

Università degli Studi di Ferrara

Corso di Laurea in Matematica - A.A. 2021 - 2022

Programmazione Lezione 13 – MATLAB

Docente: Michele Ferrari - michele.ferrari@unife.it

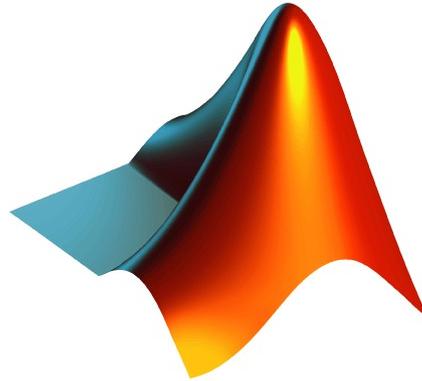
Nelle lezioni precedenti

- Un problema può essere analizzato e scomposto per ottenere sotto problemi indipendenti più semplici
- Partire dal problema per giungere ai sottoproblemi è detta progettazione TOP DOWN
- Partire da un insieme di sotto problemi elementari, assemblandoli per risolvere un problema più complesso, è detta progettazione BOTTOM UP
- Un problema può essere risolto scomponendolo in sotto programmi, a questo punto avremo un programma principale con il compito di chiamare i sottoprogrammi che si preoccupano di risolvere un dato sotto problema
- Tali sotto programmi in C si chiamano funzioni, una funzione prende in ingresso parametri (argomenti) e può restituire il risultato di una computazione (valore di ritorno)

In questa lezione

- MATLAB
- Installare MATLAB
- Ambientarsi in MATLAB: L'interfaccia
- Interprete dei comandi
- Primi comandi elementari

MATLAB



MATLAB è un software creato da MathWorks e comprende un ambiente per il calcolo numerico e l'analisi statistica (scritto in C) e un linguaggio di programmazione.

Il nome MATLAB è l'abbreviazione di MATrix LABoratory

MATLAB: storia

MATLAB fu scritto originariamente in **Fortran** con l'intento di fornire un facile accesso ai software basati sull'uso di matrici.

Gli algoritmi alla base del calcolo matriciale erano presenti nei progetti LINPACK* e EISPACK**

L'attuale MATLAB è stato scritto in C dalla The Mathworks.

*LINPACK: si tratta di una libreria software Fortran sviluppata per eseguire operazioni di algebra lineare.

**EISPACK: altra libreria software Fortran dedicata al calcolo di autovalori ed autovettori

MATLAB: caratteristiche

MATLAB è uno strumento interattivo il cui elemento base è un array che non richiede dimensionamento. Questo consente di risolvere molti problemi tecnici in un intervallo di tempo che bisognerebbe spendere per dichiarare, ad esempio, matrici e vettori in un linguaggio non interattivo, come C o Fortran.

In ambiente universitario MATLAB è lo strumento standard per i corsi di base e avanzati di Matematica, Ingegneria e Scienze.

Nell'industria MATLAB viene scelto per l'alta produttività nella ricerca, nello sviluppo e nell'analisi.

MATLAB: caratteristiche

Oggi MATLAB comprende strumenti per l'analisi dei dati, l'esplorazione e la visualizzazione, l'elaborazione numerica e simbolica, la grafica scientifica ed ingegneristica, la modellizzazione, la simulazione, la programmazione, lo sviluppo delle applicazioni e la conversione automatica di programmi MATLAB nei codici C e C++.

MATLAB comprende strumenti per l'algebra lineare e per le operazioni con matrici, funzioni di Fourier, funzioni statistiche, matematiche e trigonometriche, funzioni per la risoluzione di equazioni differenziali, supporti per le matrici sparse, funzioni interattive per la rappresentazione grafica 2D, 3D e 4D.

MATLAB comprende anche famiglie opzionali di applicazioni dedicate alla risoluzione di problemi specifici, chiamate **toolbox**, che consentono di conoscere e di applicare tecnologie specializzate per particolari classi di problemi, come sistemi di controllo, reti neurali, elaborazione dei segnali, simulazioni, ricerche mediche ecc..

Installare MATLAB

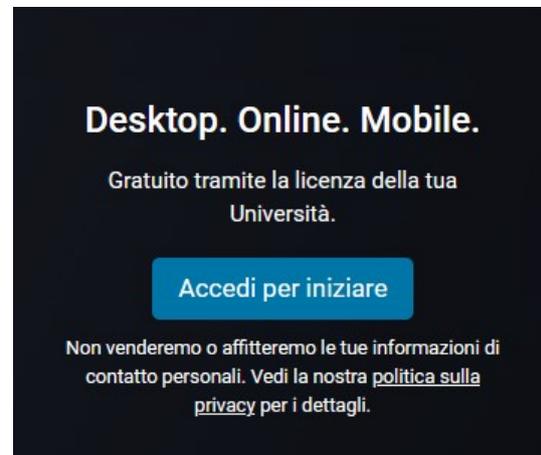
MATLAB è fornito gratuitamente agli studenti dell'Università degli Studi di Ferrara per mezzo di un abbonamento TAH (Total Academic Headcount) con scadenza annuale.

Per ottenere la propria copia di MATLAB seguire le indicazioni su:

<http://www.unife.it/it/x-te/servizi-online/matlab/matlab>

Passo 1: Registrarsi

Per installare Matlab accedere al link [Matlab.unife.it](https://matlab.unife.it) e cliccare su “Accedi per Iniziare”



Passo 2: Scaricare il software

Premessa: MATLAB è un software multiplatforma, è offerto per Windows, Linux e Mac OS, da diverse versioni il software è però disponibile solo a 64 bit.

Se si possiede un sistema per qualche ragione a 32 bit l'ultima versione disponibile per la piattaforma è la R2015b, disponibile in abbonamento e assolutamente sufficiente per le esercitazioni del corso.

Passo 2: Scaricare il software

Click sul proprio account in alto a destra → Il Mio Account → click sul pulsante di download per la licenza associata

My Software

License	Label	Option	Use	
1080014	Campus	Total Headcount	Academic	  

[+ Associate to an additional license](#)

[+ Get a trial](#)

Passo 2: Scaricare il software

La pagina successiva vi presenta il suggerimento per il download (ovvero l'ultima versione disponibile in base al vostro OS, riconosciuto tramite scambio di convenevoli con il vostro browser).

Nella maggior parte dei casi si tratta (ad oggi) di MATLAB R2021b per Windows a 64 bit, ci va benissimo: scarichiamola!

Passo 3: Installazione del Software

L'installazione consiste in 4 punti principali:

- Selezione del modo di installazione (Install automatically using the internet)
- Autenticazione
- Selezione dei toolbox (possiamo tralasciare, ai fini del corso, simulink, toolbox correlati a simulink ed i toolbox matlab più avanzati, in ogni caso possono essere aggiunti in seguito, rieseguendo l'installer)
- Attivazione

Passo 3: Installazione del Software

L'installazione prenderà un po' di tempo e scaricherà tutti i pacchetti selezionati da internet (diversi giga), pertanto è consigliabile eseguirla in Università o, comunque, ove disponibile una connessione flat e non a consumo.

Passo 3: Installazione del Software

Note:

Su sistema operativo Linux Ubuntu, per completare l'installazione si consiglia di installare il pacchetto

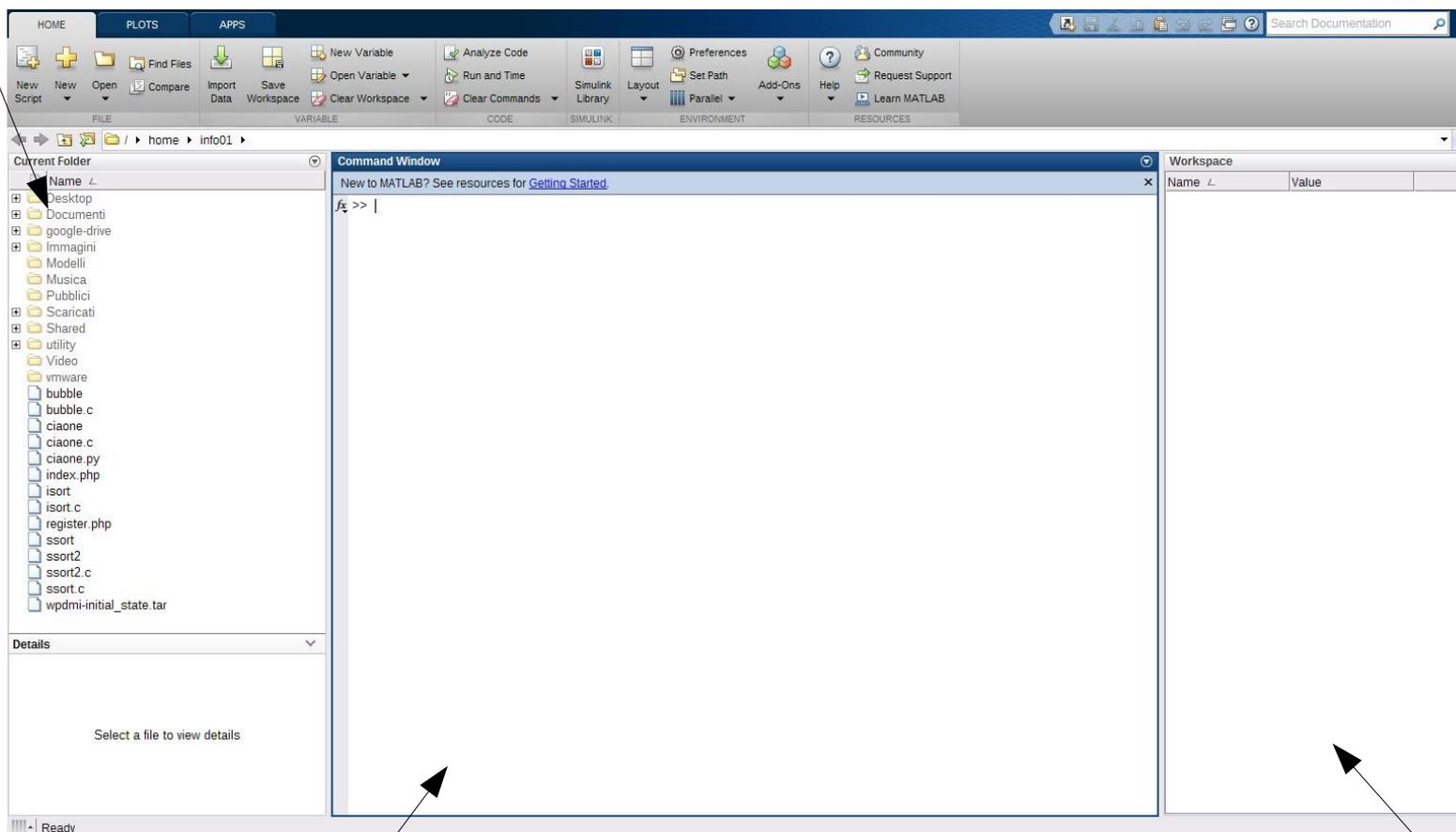
`matlab-support`

disponibile nei repository della distribuzione:

```
sudo apt-get install matlab-support
```

L'interfaccia di Matlab

Current Folder: navigazione cartelle e file



Command Window: Interprete dei comandi

Workspace: variabili e valori

Command Window

Matlab è un linguaggio interpretato che, oltre a supportare il classico file sorgente (file.m) permette una **sessione interattiva** per mezzo della command window: questa ci permetterà di interagire direttamente con l'ambiente, ogni comando verrà passato all'interprete, analizzato secondo la sintassi del linguaggio di programmazione ed eseguito in tempo reale.

Introduzione alle operazioni di base

Abbiamo detto che il tipo base di matlab è un array, questo fa intuire la vocazione del software ad un approccio di tipo vettoriale ai problemi.

Iniziamo a familiarizzare con le operazioni scalari ricordando però che in matlab un dato scalare è in realtà un array 1×1 .

Operazioni di base in Matlab

Utilizzando la Command Window Matlab può essere utilizzato in modo diretto ed interattivo per calcolare semplici espressioni matematiche

```
>> 5 - 2 + 3
```

```
ans =
```

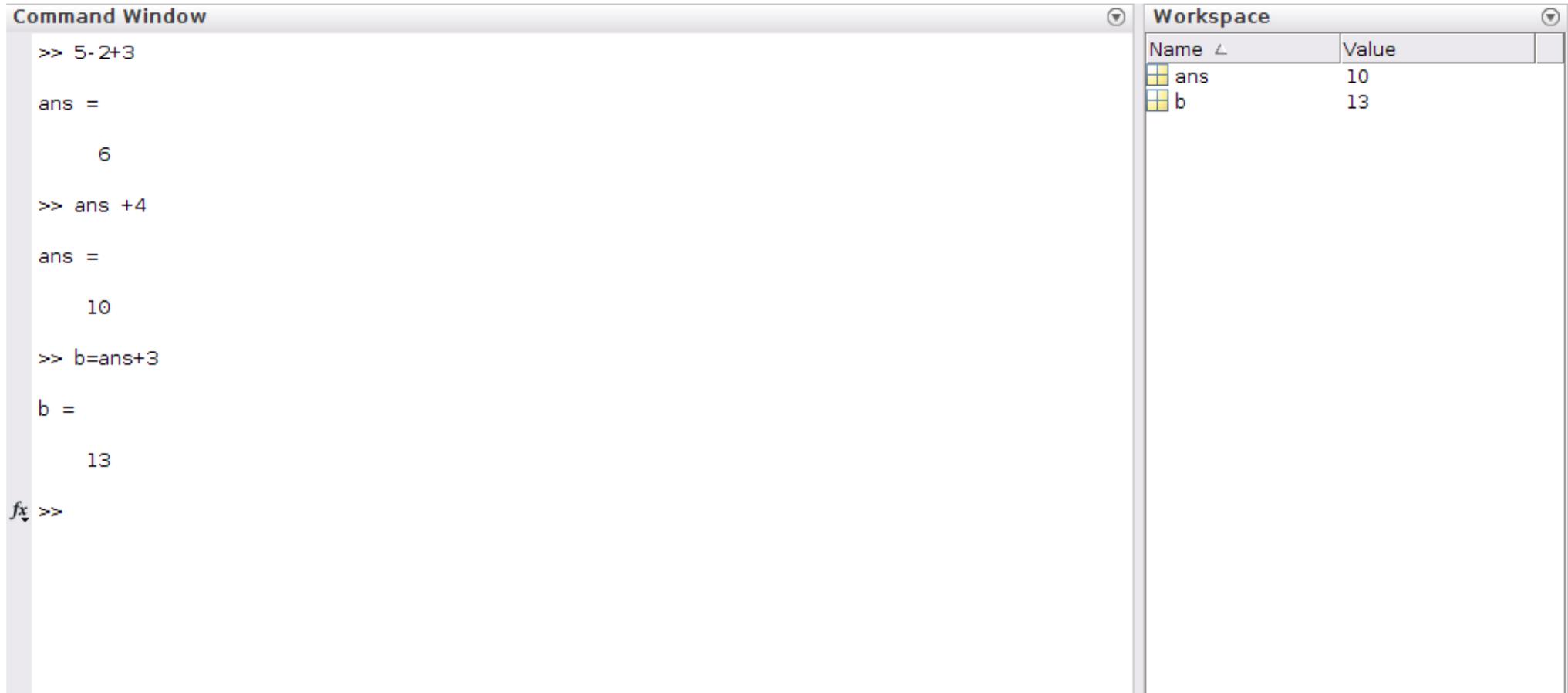
```
6
```

Notiamo che “ans” è una variabile generata automaticamente quando l’espressione non è assegnata ad una variabile definita dall’utente.

Notiamo inoltre come ans (abbreviazione di answer) compaia immediatamente nella sezione “workspace” dell’interfaccia con il valore appena calcolato.

ans può essere immediatamente utilizzata, come una variabile qualsiasi, per una nuova computazione, se tale computazione non viene però assegnata ad un’altra variabile, il valore di ans viene sovrascritto.

Operazioni di base in Matlab



```
>> 5-2+3  
  
ans =  
  
    6  
  
>> ans +4  
  
ans =  
  
   10  
  
>> b=ans+3  
  
b =  
  
   13  
  
fx >>
```

Name	Value
ans	10
b	13

Operazioni di base in Matlab

Come visto nell'esempio possiamo anche definire nuove variabili semplicemente scrivendo:

```
>> a = 5 - 2
```

```
a =
```

```
    3
```

```
>> b = 3
```

```
b =
```

```
    3
```

```
>> c = a+b
```

```
c =
```

```
    6
```

Operazioni di base in Matlab

Il comportamento di default della Command Window è quello di mostrare il risultato di ogni operazione a meno che questa non termini con il punto e virgola.

Riscrivere le operazioni appena viste aggiungendo “;” al termine di ogni operazione comporterà la medesima esecuzione delle operazioni senza la visualizzazione del risultato ad ogni passaggio.

Operazioni di base in Matlab

Per poter visualizzare in ogni momento il contenuto di una variabile sarà sufficiente scriverne il nome, per visualizzare il contenuto di più variabili sarà sufficiente scriverne i nomi separati da virgola, per visualizzare tutte le variabili presenti nel workspace si può utilizzare il comando whos:

```
>> whos
```

Name	Size	Bytes	Class	Attributes
ans	1x1	8	double	
b	1x1	8	double	

Operazioni di base in Matlab

Dai precedenti esempi si può notare come le variabili siano create automaticamente da MATLAB al momento del loro uso.

Se una variabile non esiste viene creata non appena compare nel termine di sinistra di una uguaglianza (assegnazione!).

I nomi di variabili possono essere lunghi un massimo di 31 caratteri con la distinzione tra lettere maiuscole e minuscole (Case Sensitive: Pippo è diverso da pippo).

La prima lettera di una variabile deve essere un carattere alfabetico (a-z,A-Z) mentre dalla seconda lettera in avanti possiamo utilizzare un qualsiasi carattere alfanumerico incluso il simbolo underscore “_”.

MATLAB: Variabili Predefinite

Variabile	Significato
ans	valore ultima operazione eseguita non assegnata a variabile
i,j	unità immaginaria
pi	π , 3.14159265...
eps	precisione di macchina
realmax	massimo numero macchina positivo
realmin	minimo numero macchina positivo
Inf	∞ , ossia un numero maggiore di realmax
NaN	Not a Number, tipicamente il risultato di un'espressione 0/0

MATLAB: Variabili Predefinite

Nonostante sia ammesso assegnare valori diversi a queste variabili, in generale è buona norma evitare di farlo, fatta eccezione per le variabili *i* e *j* spesso usate come indici interi.

Operatori di base in Matlab

Operatore	Significato
+	addizione
-	sottrazione
*	moltiplicazione
/	divisione
^	Elevamento a potenza
.*	Moltiplicazione termine a termine per vettori
./	Divisione termine a termine per vettori
.^	Elevamento a potenza termine a termine per vettori

MATLAB: Numeri Complessi

L'utilizzo di operazioni su numeri complessi è ammesso. Possiamo quindi scrivere espressioni del tipo

```
>> a=3+2i;
```

```
>> b=3.6+2.4*i;
```

```
>> a+b
```

```
ans =
```

```
6.6000 + 4.4000i
```

```
>> a*b
```

```
ans =
```

```
6.0000 +14.4000i
```

L'unità immaginaria è rappresentata dalle variabili i e j ed è tale che $i^2 = -1$, $j^2 = -1$.

Le forme $a = 3+2i$, $a = 3+2*i$, $a = 3+2j$, $a = 3+2*j$ sono accettate e sono equivalenti.

Oltre alle operazioni di base, molte delle funzioni comunemente presenti su una calcolatrice scientifica sono presenti in MATLAB.

Una funzione necessita di alcuni parametri in ingresso, elencati tra parentesi tonde, e solitamente restituisce un risultato che può essere assegnato ad una variabile.

Funzioni e Comandi

E' importante a questo punto distinguere tra funzioni e comandi:

- Come abbiamo visto in c **le funzioni** sono sottoprogrammi autonomi ed indipendenti con il compito di risolvere un problema, la sintassi è analoga a quanto già visto nel linguaggio c: il nome della funzione, il/i parametro/i tra parentesi tonde, ove presente il valore di ritorno da associare ad una variabile
- **I comandi** sono istruzioni proprie dell'ambiente, la sintassi è comando – spazio – argomento del comando

Esempio: la funzione coseno

L'espressione

```
>> y=cos(pi/4)
```

```
y =
```

```
0.7071
```

utilizza la funzione coseno con argomento $\pi/4$ e ne assegna il risultato alla variabile y .

Esempio: il comando help

L'espressione

```
>> help cos
```

```
COS Cosine.
```

```
COS(X) is the cosine of the elements of X
```

visualizza una descrizione rapida della funzione coseno in MATLAB.

Il comando help

Il comando **help** consente di avere una descrizione immediata di una funzione, un comando oppure un operazione MATLAB, semplicemente passando il nome della funzione, del comando oppure dell'operazione come argomento.

Il comando lookfor

Il comando lookfor consente di identificare le funzioni relative ad un particolare argomento.

Il comando identifica tutte le funzioni all'interno della cui descrizione compare l'argomento passato al comando lookfor.

Ad esempio l'espressione

```
>> lookfor logarithm
```

LOGSPACE Logarithmically spaced vector.

LOG Natural logarithm.

LOG10 Common (base 10) logarithm.

LOG2 Base 2 logarithm and dissect floating point number.

BETALN Logarithm of beta function.

GAMMALN Logarithm of gamma function.

LOGM Matrix logarithm.

restituisce una lista di funzioni (in maiuscolo) con una breve descrizione delle stesse.

Principali funzioni in MATLAB

Funzione	Significato
sin	seno
cos	coseno
asin	arcoseno
acos	arcocoseno
tan	tangente
atan	arcotangente
exp	esponenziale
log	Logaritmo naturale
sqrt	Radice quadrata
abs	Valore assoluto
sign	Funzione segno

Per una lista più esaustiva si può utilizzare il comando `>>help elfun`

Il comando format

Il risultato della precedente operazione $\cos(\pi/4)$ viene visualizzato utilizzando quattro cifre decimali. Questa è l'impostazione di default di MATLAB.

E' possibile modificarla tramite il comando format.

La sequenza di istruzioni

```
>> format long
```

```
>> cos(pi/4)
```

```
ans =
```

```
0.70710678118655
```

```
>> format short
```

abilita prima il formato a 14 cifre decimali, calcola il risultato, poi riattiva il formato standard a 4 cifre decimali.

E' importante evidenziare che la modifica della visualizzazione di un risultato tramite format non ha nulla a che vedere con l'effettiva precisione con cui MATLAB effettua il calcolo.

Iniziamo...

Si invita a prendere visione di quanto appena illustrato e a fare i primi esperimenti sul software

Un buon punto di partenza è:

```
>> help help
```

```
>> help lookfor
```

Grazie per l'attenzione

Riferimenti

Il corso di programmazione per il primo anno della Laurea Triennale in Matematica nasce con l'intento di unire ai principi di programmazione una conoscenza basilare di uno degli strumenti software più diffusi nell'ambito matematico: Matlab.

Per la parte introduttiva di MATLAB:

L. Pareschi, G. Dimarco "Introduzione a MATLAB", corso di Laboratorio di Calcolo Numerico 2006