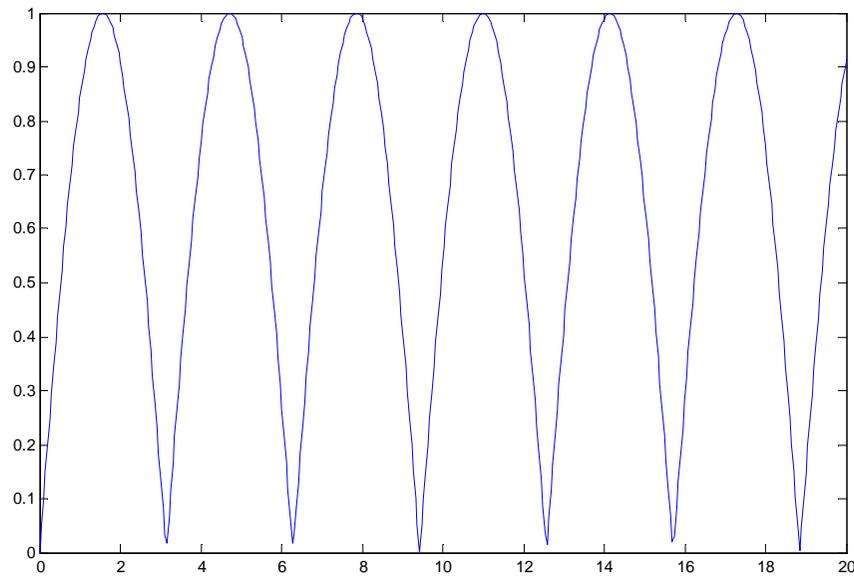
$$z=i3$$

Calcolare:

$$x+y; x-z; (x+y)z; 1/y; z^2; \log x; e^y$$

# Esempi di operazioni scalari

Generare 400 punti nell'intervallo (0,20)  
per graficare il seno raddrizzato



## Esempi di operazioni scalari

Generare 400 punti nell'intervallo (0,20)  
per graficare il seno raddrizzato

```
x=linspace(0,20,400);  
plot(x,abs(sin(x)))
```

# Esempi di operazioni algebriche su array

$$\begin{cases} 4x-3y=33 \\ -2x-66=1 \end{cases} \quad \text{Risolvere il sistema di equazioni a fianco indicato}$$

A=[4 -3;-2 -66]

B=[33;1]

- X=A\B
- X=
- 8.0556
- -0.2593
- Verifica:
- A\*X
- ans =
- 33
- 1

# Esempi di operazioni algebriche su array

Trasposta coniugata si indica con  $A'$

Trasposta non coniugata si indica con  $A.'$

Es.

$c=[7+3i, 44-5i];$

- $\gg c'$
- ans =
- 7.0000 - 3.0000i
- 44.0000 + 5.0000i
- $\gg c.'$
- ans =
- 7.0000 + 3.0000i
- 44.0000 - 5.0000i

# Funzioni su array

- $[k,m]=\max(X)$
- $[k,m]=\min(X)$
- dove  $k$  è il vettore dei massimi/minimi trovati in colonna ed  $m$  il vettore delle posizioni di riga dei massimi/minimi
  
- $\text{sum}(A)$  effettua la somma degli elementi di ogni colonna
- $\text{mean}(A)$  effettua la media degli elementi di ogni colonna
- $\text{det}(A)$  calcola il determinante
- $\text{rank}(A)$  calcola il rango della matrice
- $\text{trace}(A)$  calcola la traccia della matrice

# Funzioni su array

- `norm(A)` (norma euclidea  $p=2$ )
- `norm(A,p)` (norma di ordine  $p$ )
- `sort(A, DIM, MODE)`  
DIM seleziona una dimensione del sort (per colonna 1 e per riga 2)  
MODE seleziona l'ordine 'ascend' o 'descend'