Matlab

- Calcolatrice.

$$3+4 \qquad 2\,(3+1) \qquad \sqrt{9} \qquad 4^{-3} \qquad \sqrt{-1} \qquad \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) \qquad e^2$$

- Variabili

$$a = 3 \qquad b = 4 \qquad c = a + b$$

- `who, whos`
- MATrixLABoratory

  Un numero è una matrice 1×1.

```
A=[1 2 3; -1 -1 -1]
b=[1;2]
c=[0, -1, 2]
AA=[5 4 3 2 1; 1 0 1 0 1; 1 2 3 -1 -1; 6 -7 -4 3 -2]
```

Come si trovano gli elementi di una matrice

`A(1,2)` $\rightsquigarrow$ l'elemento $a_{1,2}$ della matrice A.

`A(1,:)` $\rightsquigarrow$ la prima riga (tutte le colonne) della matrice A.

`AA(1,2:4)` $\rightsquigarrow$ elementi della della matrice AA nella prima riga e nella colonne da 2 a 4.

`BB=AA(1:3,2:3)` $\rightsquigarrow$ elementi della della matrice AA nelle righe da 1 a 3 e nelle colonne 2 e 3.

`C=A(:,2:3)` $\rightsquigarrow$ colonna 2 e colonna 3 di A.

La notazione ":"

`v=0:5`

`v=1:2:8`

`v=5:-3:-8`

`v` è un vettore riga.

Operazioni con matrici

- La matrice trasposta `A'`.
- Concatenazione

  ```
  D=[A C]
  E=[A; c]
  ```

- Prodotto per uno scalare

  ```
  M=3*A
  ```

- Somma di matrice (delle stesse dimensioni)

  ```
  N=A+M
  ```

- Prodotto di matrici (numero di colonne della prima uguale a numero di colonne della seconda)

  ```
  C*A
  ```

Operazioni componente a componente

- `A*M` $\rightsquigarrow$ Errore `A` ed `M` sono matrici 2×3.
- `F=A.*M` $\rightsquigarrow$ `F` è una matrice 2×3. $f_{i,j} = a_{i,j} m_{i,j}$.
- `E=A ^2` $\rightsquigarrow$ Errore Non si può fare $A * A$ perche A non è quadrata.
- `E=A. ^2` $\rightsquigarrow$ `E` è una matrice 2×3. $e_{i,j} = a_{i,j}^2$.
- `G=A./M` $\rightsquigarrow$ `G` è una matrice 2×3. $g_{i,j} = \frac{a_{i,j}}{m_{i,j}}$. $m_{i,j} \neq 0$.

Matrici particolari

```
zeros(3,4), zeros(2)
ones(2,5), ones(3)
eye(4)
v=[1 2 3]
diag(v)
diag(v,1)
diag(v,-2)
```

Altre operazioni con matrici

```
A=[1 2 3; -1 -1 -1]
A(1,2)=-2
A(2,3)=-4
v=max(A)
u=min(A)
max(u)
sum(A)
sum(v)
```

Il grafico di una funzione in un intervallo

```
x=linspace(-1, 1)
```

x è un vettore di 100 componenti equispaziate da -1 a 1.

```
y=x.^2;
```

; vuol dire non stampare il risultato.

```
plot(x,y)
fplot('x.^2 ',[-1 1])
```

Un altro esempio.

```
x=linspace(0,2,10);
y=sin(pi*x);
plot(x,y)
xx=linspace(0,2);
yy=sin(pi*xx);
plot(x,y,'r*',xx,yy)
```

Esercizio

Disegnare il grafico della funzione

$$f(x) = \begin{cases} e^{-x} & \text{se } -1 \leq x \leq 0 \\ 1 - x^3 & \text{se } 0 < x \leq 1 \end{cases}$$

Esercizio

Disegnare il grafico della funzione

$$f(x) = \begin{cases} e^{-x} & \text{se } -1 \leq x \leq 0 \\ 1 - x^3 & \text{se } 0 < x \leq 1 \end{cases}$$

```
x1=linspace(-1,0);
y1=exp(-x1);
x2=linspace(0,1);
y2=1-x2.^3;
x=[x1 x2];
y=[y1 y2]
plot(x,y)
```

Scripts

Uno script è un file che contiene comandi di Matlab.

- Deve avere estensione .m.
- Se il file si trova in una delle cartelle dove Matlab cerca i propri comandi...
- ... scrivendo dopo il prompt di Matlab il nome del file vengono eseguiti i comandi scritti nel file.
- Tutte le variabili usate in uno script sono variabili della sessione di lavoro.

Esercizio

Scrivere uno script di Matlab per disegnare il grafico della funzione

$$f(x) = \begin{cases} e^{-x} & \text{se } -1 \leq x \leq 0 \\ 1 - x^3 & \text{se } 0 < x \leq 1 \end{cases}$$

Esercizio

Scrivere uno script di Matlab per disegnare il grafico della funzione

$$f(x) = \begin{cases} e^{-x} & \text{se } -1 \leq x \leq 0 \\ 1 - x^3 & \text{se } 0 < x \leq 1 \end{cases}$$

```
x1=linspace(-1,0);
y1=exp(-x1);
x2=linspace(0,1);
y2=1-x2.^3;
x=[x1 x2];
y=[y1 y2];
plot(x,y)
```

Esercizio

Scrivere uno script di Matlab che calcoli il fattoriale di 7.

Esercizio

Scrivere uno script di Matlab che calcoli il fattoriale di 7.

```
N=7;
fatt=1;
for i=2:N
   fatt=fatt*i;
end
fatt
```

Funzioni

Una funzione è scritta in un file con estensione .m, che ha lo stesso nome della funzione stessa ad esempio `nome.m`.

- La prima riga del file deve essere

```
function [out1,out2,...,outn]=nome(in1,in2,...,inm)
```

  `out1,...,outn` sono le variabili in uscita, i risultati.
  `in1,...,inm` son le variabili in ingresso, gli argomenti.

- Tutte le variabili definite in una funzione sono locali.
- Una funzione viene chiamata dopo il prompt di Matlab ma bisogna dare (fra parentesi tonde) i sui argomenti.

Esercizio

Scrivere una funzione di Matlab che calcoli il fattoriale di un numero naturale N.

Esercizio

Scrivere una funzione di Matlab che calcoli il fattoriale di un numero naturale N.

```
function fatt=fattoriale(N)
fatt=1;
for i=2:N
   fatt=fatt*i;
end
return
```

Esercizio

Scrivere una funzione di Matlab per approssimare

$$\int_a^b \exp(-x^2)\,dx$$

usando la formula dei trapezi con N sottointervalli:

$$\int_a^b f(x)\,dx \approx \frac{H}{2}\left[f(x_0) + 2\sum_{i=1}^{N-1} f(x_i) + f(x_N)\right]$$

dove $H = (b-a)/N$ e $x_i = a + iH$ per $i = 0, \ldots, N$.

Risoluzione di un sistema triangolare inferiore

$$\begin{bmatrix} a_{1,1} & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ a_{2,1} & a_{2,2} & 0 & \dots & 0 & 0 \\ a_{3,1} & a_{3,2} & a_{3,3} & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & & \ddots & & \vdots \\ a_{n-1,1} & a_{n-1,2} & a_{n-1,3} & \dots & a_{n-1,n-1} & 0 \\ a_{n,1} & a_{n,2} & a_{n,3} & \dots & a_{n,n-1} & a_{n,n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \vdots \\ x_{n-1} \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \vdots \\ b_{n-1} \\ b_n \end{bmatrix}$$

$a_{i,i} \neq 0, \ i = 1, \dots, n.$

Sostituzione in avanti:

$$x_1 = b_1 / a_{1,1}$$

$$\begin{aligned} &For \quad i = 2 : n \\ &\qquad x_i = \frac{1}{a_{i,i}} \left(b_i - \textstyle\sum_{j=1}^{i-1} a_{i,j} x_j \right) \end{aligned}$$

Risoluzione di un sistema triangolare superiore

$$\begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} & \dots & a_{1,n-1} & a_{1,n} \\ 0 & a_{2,2} & a_{2,3} & \dots & a_{2,n-1} & a_{2,n} \\ 0 & 0 & a_{3,3} & \dots & a_{3,n-1} & a_{3,n} \\ \vdots & \vdots & & \ddots & & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & a_{n-1,n-1} & a_{n-1,n} \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & a_{n,n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \vdots \\ x_{n-1} \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \vdots \\ b_{n-1} \\ b_n \end{bmatrix}$$

$a_{i,i} \neq 0,\ i = 1, \dots, n.$

Sostituzione all'indietro

$$x_n = b_n / a_{n,n}$$

$$\begin{aligned} &For i = n-1 : -1 : 1 \\ &\quad x_i = \frac{1}{a_{i,i}} \left(b_i - \sum_{j=i+1}^{n} a_{i,j} x_j \right) \end{aligned}$$

Esercizi

- Scrivere una funzione di Matlab che implemeti il metodo della sostituzione in avanti.
- Scrivere una funzione di Matlab che implemeti il metodo della sostituzione all'indietro.

Sistemi lineari

- Il comando di Matlab per risolvere sistemi lineari è il comando "$\backslash$".
- Se A è invertibile $A \backslash b$ da lo stesso risultato di `inv(A)*b`.
- Se la matrice è triangolare usa il metodo della sostituzione (in avanti o in dietro). Se no usa il metodo di eliminazione di Gauss.
- Vedi `help mldivide`.
- Per calcolare la fattorizzazione LU di una matrice A si usa

  ```
  >> [L,U,P]=lu(A)
  ```

$$L * U = P * A$$

LU

$$
\begin{aligned}
&\textit{for}\ \ k = 1 : n-1\\
&\qquad \textit{for}\ \ i = k+1 : n\\
&\qquad\qquad m_{i,k} = a_{i,k}^{(k)} / a_{k,k}^{(k)}\\
&\qquad\qquad \textit{for}\ \ j = k+1 : n\\
&\qquad\qquad\qquad a_{i,j}^{(k+1)} = a_{i,j}^{(k)} - m_{i,k} a_{k,j}^{(k)}\\
&\qquad\qquad \textit{end}\\
&\qquad \textit{end}\\
&\textit{end}
\end{aligned}
$$

LU

$$L = \begin{bmatrix} 1 & & & & \\ m_{2,1} & 1 & & & \\ m_{3,1} & m_{3,2} & 1 & & \\ \dots & & & & \\ m_{n,1} & m_{n,2} & m_{n,3} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

$$U = \begin{bmatrix} a_{1,1}^{(1)} & a_{1,2}^{(1)} & a_{1,3}^{(1)} & \dots & a_{1,n}^{(1)} \\ 0 & a_{2,2}^{(2)} & a_{2,3}^{(2)} & \dots & a_{2,n}^{(2)} \\ 0 & 0 & a_{3,3}^{(3)} & \dots & a_{3,n}^{(3)} \\ \dots & & & & \\ & & & & a_{n,n}^{(n)} \end{bmatrix}$$