MATLAB / Octave

Esercitazione 1

Introduzione

- MATLAB/Octave è prima di tutto un ambiente di lavoro dove in una finestra è possibile dare comandi per risolvere numericamente un'ampia gamma di problemi (in-line command)

- MATLAB/Octave è anche un linguaggio ad alto livello, pensato per il "numerical computation"

MATLAB e Octave

- Il linguaggio MATLAB/Octave è **interpretato**, ma l'esecuzione non è **"lenta"**

- Gli errori sono facili da trovare

- Il codice può anche essere compilato e si può interfacciare con codici scritti in altri linguaggi: Fortran, C, C++

MATLAB e Octave

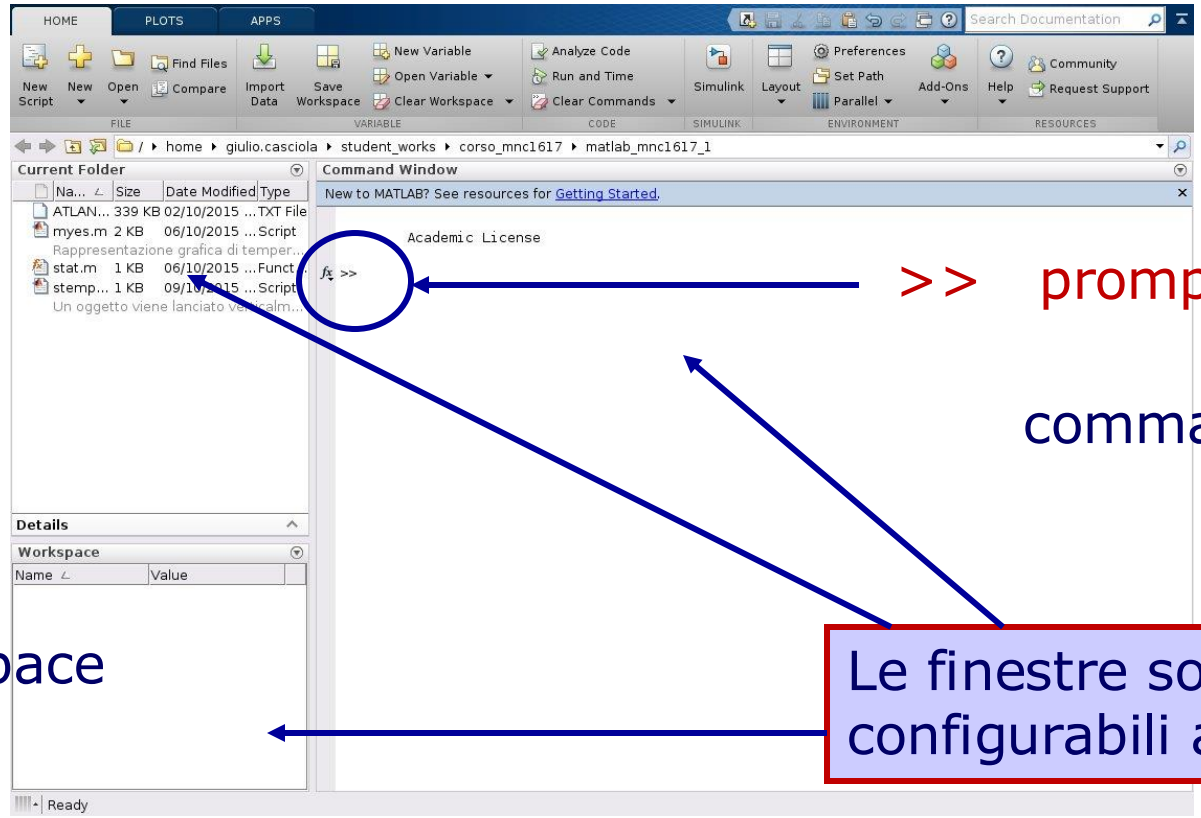
- MATLAB è un prodotto commerciale che richiede una licenza 

- Octave è un software libero. Si può ridistribuire e/o modificare sotto le condizioni della GNU General Public License

Le versioni più recenti di Octave vengono distribuite con una interfaccia grafica molto simile a quella di MATLAB

Starting MATLAB

Per lavorare con MATLAB cliccare sull'icona relativa o lanciarlo dal menu delle applicazioni; si aprirà l'ambiente di lavoro:



Starting MATLAB

- Nella command window appare il prompt >> che indica che MATLAB è pronto a ricevere comandi e fare calcoli

- Per arrestare una computazione avviata si può usare **`Ctrl-C`** che permetterà di tornare al prompt

- Per uscire dall'ambiente, digitare **`quit`** al prompt o chiudere la finestra con 

Ambiente MATLAB

Come detto MATLAB è prima di tutto un ambiente in cui si possono eseguire delle elaborazioni numeriche.

MATLAB esegue operazioni aritmetiche (+,-,*,/), potenze (^), logaritmi ed esponenziali (log, exp), funzioni trigonometriche (sin, cos, ecc.) e può usufruire di numerose funzioni predefinite richiamabili come istruzioni/comandi di S.O. da shell.

Nell'ambiente MATLAB si possono memorizzare informazioni alfanumeriche sotto forma di variabili, array, strutture.

Proviamo insieme

- Un semplice calcolo:

  >> 1/7

  ans=0.1429

- Per calcolare la radice quadrata di 2:

  >> sqrt(2)

  ans=1.4142

- Per visionare la lista dei file nella directory corrente:

  >> ls

- Un qualunque comando di S.O.:

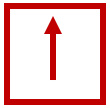
  >> pwd

- Una espressione complessa; memorizza nella variabile di nome y il risultato:

  >> y=3*exp(2*sqrt(x+1))

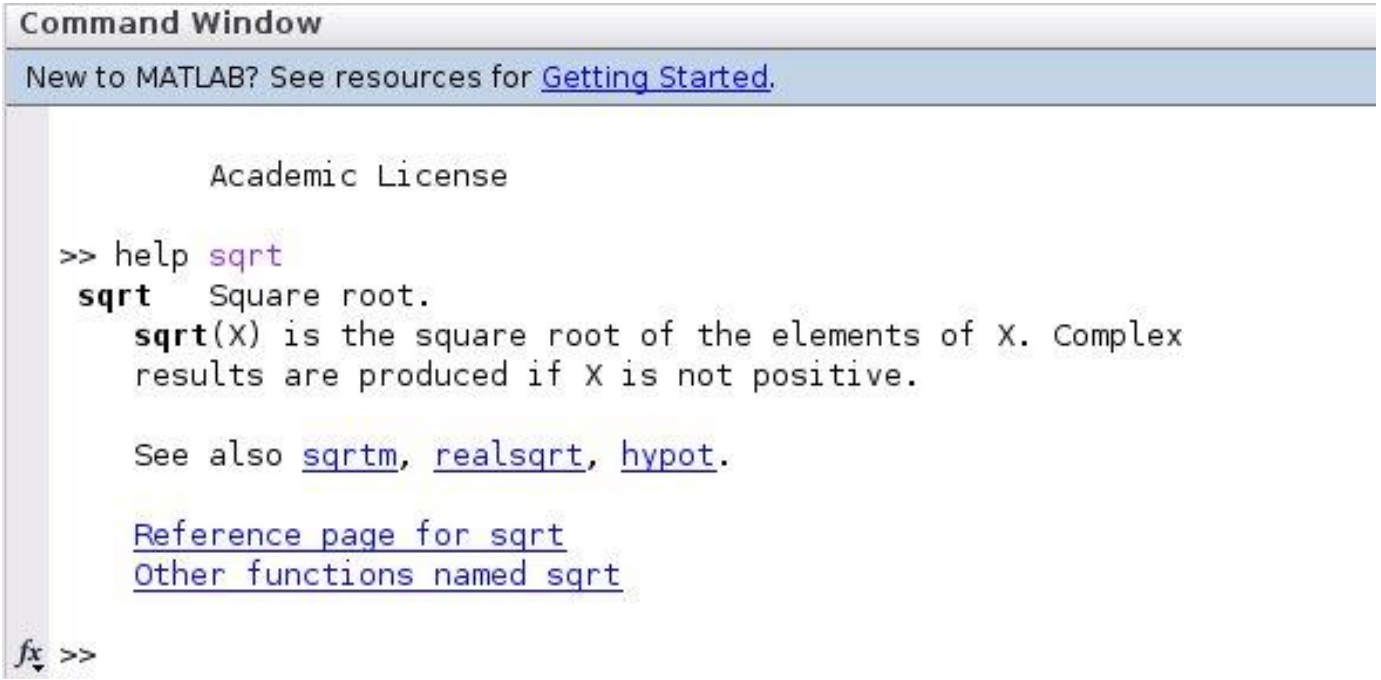
Command Window

La Command Window permette di …

- usare MATLAB proprio come una calcolatrice
- fare *Copy e Paste* di operazioni per una facile ripetizione di comandi
- Usare 'up-arrow'  e 'down-arrow'  key per riprendere e rieseguire i comandi dati in precedenza

MATLAB help

- L' help di MATLAB è uno strumento estremamente potente per imparare
- L' help non solo contiene informazioni teoriche, ma mostra anche esempi per l'implementazione (provare)



Espressioni

- Le espressioni sono la componente fondamentale delle istruzioni in MATLAB
  - Una espressione valuta un valore, che si può stampare, testare, memorizzare in una variabile (con un operatore di assegnazione), passare ad una funzione
  - Le espressioni includono variabili, riferimenti ad array, costanti, e chiamate a funzioni, così come combinazioni di queste con vari operatori

Variabili

- Il nome di una variabile in MATLAB deve essere una sequenza di lettere, cifre e underscore (_), ma non può iniziare con una cifra

- Non c'è limite al numero di caratteri nel nome di una variabile

- MATLAB è case-sensitive nei nomi di variabili. I simboli **`a`** e **`A`** sono variabili differenti

Variabili predefinite

- Un certo numero di variabili hanno un significato predefinito. Per esempio, **`pwd`** vale come la directory corrente, e **`pi`** significa il rapporto fra la circonferenza di un cerchio e il suo diametro (pigreca)

- MATLAB possiede una lunga lista di variabili predefinite. Alcuni di questi simboli predefiniti sono costanti e non possono essere cambiati

Stato delle variabili

- **`clear [options]`**

  cancella i nomi corrispondenti ai dati pattern della tabella dei simboli

  >>clear a

  >>clear all

- **`who [options]`**
- **`whos [options]`**

  producono la lista dei simboli correnti definiti, corrispondenti ai dati.

Tipi di dati

- I tipi di dati predefiniti sono
  - **scalari** “reali” e “complessi”
  - **range numerici**
  - **vettori e matrici** “reali” e “complessi”
  - **…**

Oggetti Dati Numerici

- Tutti i dati di tipo numerico sono memorizzati per default come numeri finiti in "**`double precision`**"

- Poiché i sistemi usano Ansi/IEEE std.754 1985 floating point format, possono essere memorizzati i valori nel range da `2.225e-308` a `1.797e+308`, e la relativa precisione (U) vale circa `1.110e-16`.

- I valori esatti sono dati rispettivamente dalle variabili **`realmin`**,**`realmax`** ed **`eps/2`**

Output

- Poiché Matlab solitamente stampa un valore non appena è stato valutato, la più semplice di tutte le funzioni di I/O è una espressione

```
>> a=15.2
a = 15.200
```

- Questo funziona anche dando come espressione il nome di una variabile (o la variabile di default **ans**) che verrà stampata insieme al suo valore
- Terminando un comando/espressione con un "punto e virgola" si chiederà a MATLAB di non stampare la conferma del comando

Definire un vettore

- Per definire un vettore riga e memorizzarlo con il nome b, si può dare il comando:

```
>> b=[3,5,8]
```

- MATLAB confermerà di aver eseguito quanto richiesto stampando il vettore riga

```
3    5    8
```

- Per definire un vettore colonna e memorizzarlo con il nome c, si può dare il comando:

```
>> c=[3;5;8]
```

Definire un range

```
>>1:5
```

- definisce l'insieme di valori 1,2,3,4,5.

```
>>1:2:5
```

- definisce l'insieme di valori 1,3,5.

- Una espressione range è definita dal valore del primo elemento nel range, un valore opzionale per l'incremento fra gli elementi, e un valore massimo per gli elementi
- La base, l'incremento e il limite sono separati da ":" e possono essere una qualunque espressione o chiamata a funzione

Definire un range

```
>>1:3:5
```

- definisce l'insieme di valori **1,4.**

```
>>5:-3:1
```

- definisce l'insieme di valori **5,2.**

```
>>k=2:2:20
```

- definisce il range dei numeri pari fra 2 e 20 e li memorizza nel vettore riga k

```
>>k=1:10
```

- definisce il range dei numeri interi da 1 a 10 e li memorizza nel vettore riga k

Ancora su range

- Si noti che il valore superiore (o quello inferiore, se l'incremento è negativo) definito in range non viene sempre incluso nell'insieme dei valori

- Range definito da valori floating point può produrre risultati inattesi, perché si usa l'aritmetica floating point

- Se risulta importante includere gli estremi di un range ed un ben preciso numero di elementi, si usi la funzione

`linspace()`

Definire una matrice

- Per definire un matrice e memorizzarla con il nome **A**, si può dare il comando:

```
>> A=[1,1,2;3,5,8;13,21,34]
```

ma anche

```
>> A=[1,1,2;
      3,5,8;
      13,21,34]
```

- MATLAB confermerà di aver eseguito quanto richiesto stampando la matrice in colonne allineate

```
1    1    2
3    5    8
13   21   34
```

Output di matrici

- Il comando

  ```
  >> B=rand(3,2);
  ```

  definisce una matrice di 3 righe e 2 colonne dove ogni elemento sarà un numero casuale fra zero ed uno; si noti che avendo usato il "`;`" non verrà visualizzato quanto memorizzato in **`B`**

- per visualizzare il valore di una qualunque variabile basta digitarne il nome, cioè

  ```
  >> B(2,1)
  ```

Elementi in matrici

- Gli oggetti matrice possono essere di qualsiasi dimensione, e possono essere dinamicamente ridimensionati (reshaped e resized)

- E' facile estrarre:
  - **righe,** `A(i,:)` seleziona l' **`i-esima`** riga della matrice,
  - **colonne,** `A(:,j)` seleziona la **`j-esima`** colonna della matrice
  - **sotto-matrici**, `A( i1:i2 , j1:j2)` seleziona le righe dalla `i1` alla `i2` e le colonne dalla `j1` alla `j2`.

Funzioni di dimensione oggetti

`length(A)`

ritorna il numero elementi del vettore **`A`**; se **`A`** è una matrice ritorna il numero di righe o di colonne, a seconda di quale sia il più grande fra i due

`columns(A)`

ritorna il numero di colonne di **`A`**

`rows(A)`

ritorna il numero di righe **`A`**

`[nr,nc]=size(A)`

il numero di righe viene assegnato ad **`nr`** e il numero di colonne viene assegnato ad **`nc`**.

Aritmetica Matriciale

- Gli operatori aritmetici in MATLAB/Octave implementano l'aritmetica matriciale. Per moltiplicare la matrice **A** per lo scalare **2**, digitare:

```
>> 2*A
```

- Per moltiplicare le due matrici **A** e **B**, digitare:

```
>> A*B
```

- Per definire la trasposta di una matrice o un vettore trasposto si usa l'operatore ':

```
>> A'
```

- Per fare il prodotto, matrice per vettore colonna, digitare:

```
>> A*b'
```

```
>> A*c
```

Aritmetica Classica

- Per operare fra scalari MATLAB/Octave ha i seguenti operatori: ".+" ".-" ".*" "./" ".^"
- Per moltiplicare ogni elemento di **A** per **2**

```
>> 2.*A
```

- Per moltiplicare le due matrici **A** e **B**, elemento per elemento (**A** e **B** devono avere le stesse dimensioni):

```
>> A.*B
```

- Per fare elevare alla seconda ogni singolo elemento della matrice **A**:

```
>> A.^2
```

- Per moltiplicare due vettori **a** e **b** elemento per elemento:

```
>> c=a.*b   %cosa fa invece a*b ?
```

Risolvere sistemi lineari

- Per risolvere il sistema lineare **`Ax=b`**, si usi l'operatore di "left division" \ :

```
>> A\b
```

- Questo è concettualmente equivalente ad invertire la matrice **`A`** ma evita il calcolo della matrice inversa
- Se la matrice dei coefficienti è singolare, MATLAB stamperà un messaggio di "warning"

Funzioni

- Una funzione è uno script per un particolare calcolo ed ha un nome. Per esempio, la funzione **`sqrt`** calcola la radice quadrata di un numero.

- Un certo numero di funzioni sono predefinite, che significa che sono disponibili per ogni programma. La funzione **`sqrt`** è una funzione predefinita.

- In aggiunta, l'utente può definire le proprie funzioni (le vedremo più avanti).

Chiamata di funzione

- Una espressione di chiamata a funzione consiste nel nome di una funzione e nella lista degli argomenti fra parentesi.
  - Gli argomenti sono espressioni che forniscono i dati su cui opera la funzione.
  - Quando c'è più di un argomento, questi sono separati da virgole.
  - Se non ci sono argomenti, si possono omettere le parentesi.

Argomenti di funzioni

- La maggior parte delle funzioni si aspettano un ben preciso numero di argomenti.

```
sqrt(x^2+y^2)    % un argomento
ones(n,m)        % due argomenti
rand()           % nessun argomento
rand("seed",1)   % due argomenti
```

- Alcune funzioni come **rand** prevedono un numero variabile di argomenti e si comportano differentemente a seconda del loro numero.

Valori di ritorno di funzioni

- La maggior parte delle funzioni ritornano un valore

```
y=sqrt(x);
```

- In MATLAB le funzioni possono ritornare più valori:

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

calcola la fattorizzazione **LU** della matrice **A** e assegna le tre matrici risultanti ad **L**, **U** e **P**.

Funzioni elementari

abs(x)	valore assoluto
sign(x)	funzione segno
sqrt(x)	radice quadrata
exp(x)	esponenziale (*e*^*x*)
log(x)	logaritmo naturale
log10(x)	logaritmo in base 10
rem(x,y)	resto della divisione x/y
round(x)	approssimazione all'intero più vicino
ceil(x)	approssimazione all'intero più vicino verso ∞
floor(x)	approssimazione all'intero più vicino verso $-\infty$
fix(x)	approssimazione all'intero più vicino verso 0
sin(x)	seno
cos(x)	coseno
tan(x)	tangente
asin(x)	arcoseno
acos(x)	arcocoseno
atan(x)	arcotangente

Altre Funzioni utili

se v è un vettore:

max(v)	massimo degli elementi di v
[y,j] = **max**(v)	y è il massimo degli elementi di v; j è la posizione di y nel vettore v.
min(v)	minimo degli elementi di v
[y,j] = **min**(v)	y è il minimo degli elementi di v; j è la posizione di y nel vettore v.
mean(v)	media degli elementi di v

se X è una matrice:

max(X)	vettore contenente i valori massimi di ogni colonna di X
[y,j] = **max**(X)	y è il vettore contenente i valori massimi di ogni colonna di X; j è il vettore contenente i numeri delle righe occupate dagli elementi di y nella matrice X.
min(X)	vettore contenente i valori minimi delle colonne di X
[y,j] = **min**(X)	y è il vettore contenente i valori minimi di ogni colonna di X; j è il vettore contenente i numeri delle righe occupate dagli elementi di y nella matrice X.
mean(X)	vettore contenente i valori medi delle colonne di X

script, m-file (file .m) ed Editor

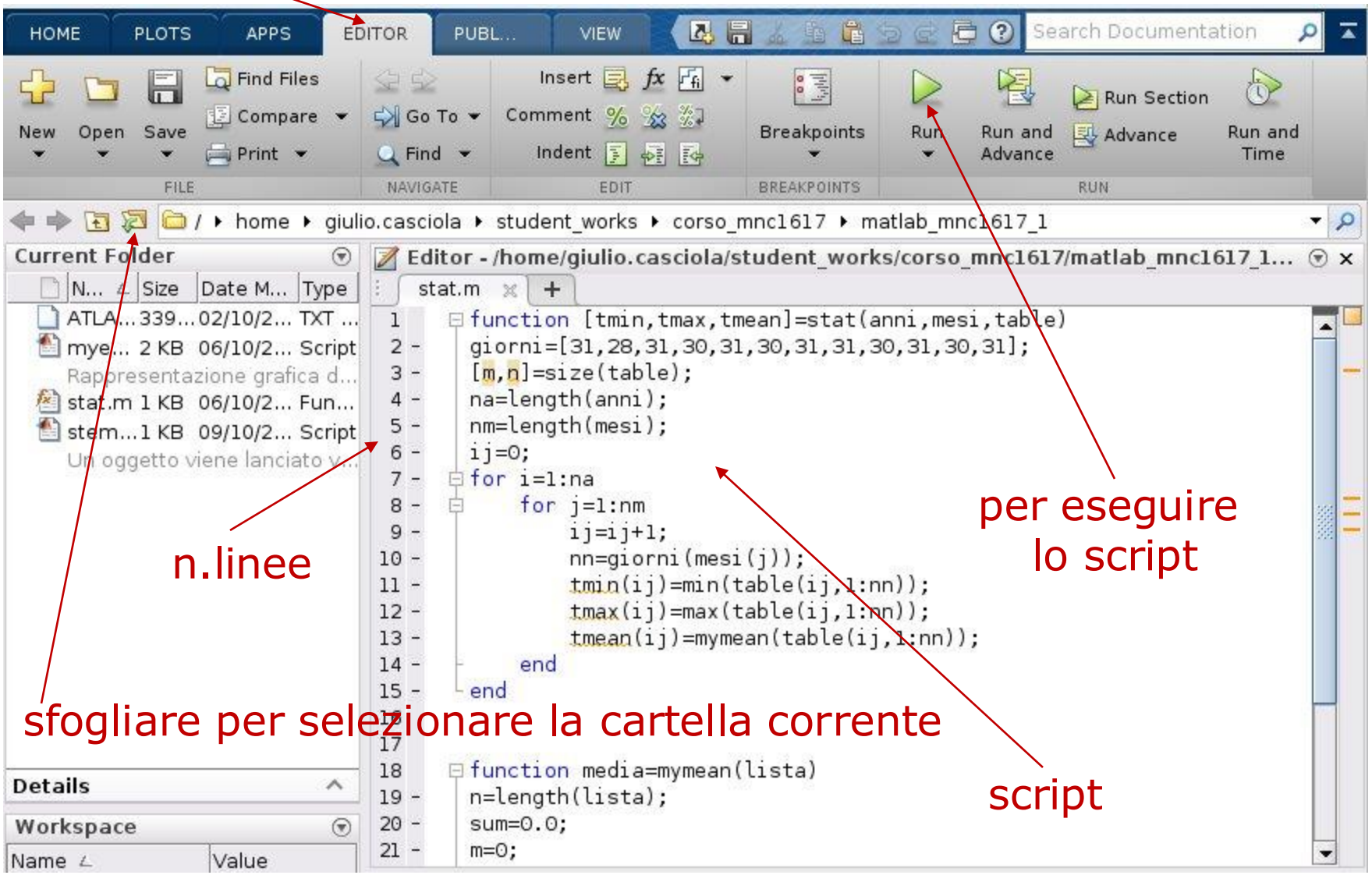
1) Creare un m-file
File → New File

2) Aprire un m-file esistente
File → Open File selezionare un m-file

A seguito di questi viene aperto l'Editor di MATLAB, un editor full-screen

Attenzione: usare la cartella "mnc2526_es1" per salvare questi esempi; si renda corrente questa cartella in MATLAB/Octave.

Editor


bottoni
HOME
PLOTS
APPS
EDITOR
PUBL...
VIEW
Search Documentation
New
Open
Save
Find Files
Compare
Print
Go To
Find
Insert
Comment
Indent
Breakpoints
Run
Run and Advance
Run Section
Advance
Run and Time
FILE
NAVIGATE
EDIT
BREAKPOINTS
RUN
/ ▸ home ▸ giulio.casciola ▸ student_works ▸ corso_mnc1617 ▸ matlab_mnc1617_1
Current Folder
N... Size Date M... Type
ATLA... 339... 02/10/2... TXT ...
mye... 2 KB 06/10/2... Script
Rappresentazione grafica d...
stat.m 1 KB 06/10/2... Fun...
stem...1 KB 09/10/2... Script
Un oggetto viene lanciato v...
Editor - /home/giulio.casciola/student_works/corso_mnc1617/matlab_mnc1617_1...
stat.m
1 function [tmin,tmax,tmean]=stat(anni,mesi,table)
2 - giorni=[31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31];
3 - [m,n]=size(table);
4 - na=length(anni);
5 - nm=length(mesi);
6 - ij=0;
7 - for i=1:na
8 - for j=1:nm
9 - ij=ij+1;
10 - nn=giorni(mesi(j));
11 - tmin(ij)=min(table(ij,1:nn));
12 - tmax(ij)=max(table(ij,1:nn));
13 - tmean(ij)=mymean(table(ij,1:nn));
14 - end
15 - end
17
18 function media=mymean(lista)
19 - n=length(lista);
20 - sum=0.0;
21 - m=0;
n.linee
per eseguire lo script
sfogliare per selezionare la cartella corrente
script
Details
Workspace
Name
Value

Esempio

Problemi che possiamo risolvere usando built-in function di MATLAB/Octave

- Si realizzi uno script contenente istruzioni/comandi MATLAB/Octave e lo si salvi in un m-file;

- Esecuzione dello script richiamandolo o eseguendolo.

Esercizio

Fare uno script per calcolare il determinante di una matrice.

- Definire una matrice A 4x4 di numeri reali
- Calcolare il determinante di A (built-in function det())
- Salvare lo script come M-file di nome sdet.m
- Chiamare/eseguire lo script: sdet

Creare uno script

Usare l'Editor per scrivere il seguente script:

```
%script di esempio
A=[1,2,3,4;0,1,2,3;0,0,1,2;0,0,0,1];
d=det(A);
%stampa del risultato
d
```

- Salvare il programma usando 'salva con nome' e dando 'sdet' come nome
- Salvare il file nella cartella che abbiamo reso corrente in MATLAB/Octave
- Se la cartella non è stata riconosciuta da MATLAB/Octave renderla corrente con cd o il File Browser

Eseguire uno script

Dalla Command Window dare il comando:

```
>>sdet
```

- MATLAB/Octave cerca nelle cartella corrente se esiste un M-file con questo nome
- Se lo trova lo carica in memoria e lo esegue, cioè esegue istruzione per istruzione il contenuto dello script; nella fattispecie procede così:

```
d =
     1
>>
```

Attenzione

Se abbiamo scritto male qualche comando MATLAB segnalerà degli errori sulla command window; il nostro compito è capire il messaggio, correggere lo script, risalvarlo e rieseguirlo, fino a che Matlab esegua senza errori.

Una volta prodotto un risultato dovremo valutare se è corretto in base a quello che ci aspettavamo; lo script può eseguire senza segnalare errori, ma produrre risultati errati.

Provate da soli

Seguendo il foglio dell'
Esercitazione 1: Ambiente MATLAB
realizzare lo script per la
risoluzione dell'esercizio A.1

Sugg. nella cartella mnc2526_es1 è presente un
m-file di nome sA1.m preimpostato;
caricarlo e completarlo.

Input ed Output

- Ci sono due classi distinte di funzioni di input ed output.
  - Il primo insieme è relativo alle built-in function disponibili in MATLAB/Octave.
  - Il secondo insieme è relativo alle funzioni della standard I/O library usata nel linguaggio C che offrono maggior flessibilità e controllo.

Output

- Per stampare il valore di una variabile (senza che venga stampato il suo nome), si usi la funzione **`disp`**.

```
>> disp(pi)
3.1416
```

  Si noti che l'output di **`disp`** finisce sempre con un newline.

- Esempi:

  `>> disp(X)` visualizza il contenuto dell'array, senza visualizzare il nome dell'array

  `>> disp('The value of X is:')` visualizza la stringa *The value of X is:*

  `>>`

Formato di Output

- Il comando **`format`** permette un certo controllo su come MATLAB stampa i valori con la funzione **`disp`**
- **`Opzioni del comando format`**
  - Controlla il formato dell'output prodotto da **`disp`** e dà un **`echoing`** normale. Opzioni valide:
    - short 5/6 cifre 3.1416
    - long 15 cifre 3.14159265358793
    - short e 5/6 cifre 3.1416e+00
    - long e 15 cifre 3.14159265358973e+00
    - short E 5/6 cifre 3.1416e+00
    - long E 15 cifre 3.14159265358973e+00

Input

Per leggere un valore ed assegnarlo ad una variabile si usi la funzione input, utile per un input interattivo.

R = input('How many apples') al prompt viene visualizzato il messaggio di testo e attende l'input da tastiera.

L'input può essere ogni espressione MATLAB/Octave, che viene opportunamente valutaa e il risultato viene memorizzato in R.

R = input('What is your name','s') al prompt viene visualizzato il messaggio di testo e attende in input da tastiera una stringa. L'input digitato non viene valutato; i caratteri sono semplicemente memorizzati come una stringa MATLAB/Octave.

I/O standard library

fscanf ed fprintf del C

```
fprintf(format, args);
fprintf(fid, format, args);
```

Esempi:

```
fprintf('%10.7f',val);
fprintf('%10.7f %10.7f',val1,val2);
fprintf('%d %20.16e %e \n',n,val1,val2);
```

Legenda: %d formato intero

%f forma fixed point

%e forma scientifica

Esercizio

Fare uno script per calcolare il fattoriale di un numero

- Input: n
- Utilizzare la built-in function “factorial()”
- Output : fc
- Salvare lo script con nome sfattoriale.m
- eseguire lo script: sfattoriale.m

Creare uno script

Usare l'Editor per scrivere il seguente script:

```
%script di esempio
n=input('digita un intero positivo: ');
fc=factorial(n);
disp('Il fattoriale è ');
disp(fc);
```

- Salvare il programma usando 'salva con nome' e dando 'sfattoriale' come nome
- Salvare il file in una cartella riconosciuta da MATLAB

Eseguire uno script

Dalla Command Window dare il comando:

```
>>sfattoriale
```

- MATLAB/Octave cerca nelle directory di sua pertinenza se esiste un m-file con questo nome
- Se lo trova lo carica in memoria e lo esegue, cioè esegue istruzione per istruzione il contenuto dello script; nella fattispecie procede così:

```
digita un intero positivo: _
```

- Il cursore lampeggia in attesa che l'utente digiti un numero come input

```
digita un intero positivo: 7
Il fattoriale è
5040
>>
```

Modifichiamo lo script

Usare l'Editor per modificare lo script:

```
%script di esempio
n=input('digita un intero positivo: ');
fc=factorial(n);
fprintf('Il fattoriale è %10.7f \n',fc);
```

- Salvare nuovamente lo script utilizzando 'save' e rieseguire.

Provate da soli

Seguendo il foglio dell'
Esercitazione 1: Ambiente MATLAB
e script, fare gli esercizi B.

Attenzione

Si suggerisce di iniziare ogni script con i seguenti comandi MATLAB:

`clear all` : pulisce il work space

`clc` : pulisce la command window

Esercizio B.1

Sugg. nella cartella mnc2526_es1 è presente un m-file di nome smmm.m preimpostato; caricarlo e completarlo per fare quanto richiesto

Esercizio B.2

Leggiamo il testo ed cerchiamo di capire bene cosa viene chiesto di fare prima di cominciare a fare lo script:

Potrebbe essere utile pianificare su carta le cose da fare nell'ordine.

Proviamo insieme a fare questo elenco?

Sugg. nella cartella mnc2526_es1 è presente un m-file di nome stabella.m preimpostato; caricarlo e completarlo.

Esercizio B.3

Questo esercizio viene lasciato come compito per casa e dovete provare a farlo da soli.