Università di Salerno
Dipartimento di
Ingegneria Industriale

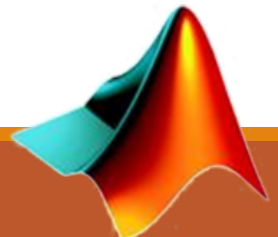
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO

Fondamenti di Informatica

Introduzione alla programmazione in MATLAB: Parte 1 (M-File ed Input/Output)

Prof. Arcangelo Castiglione

A.A. 2016/17



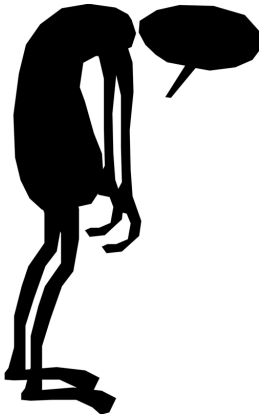
MATLAB

OUTLINE

- M-File
  - M-File Script
  - M-File Function
- Input/Output

M-File – 1/2

- Finora abbiamo inserito comandi, istruzioni e funzioni MATLAB direttamente mediante la **Command Window**
  - Tuttavia, ciò può causare disagio, specialmente quando comandi, istruzioni e funzioni devono essere rieseguiti più volte
    - Magari in più sessioni di lavoro MATLAB distinte
    - Con leggere modifiche
    - Etc



M-File – 1/2

- Finora abbiamo inserito comandi, istruzioni e funzioni MATLAB direttamente mediante la **Command Window**
  - Tuttavia, ciò può causare disagio, specialmente quando comandi, istruzioni e funzioni devono essere rieseguiti più volte
    - Magari in più sessioni di lavoro MATLAB distinte
    - Con leggere modifiche
    - Etc
  - MATLAB permette di risolvere questi problemi attraverso l'utilizzo degli *M-File*

M-File – 2/2

- MATLAB consente di memorizzare una sequenza di istruzioni in un file, detto *M-File*
- In particolare, un *M-File* può essere di due tipi
  - ***M-File Script***: contiene una sequenza di comandi o istruzioni MATLAB, nella stessa forma in cui vengono scritti usando Command Window
  - ***M-File Function***: contiene nuove funzioni MATLAB definite dall'utente. In generale, tali funzioni accettano dati in input e restituiscono dati di output, come risultato della loro elaborazione

M-File Script – 1/9

- In MATLAB è possibile **rieseguire comandi, istruzioni e funzioni** mediante i seguenti passi
  - ***Creare*** un file (che conterrà la lista di comandi, istruzioni e funzioni)
  - ***Salvare*** il file
  - ***Eseguire*** il file

- Un file contenente una lista di comandi/istruzioni/funzioni MATLAB viene detto
  - *M-File Script*

- Ogni *M-file Script* ha l'estensione ***.m***

M-File Script – 2/9

- Più precisamente, un *M-file Script* è
  - Un file esterno contenente sequenze di istruzioni MATLAB
    - Digitando il nome del file, comandi/istruzioni/funzioni prese in input da MATLAB sono ottenute direttamente da tale file
  - Utile per l'automazione di blocchi di comandi/istruzioni/funzioni MATLAB
    - Come ad esempio calcoli che è necessario eseguire più volte (manualmente) dalla Command Window

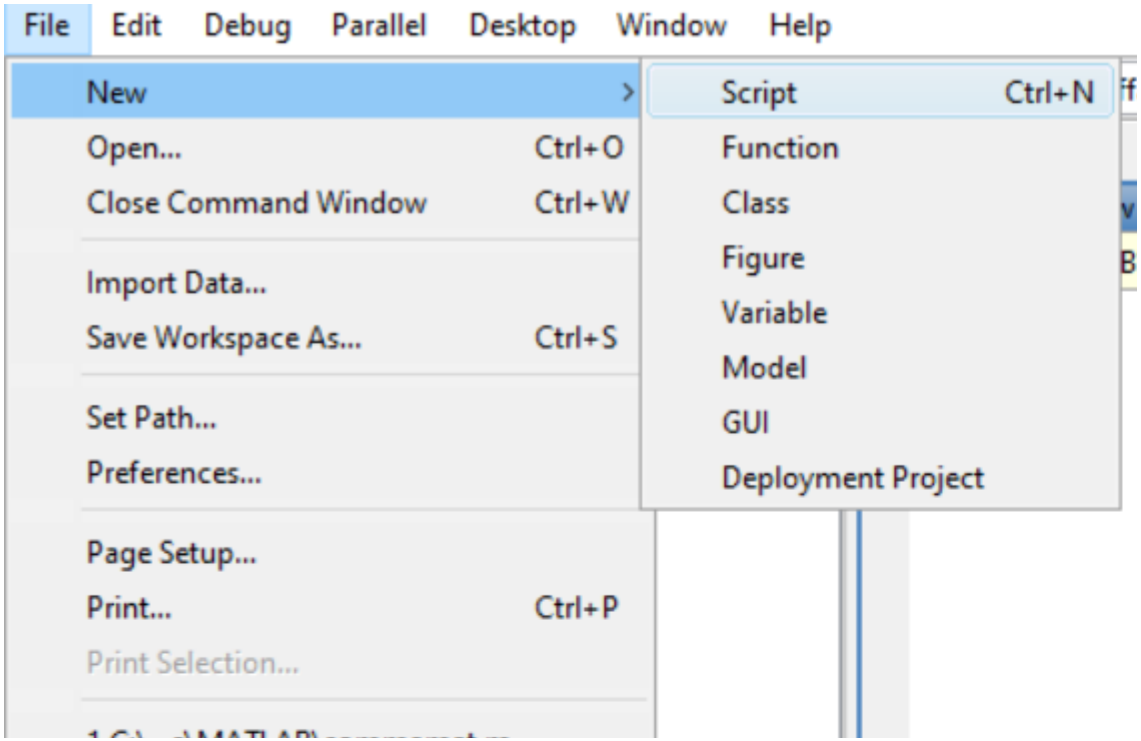
M-File Script – 3/9

- ***Esempio***
  - Creare uno script (di nome **sommamat.m**) che
    - Effettua la somma di due matrici A e B
    - Salva il risultato nella matrice C ed infine lo stampa
  - A e B sono definite come segue
    - $A = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 4 & 5 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 6 & 7 \\ 8 & 9 \end{bmatrix}$
  - **SOLUZIONE** MATLAB per sommare *A* e *B*
    - Tale soluzione andrà inserita nel file **sommamat.m**

```
A=[2 3;4 5];
B=[6 7; 8 9];
C=A+B
```

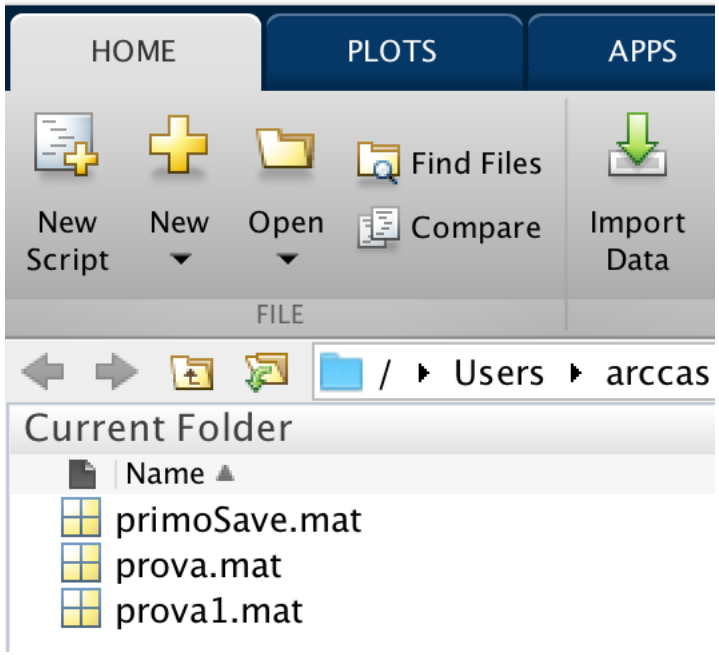
M-File Script – 4/9

- **Creare** uno script con MATLAB



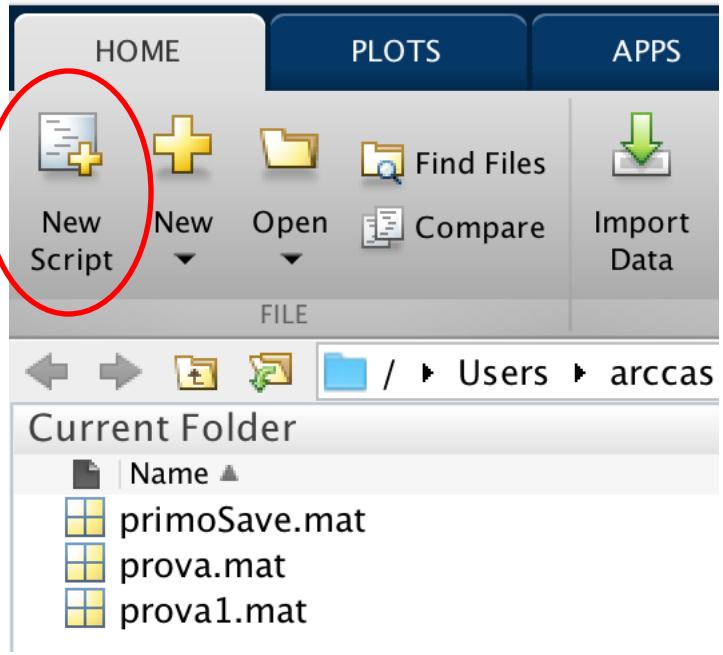
M-File Script – 4/9
(Versioni più recenti di MATLAB)

- **Creare** uno script con MATLAB



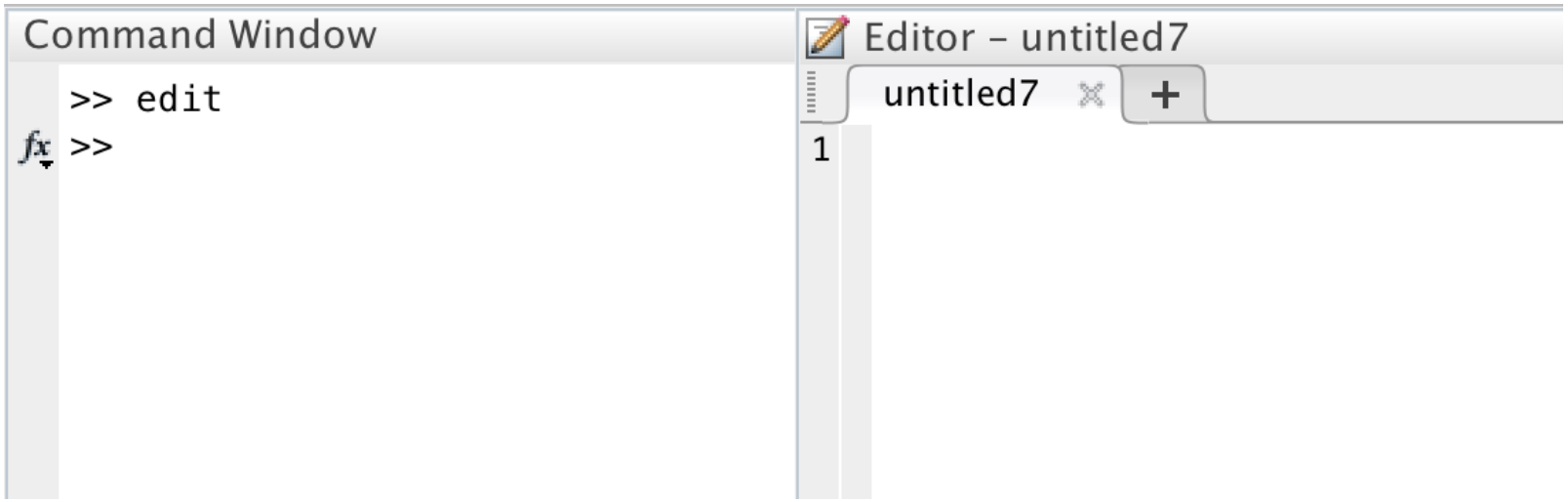
M-File Script – 4/9
(Versioni più recenti di MATLAB)

- **Creare** uno script con MATLAB



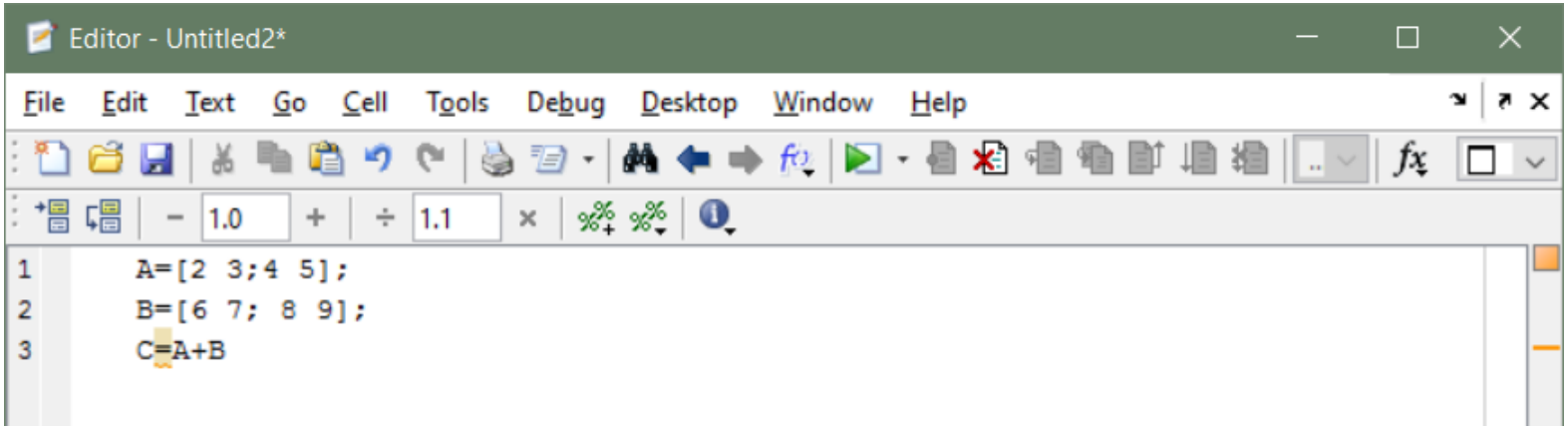
M-File Script – 4/9
(Utilizzando la Command Window)

- **Creare** uno script con MATLAB utilizzando il comando **`edit`**



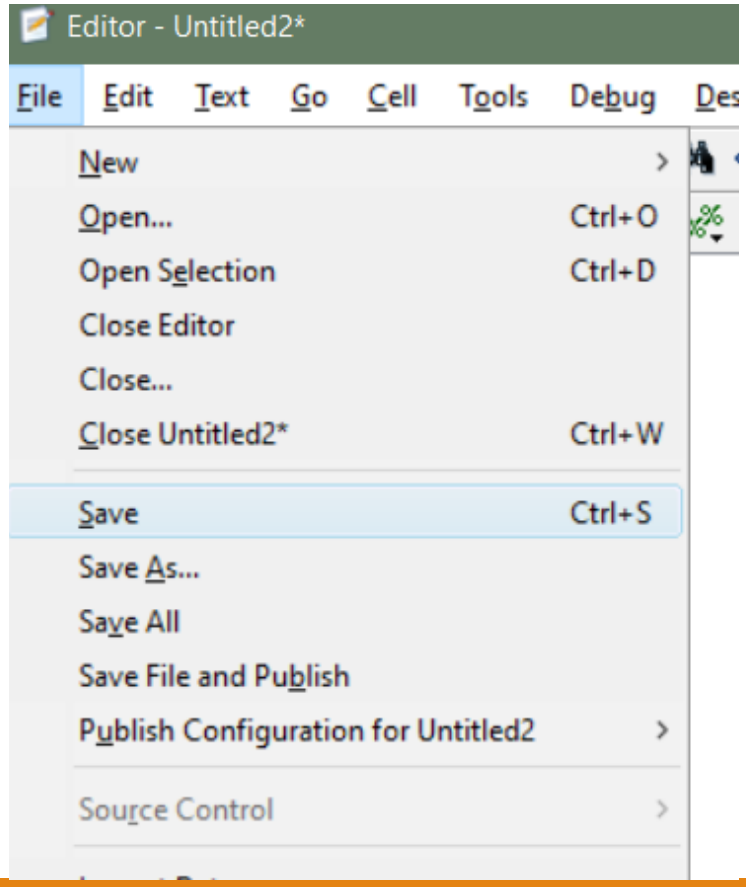
M-File Script – 5/9

- Editor di *M-File Script*
- Inserire le istruzioni MATLAB mediante l'**Editor** di *M-file Script*



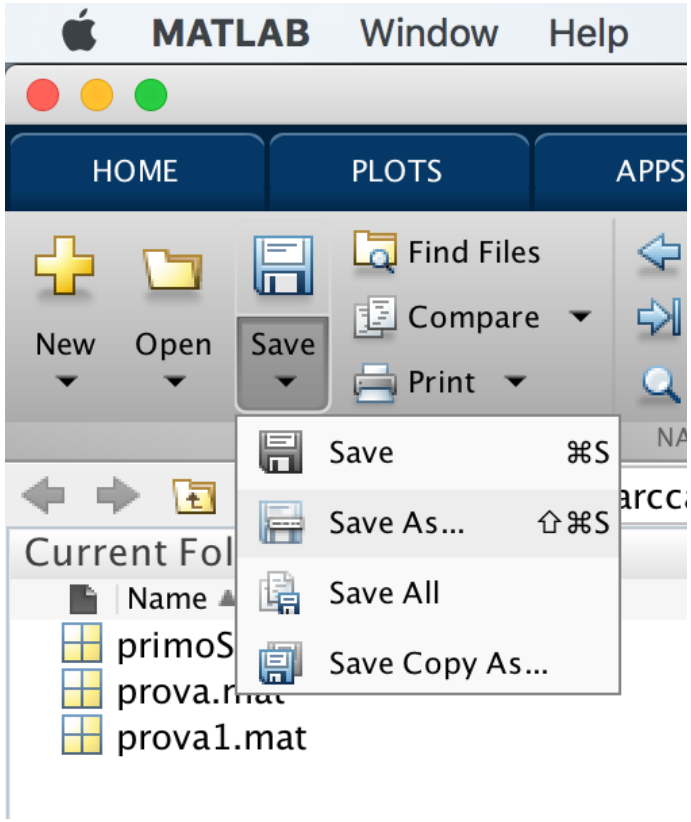
M-File Script – 6/9

- **Salvare** l'*M-File Script* (il .m viene automaticamente aggiunto)



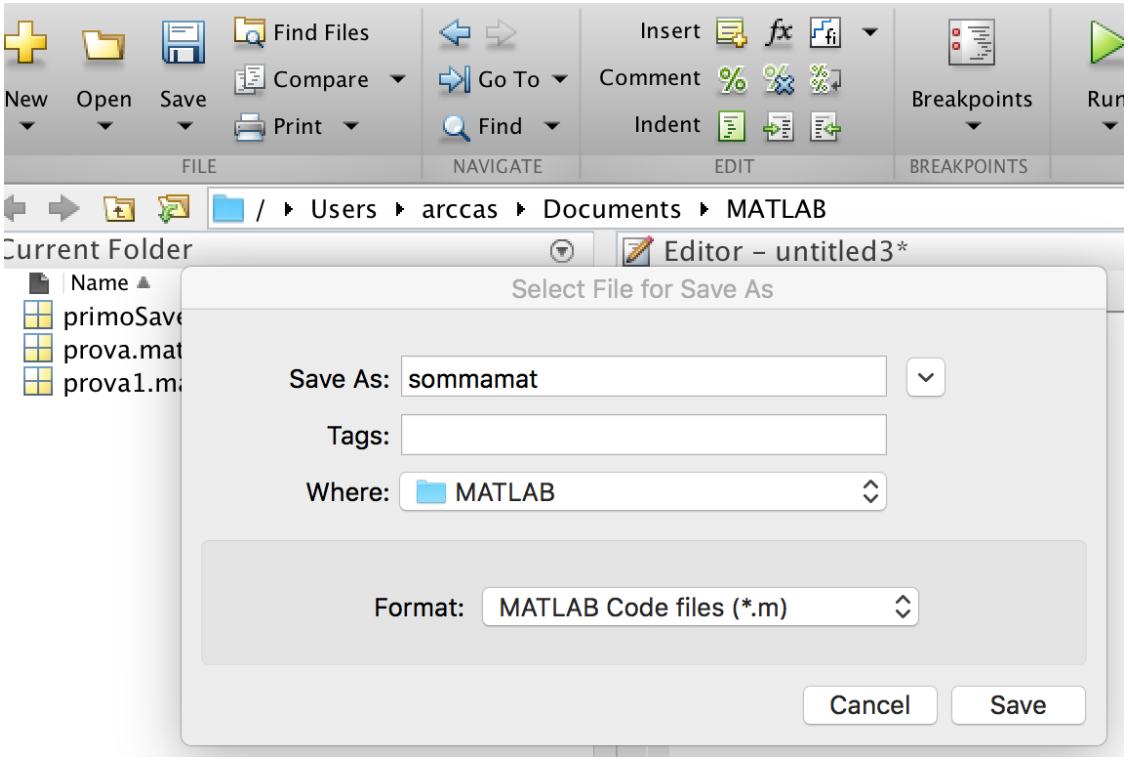
M-File Script – 6/9
(Versioni più recenti di MATLAB)

- **Salvare** l'*M-File Script* (il .m viene automaticamente aggiunto)



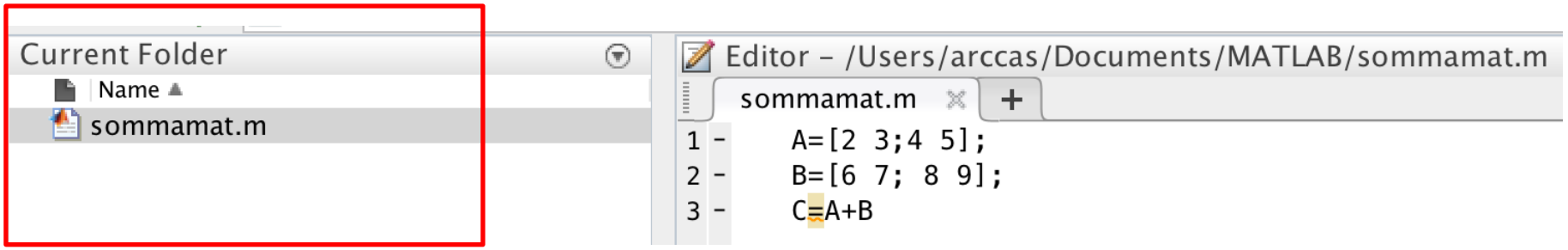
M-File Script – 6/9
(Versioni più recenti di MATLAB)

- **Salvare** l'*M-File Script* (il .m viene automaticamente aggiunto)



M-File Script – 6/9

- **Salvare** l'*M-File Script* (il .m viene automaticamente aggiunto)

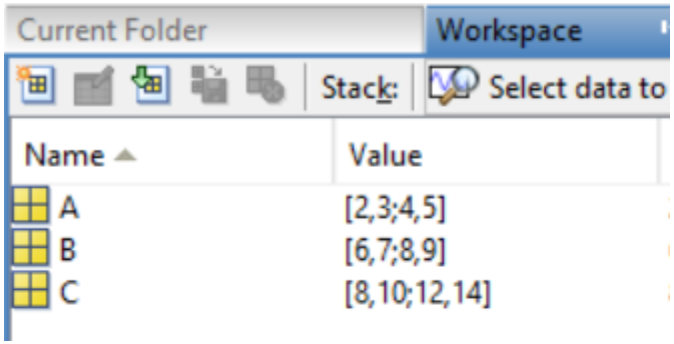


M-File Script – 7/9

- **Eseguire** l'*M-File Script* mediante la Command Window
  - L'*M-File Script* deve essere memorizzato nella Current Directory
  - Per **eseguirlo** è sufficiente digitare nella Command Window il **nome del file script (senza estensione .m)**

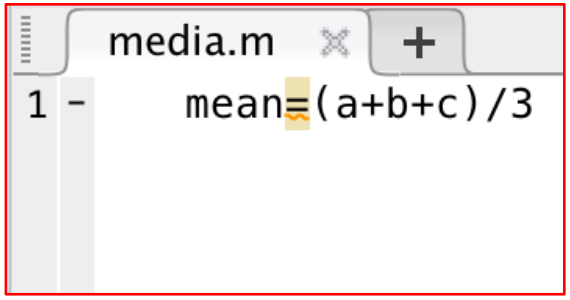
  - ***Esempio***
    - Supponiamo di aver memorizzato il file script dell'esempio precedente nella Current Directory, con il nome di **sommamat.m**

```
>> sommamat

C =

     8    10
    12    14
```

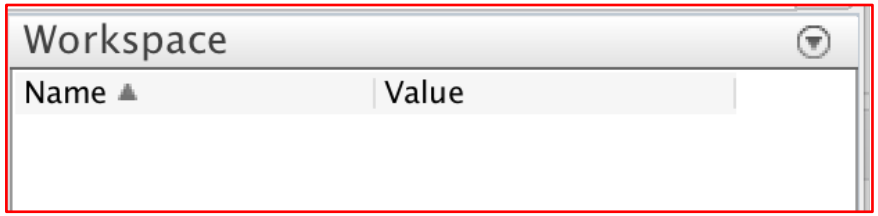


M-File Script – 8/9

- Gli *M-File Script* possono operare su variabili esistenti nel Workspace, oppure possono crearne di nuove
  - Tutte le variabili che che vengono create da tali script rimangono nel Workspace e possono essere usate per effettuare ulteriori calcoli



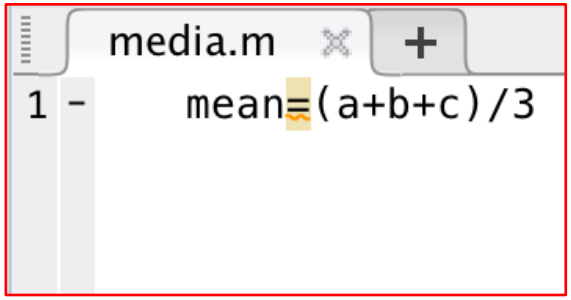
Script per calcolare la media di 3 numeri



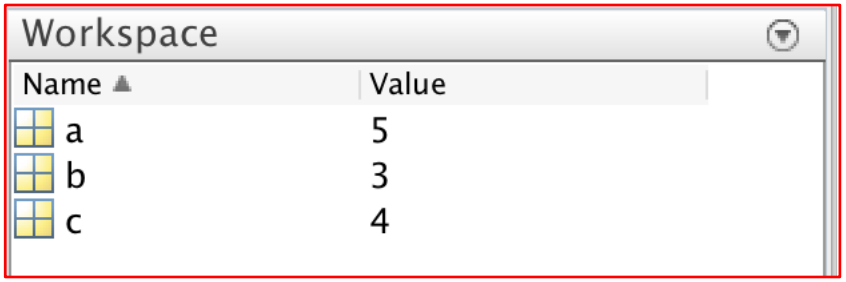
Workspace

M-File Script – 8/9

- Gli *M-File Script* possono operare su variabili esistenti nel Workspace, oppure possono crearne di nuove
  - Tutte le variabili che che vengono create da tali script rimangono nel Workspace e possono essere usate per effettuare ulteriori calcoli

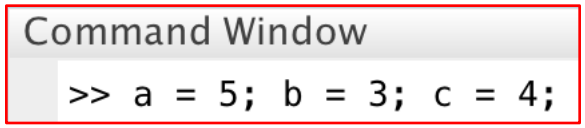


Script per calcolare la media di 3 numeri



Variabili presenti nel Workspace prima dell'esecuzione dello script

Definisco tre variabili `a, b, c`



Command Window

- Gli *M-File Script* possono operare su variabili esistenti nel Workspace, oppure possono crearne di nuove
  - Tutte le variabili che che vengono create da tali script rimangono nel Workspace e possono essere usate per effettuare ulteriori calcoli

media.m

```
1 -    mean=(a+b+c)/3
```

Script per calcolare la media di 3 numeri

Workspace

Name	Value
a	5
b	3
c	4
mean	4

Variabile inserita nel Workspace dopo l'esecuzione dello script

Eseguo lo script `media`

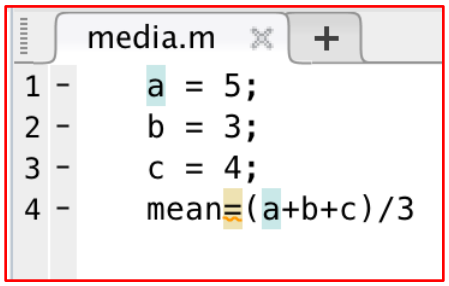
Command Window

```
>> a=5; b=3; c=4;
>> media

mean =

     4
```

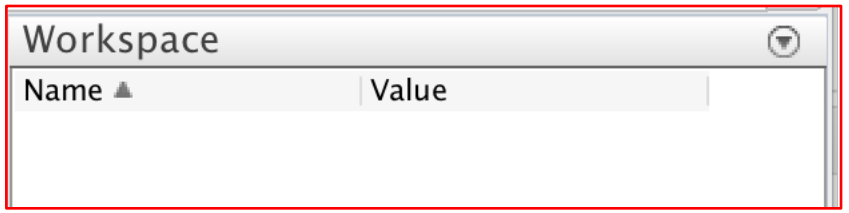
Command Window

M-File Script – 8/9

- Gli *M-File Script* possono operare su variabili esistenti nel Workspace, oppure possono crearne di nuove
  - Tutte le variabili che che vengono create da tali script rimangono nel Workspace e possono essere usate per effettuare ulteriori calcoli



Script per calcolare la media di 3 numeri



Workspace

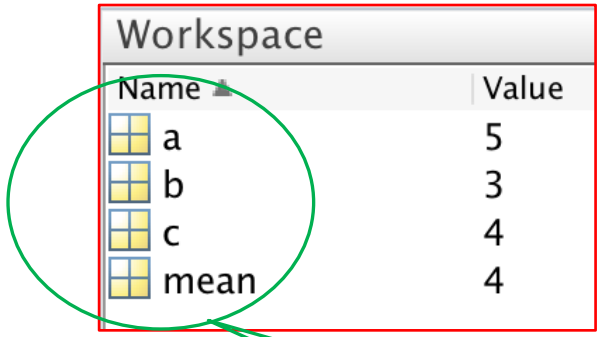
M-File Script – 8/9

- Gli *M-File Script* possono operare su variabili esistenti nel Workspace, oppure possono crearne di nuove
  - Tutte le variabili che che vengono create da tali script rimangono nel Workspace e possono essere usate per effettuare ulteriori calcoli

media.m

```
1 -     a = 5;
2 -     b = 3;
3 -     c = 4;
4 -     mean=(a+b+c)/3
```

Script per calcolare la media di 3 numeri



Variabili inserite nel Workspace dopo l'esecuzione dello script

Eseguo lo script `media`

Command Window

```
>> media

mean =

     4
```

M-File Script – 9/9

- ***M-File Script***
  - **VANTAGGI:**
    - È possibile modificare (se necessario) comandi/istruzioni/funzioni nel file una sola volta, ed eseguire tale file (script) più volte
  - **SVANTAGGI:**
    - Tutte le variabili create all'interno dello script sono aggiunte al Workspace, e questo può portare a problemi indesiderati
      - *Ad Esempio*
        - Alcune variabili già esistenti nel Workspace vengono sovrascritte
        - Lo stato di alcune variabili già esistenti nel Workspace viene modificato
        - Etc

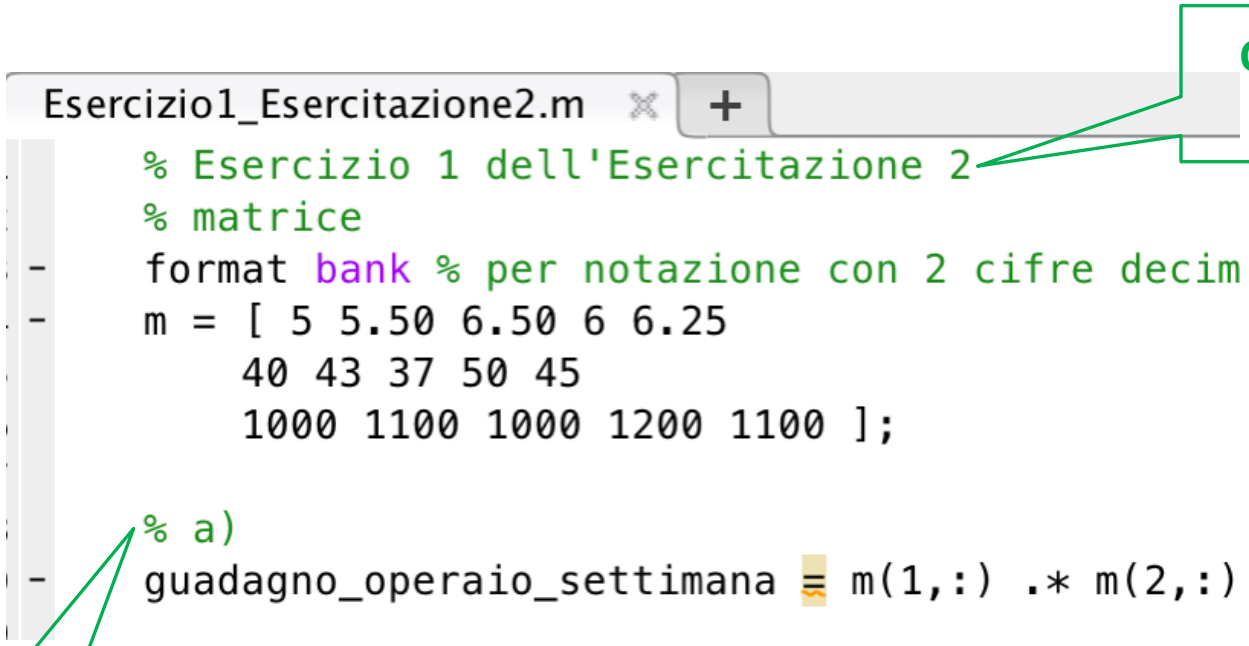
Commenti in MATLAB – 1/3

- Gli *M-File Script* (ma anche gli *M-File Function*) possono contenere qualsiasi serie di istruzioni/comandi/funzioni MATLAB, ma anche **commenti**
  - Qualsiasi testo che segue un segno di percentuale (**%**) su una data linea è detto testo di **commento** ed è mostrato in **verde**
  - **I commenti**
    - Possono apparire
      - Su linee distinte rispetto alle istruzioni MATLAB
      - Alla fine di una istruzione MATLAB
    - Non vengono processati da MATLAB
  - L'aggiunta di commenti è essenziale per la comprensione di programmi costituiti da un gran numero di istruzioni
    - A maggior ragione se il programma deve essere compreso da persone diverse dal suo autore

Esercizio1_Esercitazione2.m

```
% Esercizio 1 dell'Esercitazione 2
% matrice
format bank % per notazione con 2 cifre decimali (maggiori dettagli in seguito)
m = [ 5 5.50 6.50 6 6.25
    40 43 37 50 45
    1000 1100 1000 1200 1100 ];

% a)
guadagno_operaio_settimana = m(1,:) .* m(2,:)

% b)
guadagno_operai_settimana = sum(guadagno_operaio_settimana)

% c)
pezzi_prodotti = sum(m(3,:))

% d)
costo_medio_pezzo = guadagno_operai_settimana / pezzi_prodotti

% e)
ore_totali = sum(m(2,:));
ore_medie_pezzo = ore_totali / pezzi_prodotti

% f)
format short % maggiori dettagli in seguito
efficienza_operai=m(2,:) ./ m(3,:)
operaio_piu_efficiente = max(efficienza_operai)
operaio_meno_efficiente = min(efficienza_operai)
```

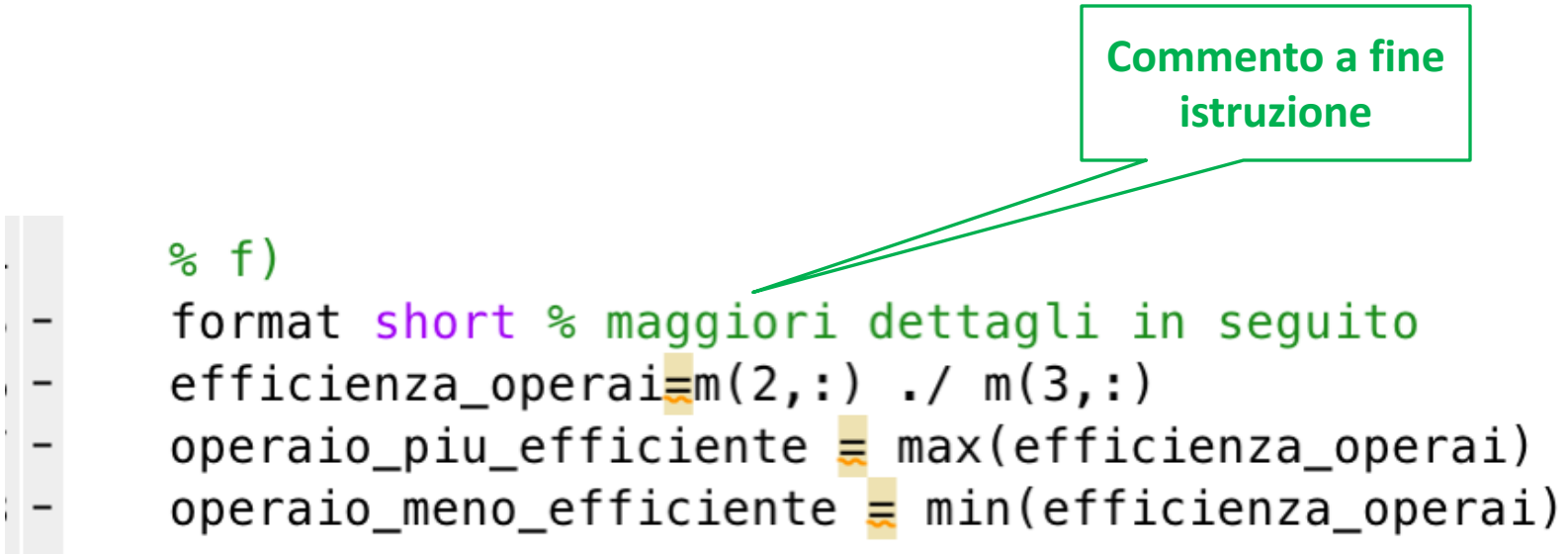
Commenti in MATLAB – 2/3



Commento su linea distinta

Commento su linea distinta

Commenti in MATLAB – 3/3

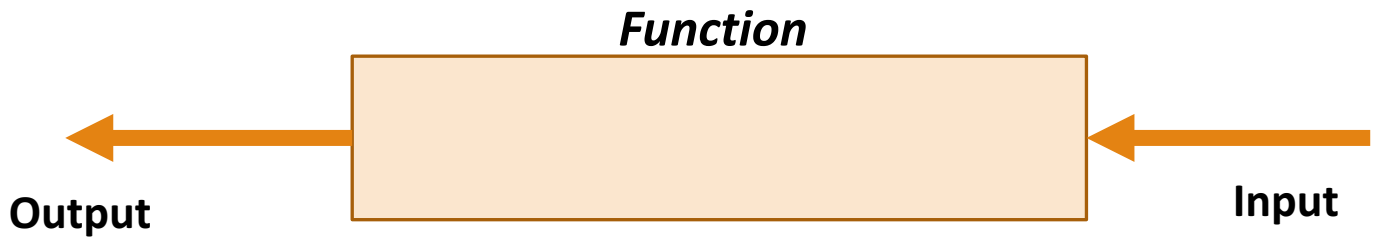


Funzioni – 1/4

- Una funzione è un **segmento (blocco) autonomo di programma** che esegue **un compito specifico**
- In termini più formali, una funzione (detta anche subroutine, metodo, procedura o sottoprogramma) è una **porzione di codice** all'interno di un programma più ampio, che svolge un **compito specifico** e può essere relativamente indipendente dal resto del codice
- Le **funzioni** rappresentano le **basi per costruire programmi** più **complessi**

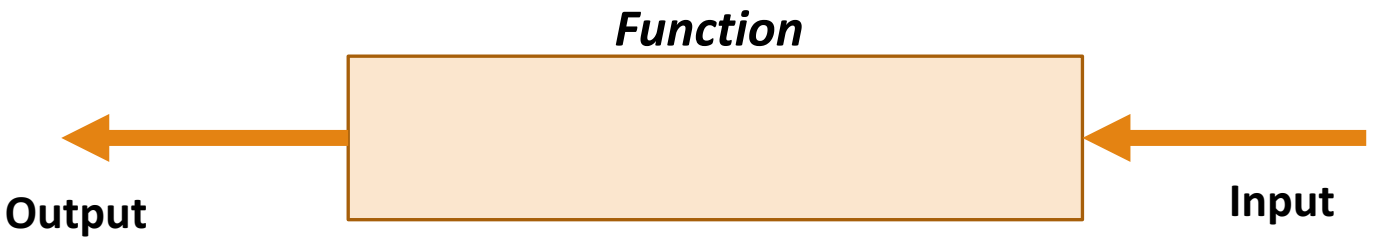
Funzioni – 2/4

- Una funzione è un **segmento (blocco) autonomo di programma** che esegue **un compito specifico**



Funzioni – 2/4

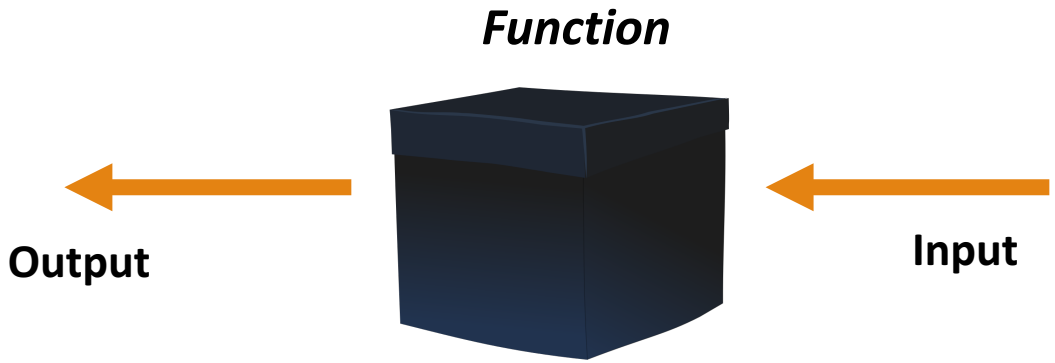
- Una funzione è un **segmento (blocco) autonomo di programma** che esegue **un compito specifico**



- Una funzione può
  - Accettare uno o più (ma anche zero) **argomenti in *input***
  - Restituire uno o più (ma anche zero) **argomenti in *output***

Funzioni – 3/4

- Una funzione può essere vista come una sorta di ***"black box"***
  - Il suo codice sorgente ed il suo Workspace (**stato**) risultano nascosti al chiamante
    - Una funzione comunica con il "mondo esterno" soltanto usando le proprie variabili di input e output



Funzioni – 4/4

- ***Perché usare le funzioni?***
  - ***Riusabilità***
    - Una funzione può essere usata più volte, senza necessità di riscrivere ogni volta il codice sorgente (istruzioni) che essa contiene
  - ***Leggibilità*** *del codice*
    - Un programma che risolve un problema complesso, può essere suddiviso più sotto-programmi (funzioni), ognuno dei quali risolve un sotto-problema (*divide-et-impera*)
  - ***Gestibilità*** *del codice*

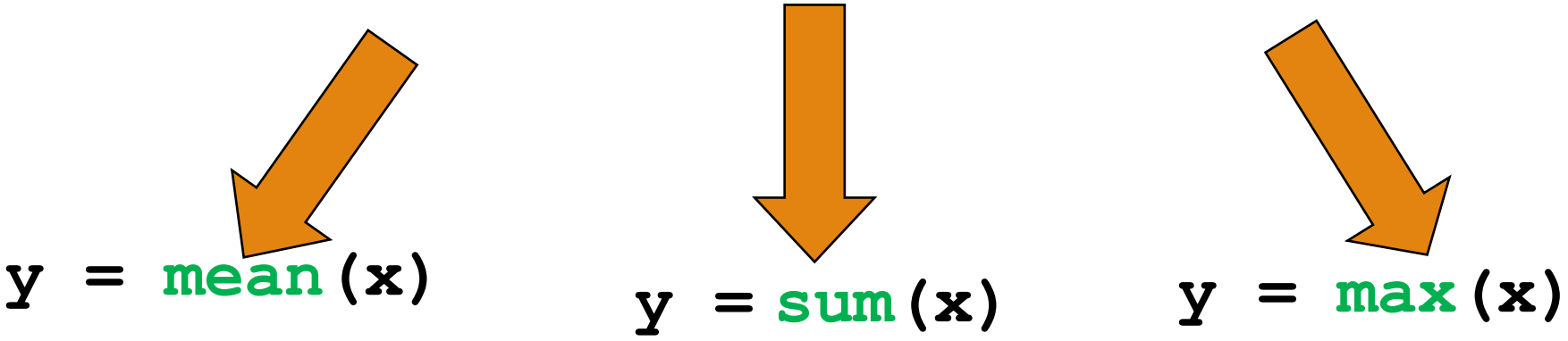
M-File Function – 1/11

- MATLAB mette già a disposizione diverse funzioni, dette *funzioni built-in*
  - Alcune delle quali sono state utilizzate nelle lezioni precedenti
    - Ad esempio **`mean`**, **`sum`**, **`max`**, etc

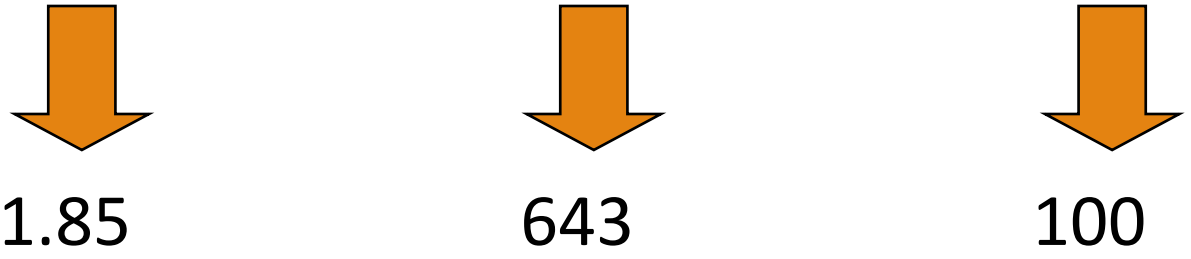
Input

x =						
80	90	95	100	98	88	92

Funzioni



Output



M-File Function – 1/11

- MATLAB mette già a disposizione diverse funzioni, dette *funzioni built-in*
  - Alcune delle quali sono state utilizzate nelle lezioni precedenti
    - Ad esempio `max`, `sum`, `sqrt`, etc
- Inoltre, MATLAB permette all'utente di creare proprie funzioni, dette funzioni ***user-defined***

M-File Function – 2/11

- Vediamo come creare in MATLAB una funzione *user-defined*

- **Sintassi** per creare una *funzione* definita dall'utente

```
function [variabili di output] = nome_funzione(variabili di input)
   <corpo_funzione>
end
```

M-File Function – 2/11

```
function [variabili di output] = nome_funzione(variabili di input)
   <corpo_funzione>
end
```

- Le **variabili di output** sono quelle i cui valori vengono calcolati dalla funzione, utilizzando i valori delle **variabili di input**
  - Le **variabili di output** sono racchiuse tra parentesi quadre (che sono facoltative quando c'è un solo output)
- Le **variabili di input** devono essere racchiuse tra parentesi tonde
- La parola **function** nella riga di definizione della funzione deve essere scritta in lettere minuscole

M-File Function – 2/11

- Vediamo come creare in MATLAB una funzione *user-defined*
- **Sintassi** per creare una *funzione* definita dall'utente

```
function [out1,out2,...,outN] = nome_funzione(in1,in2,...,inM)
    <corpo_funzione>
end
```

M-File Function – 2/11

- Vediamo come creare in MATLAB una funzione *user-defined*
- **Sintassi** per creare una *funzione* definita dall'utente

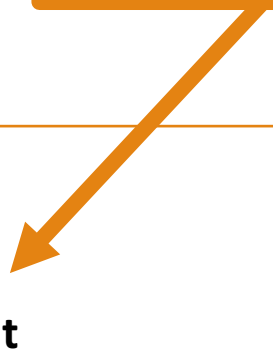
```
function [out1,out2,...,outN] = nome_funzione(in1,in2,...,inM)
    <corpo_funzione>
end
```

Output

M-File Function – 2/11

- Vediamo come creare in MATLAB una funzione *user-defined*
- **Sintassi** per creare una *funzione* definita dall'utente

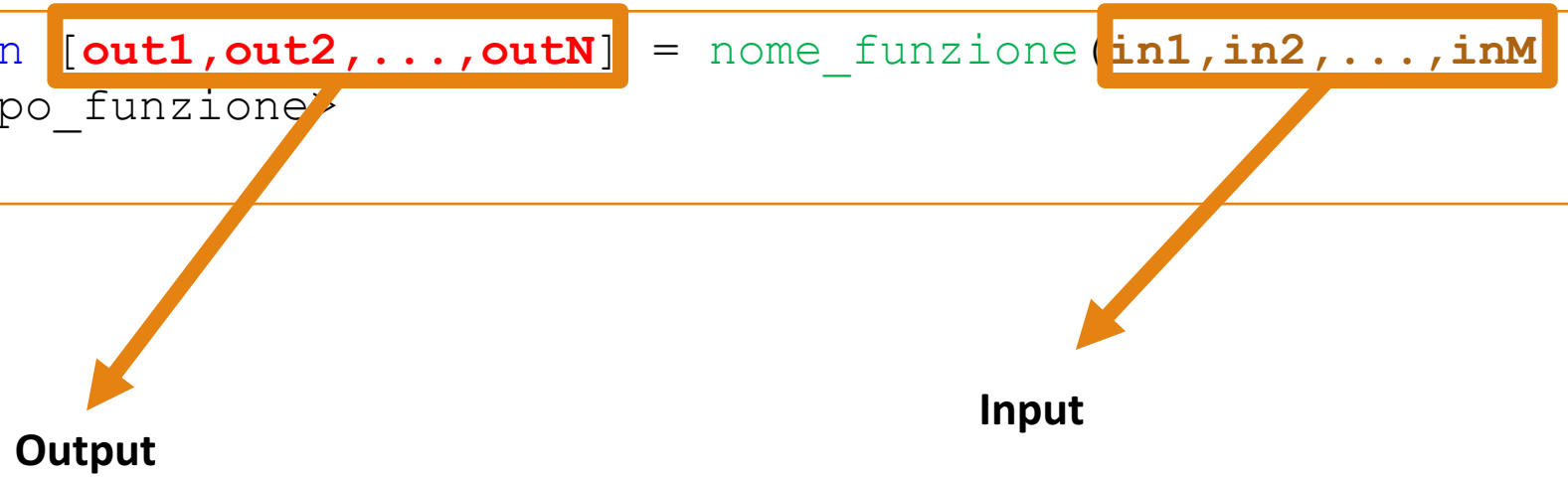
```
function [out1,out2,...,outN] = nome_funzione(in1,in2,...,inM)
    <corpo_funzione>
end
```



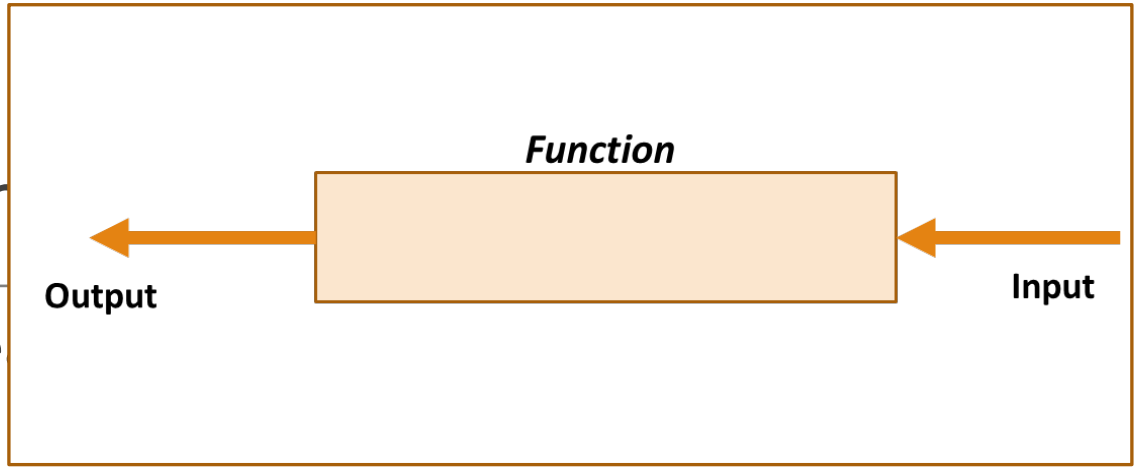
M-File Function – 2/11

- Vediamo come creare in MATLAB una funzione *user-defined*
- **Sintassi** per creare una *funzione* definita dall'utente

```
function [out1,out2,...,outN] = nome_funzione(in1,in2,...,inM)
    <corpo_funzione>
end
```



M-File Fur



- Vediamo come cre

- **Sintassi** per creare una *funzione* definita dall'utente

```
function [out1,out2,...,outN] = nome_funzione(in1,in2,...,inM
    <corpo_funzione>
end
```

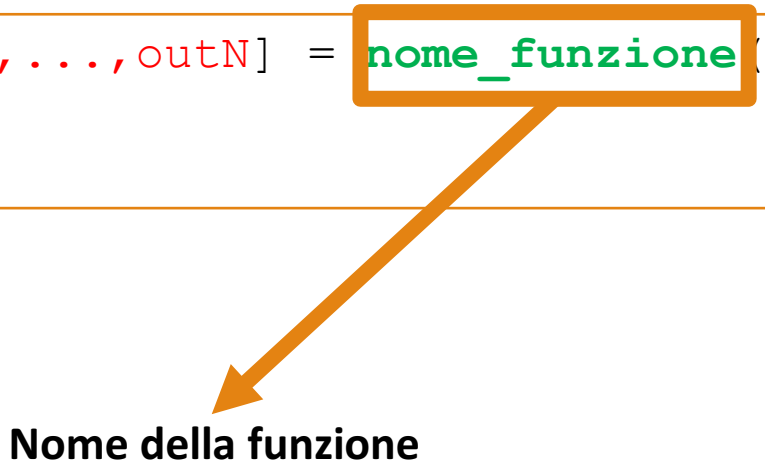
Output

Input

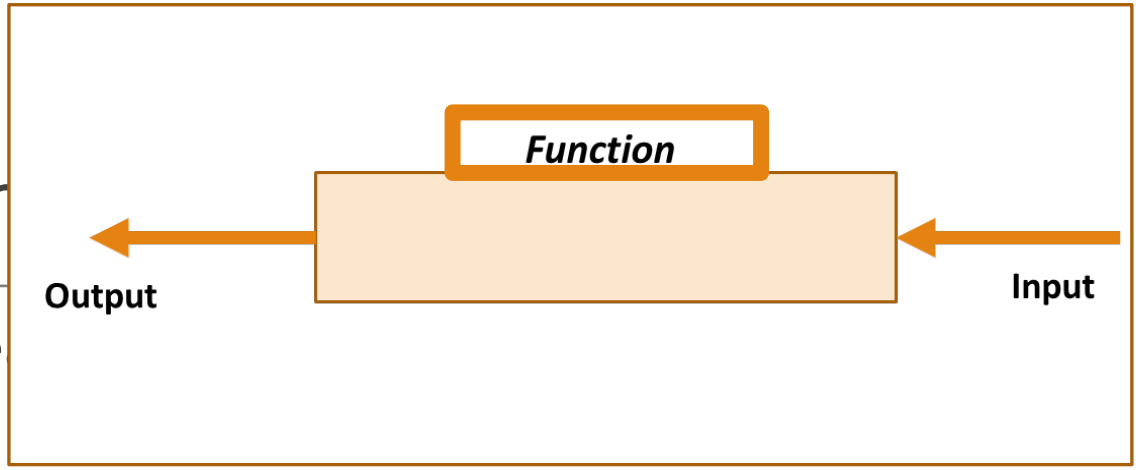
M-File Function – 2/11

- Vediamo come creare in MATLAB una funzione *user-defined*
- **Sintassi** per creare una *funzione* definita dall'utente

```
function [out1,out2,...,outN] = nome_funzione(in1,in2,...,inM)
    <corpo_funzione>
end
```



M-File Fur



- Vediamo come cre

- **Sintassi** per creare una *funzione* definita dall'utente

```
function [out1,out2,...,outN] = nome_funzione(in1,in2,...,inM)
    <corpo_funzione>
end
```

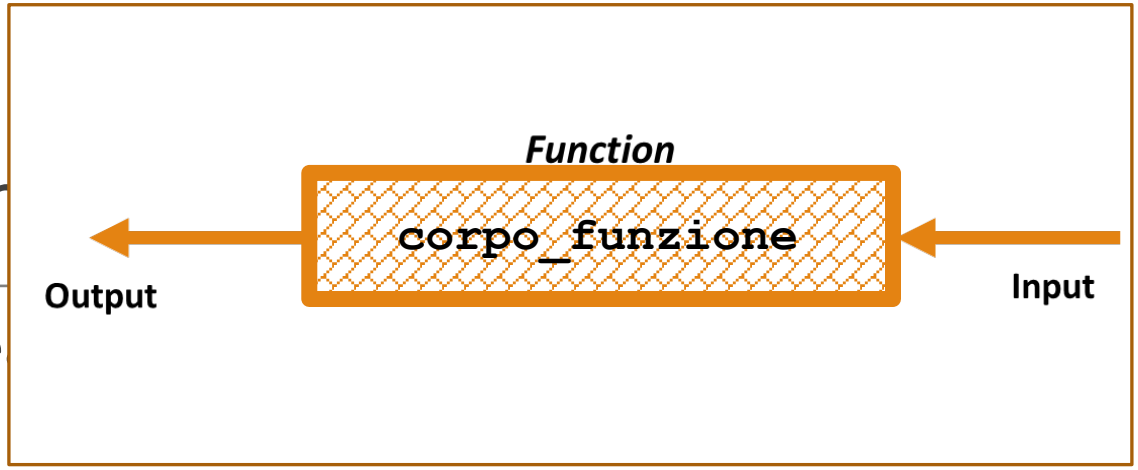
Nome della funzione

M-File Function- 2/11

- Vediamo come creare in MATLAB una funzione *user-defined*
- **Sintassi** per creare una *funzione* definita dall'utente

```
function [out1,out2,...,outN] = nome_funzione(in1,in2,...,inM)
   <corpo_funzione>
end
```

M-File Fur



- Vediamo come cre

- **Sintassi** per creare una *funzione* definita dall'utente

```
function [out1,out2,...,outN] = nome_funzione(in1,in2,...,inM)
   <corpo_funzione>
end
```

M-File Function – 3/11

- ***Esempio 1*** (Area Triangolo Equilatero)

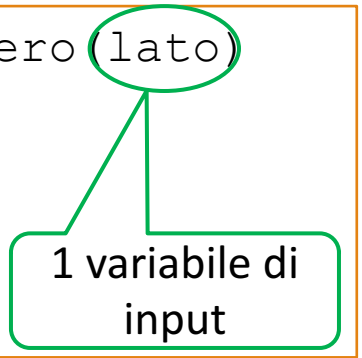
```
function area = area_triangolo_equilatero(lato)

area = sqrt(3)/4 * lato^2;

end
```

Definizione (o dichiarazione) della funzione

M-File Function – 3/11

- ***Esempio 1*** (Area Triangolo Equilatero)

```
function area = area_triangolo_equilatero(lato)

area = sqrt(3)/4 * lato^2;

end
```



Definizione (o dichiarazione) della funzione

M-File Function – 3/11

- ***Esempio 1*** (Area Triangolo Equilatero)

```
function area = area_triangolo_equilatero(lato)

area = sqrt(3)/4 * lato^2;

end
```

1 variabile di output

Definizione (o dichiarazione) della funzione

M-File Function – 3/11

- ***Esempio 1*** (Area Triangolo Equilatero)

```
function area = area_triangolo_equilatero(lato)

area = sqrt(3)/4 * lato^2;

end
```

1 variabile di output

Definizione (o dichiarazione) della funzione

N.B. I nomi delle variabili di output presenti nella definizione della funzione devono essere identici a quelli delle variabili in cui sono memorizzati i valori (calcolati) che la funzione deve restituire come output

M-File Function – 3/11

- ***Esempio 1*** (Area Triangolo Equilatero – Con Commenti)

```
function area = area_triangolo_equilatero(lato)

%La funzione prende in input la lunghezza di un lato e
%restituisce in output l'area del triangolo

%L'area del triangolo equilatero può essere calcolata
%dividendo per 4 la radice quadrata di 3; il risultato
%ottenuto da tale divisione deve essere moltiplicato per
%la dimensione del lato, elevata al quadrato


area = sqrt(3)/4 * lato^2;

end
```

M-File Function – 4/11

- ***Esempio 2*** (Area Sfera)

```
function area = area_sfera(raggio)

area = 4 * pi * raggio^2;

end
```

Definizione (o dichiarazione) della funzione

M-File Function – 5/11

- ***Esempio 3*** (Area e Volume Sfera)

```
function [area, volume] = area_volume_sfera(raggio)

area = area_sfera(raggio);
volume = 4/3 * pi * raggio^3;

end
```

Definizione (o dichiarazione) della funzione

M-File Function – 5/11

- ***Esempio 3*** (Area e Volume Sfera)

```
function [area, volume] = area_volume_sfera(raggio)

area = area_sfera(raggio);
volume = 4/3 * pi * raggio^3;

end
```

2 variabili di output

Definizione (o dichiarazione) della funzione

M-File Function – 5/11

- ***Esempio 3*** (Area e Volume Sfera)

```
function [area, volume] = area_volume_sfera(raggio)

area = area_sfera(raggio);
volume = 4/3 * pi * raggio^3;

end
```

2 variabili di output

Definizione (o dichiarazione) della funzione

N.B. I nomi delle variabili di output presenti nella definizione della funzione devono essere identici a quelli delle variabili in cui sono memorizzati i valori (calcolati) che la funzione deve restituire come output

M-File Function – 5/11

- ***Esempio 3*** (Area e Volume Sfera)

```
function [area, volume] = area_volume_sfera(raggio)

area = area_sfera(raggio);  → invocazione a un'altra funzione
volume = 4/3 * pi * raggio^3;

end
```

  - **Osservazione:** all'interno di una funzione è possibile invocare una o più funzioni *user-defined* e/o funzioni *built-in* di MATLAB

  - **NOTA**: Le funzioni *user-defined*, per poter essere invocate, devono essere state precedentemente memorizzate (salvate) nel relativo *M-File Function*
    - Vediamo come…

M-File Function – 6/11

- Le funzioni *user-defined*, per poter essere invocate, devono essere state precedentemente memorizzate (salvate) nel relativo *M-File Function*

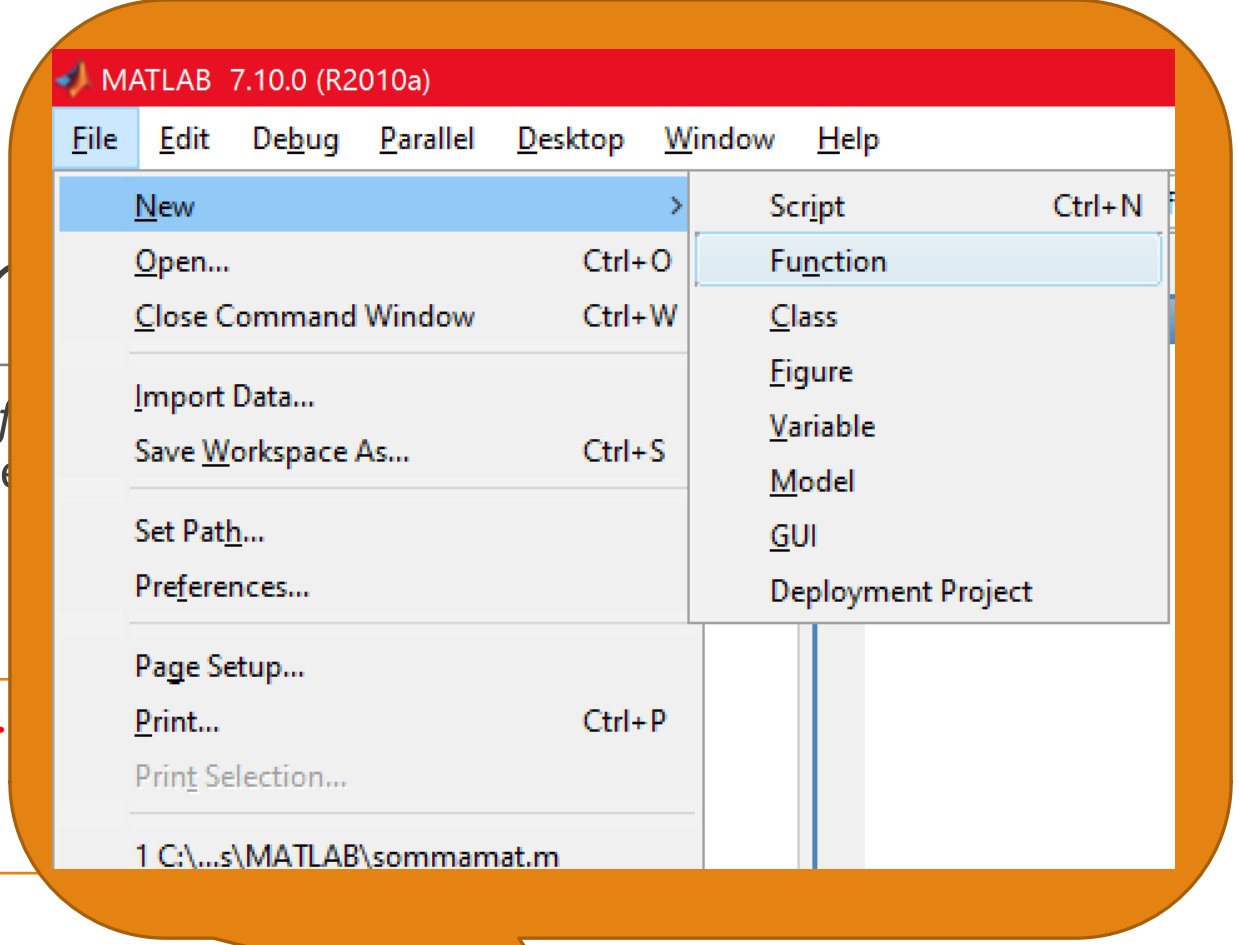
```
function [out1,out2,...,outN] = nome_funzione(in1,in2,...,inM)
    <corpo_funzione>
end
```

- **Salvare una funzione *user-defined* in un *M-File Function***
  - Il nome della funzione (**nome_funzione**) deve essere uguale al nome del file in cui sarà salvata tale funzione
  - Ad es., se il nome della funzione è **media**, tale funzione deve essere salvata nel file **media.m (N.B. MATLAB suggerisce già il nome corretto da dare alla funzione)**

M-File Fun

- Le funzioni *user-def*
  state precedenteme
  Function

```
function [out1,out2,...
    <corpo_funzione>
end
```

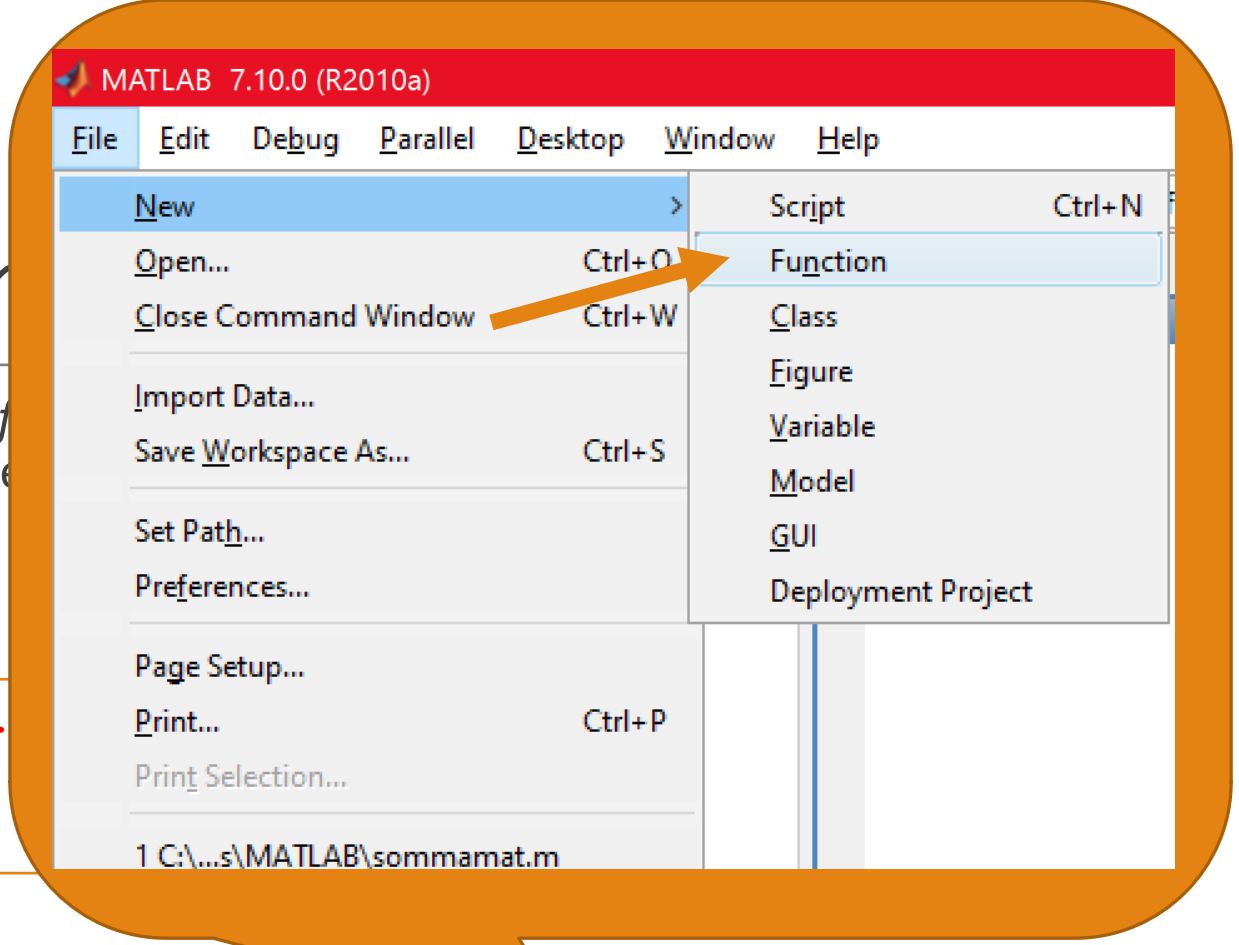


- **Salvare una funzione *user-defined* in un *M-File Function***
  - Il nome della funzione (**`nome_funzione`**) deve essere uguale al nome del file in cui sarà salvata tale funzione
  - Ad es., se il nome della funzione è **`media`**, tale funzione deve essere salvata nel file **media.m (N.B. MATLAB suggerisce già il nome corretto da dare alla funzione)**

M-File Fun

- Le funzioni *user-def*
  state precedenteme
  Function

```
function [out1,out2,...
    <corpo_funzione>
end
```

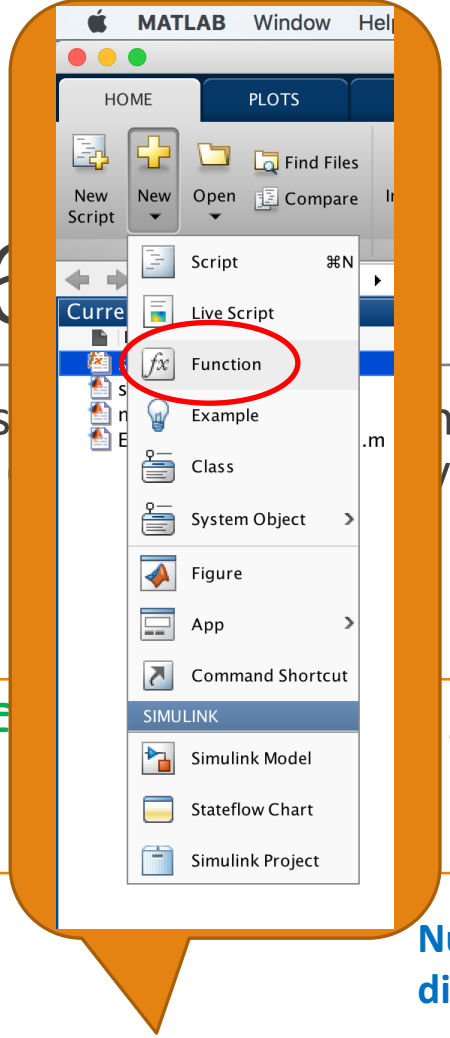


- **Salvare una funzione *user-defined* in un *M-File Function***
  - Il nome della funzione (**`nome_funzione`**) deve essere uguale al nome del file in cui sarà salvata tale funzione
  - Ad es., se il nome della funzione è **`media`**, tale funzione deve essere salvata nel file **media.m (N.B. MATLAB suggerisce già il nome corretto da dare alla funzione)**

M-File Function – 6

- Le funzioni *user-defined*, per poter ess… …no essere state precedentemente memorizzate … …vo *M-File Function*

```
function [out1,out2,...,outN] = nome_f…  …,...,inM)
    <corpo_funzione>
end
```



Nuove versioni di MATLAB

- **Salvare una funzione *user-defined* in un *M-File Function***
  - Il nome della funzione (**`nome_funzione`**) deve essere uguale al nome del file in cui sarà salvata tale funzione
  - Ad es., se il nome della funzione è **`media`**, tale funzione deve essere salvata nel file **media.m (N.B. MATLAB suggerisce già il nome corretto da dare alla funzione)**

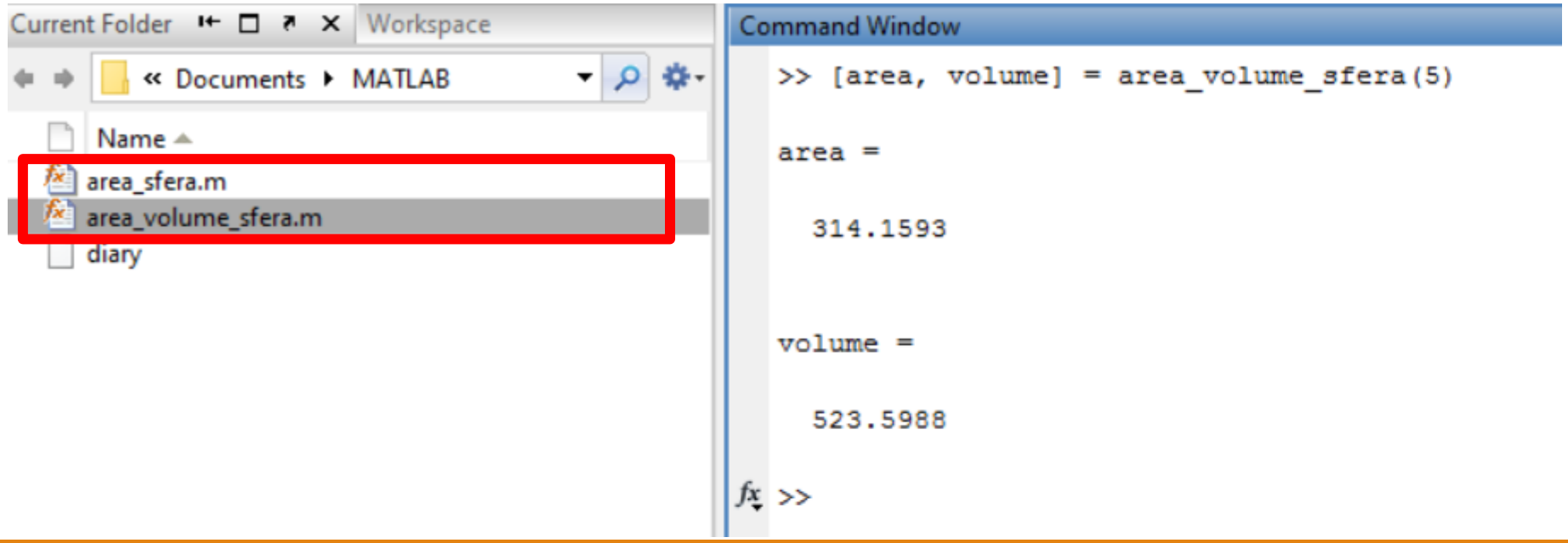
M-File Function – 7/11

- Un *M-file Function* ha estensione **.m** ed il suo contenuto deve iniziare con la parola chiave `function`
  - Seguito da eventuali parametri di input e di output

- Ogni *M-file Function* ha un proprio workspace**, separato dal Workspace mostrato in MATLAB**
  - Tutte le variabili all'interno dell'*M-file Function* vengono dette ***"locali"*** ad esso
    - Esistono soltanto all'interno della funzione stessa
      - Non vengono viste dall'ambiente MATLAB o da altre eventuali *M-file Function* chiamanti

M-File Function – 8/11

- Una volta memorizzata la funzione *user-defined* nel relativo *M-File Function* (nella Current Directory), tale funzione può essere invocata dalla *Command Window* di MATLAB



M-File Function – 8/11

- Dopo che è stata creata (dichiarata), una funzione può essere utilizzata (invocata), fornendogli in input gli opportuni parametri

```
function area = area_triangolo_equilatero(lato)

area = sqrt(3)/4 * lato^2;

end
```

Dichiarazione

```
>> area_triangolo_equilatero(3)

ans =

    3.8971
```

Invocazione

M-File Function – 8/11

- Dopo che è stata creata (dichiarata), una funzione può essere utilizzata (invocata), fornendogli in input gli opportuni parametri

```
function area = area_triangolo_equilatero(lato)

area = sqrt(3)/4 * lato^2;

end
```

Dichiarazione

```
>> area_triangolo_equilatero(3)

ans =

    3.8971
```

Invocazione

M-File Function – 8/11

- **N.B. È importante notare la differenza tra definizione (Dichiarazione) della funzione ed uso (Invocazione) della funzione stessa**

```
function area = area_triangolo_equilatero(lato)

area = sqrt(3)/4 * lato^2;

end
```

Dichiarazione

```
>> area_triangolo_equilatero(3)

ans =

    3.8971
```

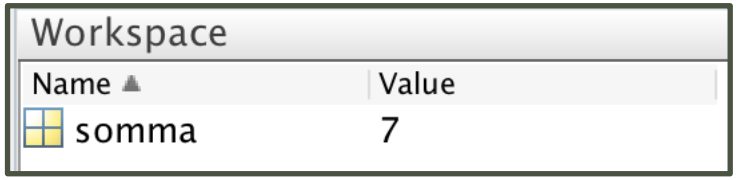
Invocazione

M-File Function – 8/11

- I valori restituiti in output da una funzione possono essere assegnati a variabili
  - Che saranno visibili nel Workspace di MATLAB

```
function mySum = sumTwoNums(a,b)

mySum = a+b;

end
```

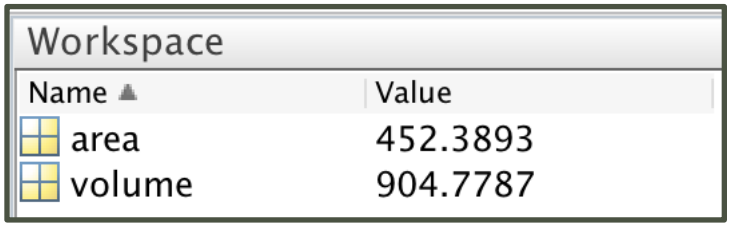
```
>> somma = sumTwoNums(3,4)

somma =

      7
```



M-File Function – 8/11

- I valori restituiti in output da una funzione possono essere assegnati a variabili
  - Che saranno visibili nel Workspace di MATLAB

```
>> [area, volume] = area_volume_sfera(6)

area =
   452.3893
volume =
   904.7787
```



M-File Function – 9/11

- ***Parametri formali***
  - I parametri formali sono quelli indicati in fase di dichiarazione della funzione
  - ***Esempio***

```
function [area, volume] = area_volume_sfera(raggio)
 .
 .
 .
end
```

  - **`raggio`** *è un parametro formale di input della funzione* `area_volume_sfera`

M-File Function – 10/11

- ***Parametri attuali***
  - I parametri attuali sono quelli indicati in fase di invocazione della funzione
  - ***Esempio***

```
.
.
area = area_sfera(raggio);
.
.
.
```

  - *In questo caso,* **`raggio`** *è un parametro attuale di input della funzione invocata* `area_sfera`

M-File Function – 11/11

- I parametri possono essere di qualsiasi tipo
  - Array, matrici, scalari, etc..
- I parametri attuali vengono associati a quelli formali tenendo conto della posizione
  - Il primo parametro attuale viene associato al primo parametro formale, il secondo attuale al secondo formale, etc..
- È necessario che l'invocazione a una funzione avvenga con un numero di parametri attuali uguale al numero dei parametri formali

M-File Function – 11/11

Dichiarazione

```
function area_triangolo = areaTriangolo(base, altezza)

area_triangolo = (base * altezza) / 2;

end
```

2 parametri formali: corrispondenti rispettivamente alla base ed all'altezza

N.B. Il primo parametro attuale deve corrispondere al primo parametro formale, il secondo parametro attuale deve corrispondere al secondo parametro formale e così via…

Invocazione

```
>> area_triangolo = areaTriangolo(5, 3)

area_triangolo =

    7.5000
```

2 parametri attuali: corrispondenti rispettivamente alla base ed all'altezza

Input/Output – 1/6

- MATLAB fornisce vari comandi che permettono di ottenere l'input degli utenti e formattare i dati di output (i risultati ottenuti eseguendo i comandi di MATLAB)

Input/Output – 2/6

- Con il comando **`input`** è possibile ottenere un input da parte dell'utente tramite il prompt del Command Window

- ***Esempio***

```
>> x = input('Inserisci x: ')
```

Input/Output – 2/6

- Il comando **`input`** visualizza un testo sullo schermo, aspetta che l'utente digiti qualcosa e poi memorizza l'input nella variabile specificata

- ***Esempio***

```
>> x = input('Inserisci x: ')
```

Variabile in cui verrà memorizzato l'input digitato dall'utente

Stringa mostrata a video

Input/Output – 2/6

- Con il comando **input** è possibile ottenere un input da parte dell'utente tramite il prompt del Command Window

- ***Esempio***

```
>> x = input('Inserisci x: ')
Inserisci x:
```

Input/Output – 2/6

- Con il comando **`input`** è possibile ottenere un input da parte dell'utente tramite il prompt del Command Window

- ***Esempio***

```
>> x = input('Inserisci x: ')
Inserisci x:
```

Attende l'input dell'utente

Input/Output – 2/6

- Con il comando **input** è possibile ottenere un input da parte dell'utente tramite il prompt del Command Window

- ***Esempio***

```
>> x = input('Inserisci x: ')
Inserisci x: 45

x =

     45
```

Input/Output – 2/6

- Con il comando **input** è possibile ottenere un input da parte dell'utente tramite il prompt del Command Window

- ***Esempio***

```
>> x = input('Inserisci x: ')
Inserisci x: 45

x =

     45
```

Memorizza nella variabile **x** il valore preso in input, ovvero, **45**

Input/Output – 3/6

- ***Esempio 2***

```
>> a = input('a: ');
a: 125
>> b = input('b: ');
b: 270
>> c = input('c: ');
c: 391
>> average = (a+b+c)/3

average =

   262
```

Input/Output – 3/6

Command Window

```
>> help input
 input  Prompt for user input.
    RESULT = input(PROMPT) displays the PROMPT string on the screen, waits
    for input from the keyboard, evaluates any expressions in the input,
    and returns the value in RESULT. To evaluate expressions, input accesses
    variables in the current workspace. If you press the return key without
    entering anything, input returns an empty matrix.

    STR = input(PROMPT,'s') returns the entered text as a MATLAB string,
    without evaluating expressions.
```

Come al solito, maggiori informazioni sul comando possono essere ottenute utilizzando il comando `help`

Input/Output – 4/6

- Generalmente vengono utilizzati due modi per mostrare l'output in MATLAB
  - **`disp`**
  - **`fprintf`**
- Il comando **`disp`** ha il vantaggio di essere molto semplice da utilizzare, ma fornisce un controllo limitato su ciò che può essere mostrato in output
- Il comando **`fprintf`** è estremamente completo nella gestione dell'output, ma non è di facile utilizzo
  - Possibilità di specificare numerose opzioni riguardanti come verrà visualizzato l'output (maggiori informazioni digitando il comando **`help fprintf`**)

Input/Output – 4/6

- **Esempi di utilizzo del comando `disp`**

```
>> disp('stringa')
stringa
```

```
>> disp(['stringa1','stringa2','stringa3'])
stringa1stringa2stringa3
```

```
>> disp(['stringa ', num2str(10)])
stringa 10
```

Input/Output – 4/6

- **Esempi di utilizzo del comando `disp`**

```
>> disp('stringa')
stringa
```

```
>> disp(['stringa1','stringa2','stringa3'])
stringa1stringa2stringa3
```

```
>> disp(['stringa ', num2str(10)])
stringa 10
```

IMPORTANTE: `num2str` trasforma un numero in una stringa, in modo che possa essere stampata da `disp`

Input/Output – 5/6

- **Esempio 1 (Utilizzo comando `disp`)**

```
>> a = 46; b = 35; c = 100;
>> disp('Stamperò il valore di a e la somma b + c')
Stamperò il valore di a e la somma b + c
>> disp(['Il valore della variabile a è :', num2str(a)])
Il valore della variabile a è :46
>> disp(['La somma b + c è:', num2str(b+c)])
La somma b + c è:135
```

Input/Output – 6/6

- È possibile decidere il formato di visualizzazione dei risultati prodotti da MATLAB, mediante il comando **`format`**
  - Il comando **`format`** determina l'aspetto dei numeri sullo schermo
- MATLAB utilizza molte cifre significative nei suoi calcoli, ma raramente servono tutte
- Il formato standard di visualizzazione di MATLAB utilizza quattro cifre decimali

Input/Output – 6/6

- È possibile decidere il formato di visualizzazione del risultato tramite il comando **`format`**
  - **`format short`**: 4 cifre decimali (formato standard o di *default*); Ad es., 13.6745
  - **`format long`** : 16 cifre. Ad es., 17.27484029463547
  - **`format short e`**: 5 cifre (4 decimali) più l'esponente. Ad es., 6.3792e+03
  - **`format long e`**: 16 cifre (15 decimali) più l'esponente. Ad es., 6.379243784781294e-04
  - **`format bank`**: 2 cifre decimali. Ad es., 126.73
  - **`format +`**: Positivo, negativo o zero. Ad es., +
  - **`format rat`**: Approssimazione razionale. Ad es., 43/7
  - **`format compact`**: Elimina le righe vuote
  - **`format loose`**: Annulla l'effetto di **`format compact`**

Input/Output – 6/6

È possibile decidere il formato di visualizzazione del risultato tramite il comando `format`

`format short`: 4 cifre decimali (formato standard o di *default*); Ad es., 13.6745

`format long` : 16 cifre. Ad es., 17.27484029463547

- `format short e`: 5 cifre (4 decimali) più l'esponente. Ad es., 6.3792e+03
- `format long e`: 16 cifre (15 decimali) più l'esponente. Ad es., 6.379243784781294e-04

`format bank`: 2 cifre decimali. Ad es., 126.73

`format compact`: Elimina le righe vuote

`format loose`: Annulla l'effetto di `format compact`

N.B. In questo contesto `e` non rappresenta il numero `e` di *Nepero*, che è alla base dei logaritmi naturali, ma l'iniziale della parola "esponente"

Riferimenti

- Capitolo 1
  - Paragrafo 1 (**Comandi di formattazione**)
  - Paragrafi 4 [**File script ed Editor/Debugger**] e 5 [**La guida di MATLAB**]
- Capitolo 3
  - Paragrafi 1 [**Funzioni matematiche di base**] e 2 [**Funzioni definite dall'utente**, fino a **Varianti nella chiamata di una funzione** (incluso)]