

# Esercizi introduttivi di Matlab

## Sommario

Gli esercizi sono divisi in due gruppi: di base ed avanzati. I primi sono esercizi basilari per prendere familiarità con l'ambiente ed il linguaggio Matlab, i secondi richiedono una conoscenza leggermente più ampia.

## 1 Esercizi di base

### 1.1 Calcolo vettoriale e matriciale

- Generare i vettori  $\mathbf{v} = (1, 2, \dots, 6)^\top$  e  $\mathbf{w} = (1, 2, \dots, 6)^\top$  (vettori colonna) ed effettuare le seguenti operazioni:
  - $\mathbf{a} = \mathbf{v} + \mathbf{w}$ ;
  - $\mathbf{b} = 4\mathbf{v}$ ;
  - calcolare il prodotto di  $\mathbf{v}$  per  $\mathbf{w}$  elemento per elemento e salvare il risultato nella variabile  $\mathbf{c}$ ;
  - dividere ogni elemento di  $\mathbf{w}$  per due e salvare il risultato nella variabile  $\mathbf{d}$ ;
  - dividere ogni elemento di  $\mathbf{v}$  per il corrispondente elemento di  $\mathbf{w}$  e salvare il risultato nella variabile  $\mathbf{e}$ ;
  - calcolare il prodotto scalare di  $\mathbf{v}$  e di  $\mathbf{w}$ , salvare il risultato in  $\mathbf{f}$ ;
  - calcolare  $\mathbf{g} = 2\mathbf{v} - 6\mathbf{w}$ ;
  - memorizzare negli elementi di posto pari del vettore  $\mathbf{g1}$  gli elementi di posto pari di  $\mathbf{d}$  e negli elementi di posto dispari di  $\mathbf{g1}$  gli elementi di posto dispari di  $\mathbf{c}$ ;
  - creare il vettore  $\mathbf{h}$  con 5 copie del vettore  $\mathbf{v}$ ;
  - osservare il comportamento del comando `h([6:6:end])`;
  - sostituire 0 negli elementi con indice multiplo di 5 in  $\mathbf{h}$  e 1 negli elementi con indice multiplo di 6;
  - dato  $\mathbf{u} = (1, 2, \dots, 6)$  (vettore riga) calcolare  $\mathbf{u} * \mathbf{w}$  e  $\mathbf{w} * \mathbf{u}$ : osservare i risultati e capire cosa succede.
- Generare una matrice quadrata  $A \in \mathbb{M}_n(\mathbb{R})$  (ove  $n$  è un dato introdotto dall'esterno) con elementi generati a caso da una distribuzione uniforme nell'intervallo  $[0, 1]$  e calcolare (eventualmente usando le funzioni cumulative):
  - un vettore che contiene la somma degli elementi di ciascuna colonna;
  - un vettore che contiene la somma degli elementi di ciascuna riga;
  - un vettore che contiene la somma degli elementi al quadrato di ciascuna riga;
  - il massimo degli elementi della matrice;
  - la somma di tutti gli elementi della matrice.
- Generare i vettori colonna  $\mathbf{v}, \mathbf{w} \in \mathbb{R}^{25}$  da una distribuzione uniforme nell'intervallo  $[0, 1]$ , Effettuare i seguenti passaggi:
  - $\mathbf{t} = \langle \mathbf{v}, \mathbf{w} \rangle \mathbf{v} + \langle \mathbf{v}, \mathbf{w} \rangle \mathbf{w}$ ;
  - dato  $\mathbf{s} = (1, \dots, 25)^\top$ , memorizzare in  $\mathbf{p}$  la divisione elemento per elemento di  $\mathbf{t}$  per  $\mathbf{s}$ ;
  - data la matrice  $A \in \mathcal{M}_{3 \times 25}(\mathbb{R})$ , generata da una distribuzione uniforme in  $[0, 1]$ , salvare in  $\mathbf{q}$  il prodotto  $A\mathbf{p}$ ;
  - creare la matrice identità  $\mathbf{I}$  di ordine 3, salvare in  $\mathbf{e1}$  la prima colonna di  $\mathbf{I}$ , in  $\mathbf{e2}$  la seconda colonna e in  $\mathbf{e3}$  la terza colonna. Salvare nella variabile  $\mathbf{a1}$  il prodotto scalare  $\langle \mathbf{q}, \mathbf{e1} \rangle$ , in  $\mathbf{a2}$  il prodotto scalare  $\langle \mathbf{q}, \mathbf{e2} \rangle$  e in  $\mathbf{a3}$  il prodotto scalare  $\langle \mathbf{q}, \mathbf{e3} \rangle$ ;
  - creare il vettore  $\mathbf{a} = (\mathbf{a1}, \mathbf{a2}, \mathbf{a3})^\top$  e verificare che sia identico al vettore  $\mathbf{q}$ ;
  - memorizzare in un vettore  $\mathbf{b}$  gli elementi di posto pari di  $\mathbf{t}$ , moltiplicarli per 10 e arrotondarli utilizzando il comando `fix`;
  - creare il vettore  $\mathbf{c} = (1, 2, 3)^\top$ , memorizzare in  $\mathbf{D}$  il prodotto  $\mathbf{c} * \mathbf{b}^\top$ : descrivere l'output ottenuto;
  - data la matrice  $\mathbf{B}$  le cui colonne sono costituite da 3 copie del vettore  $\mathbf{q}$ , effettuare le operazioni  $\mathbf{BA}$  e  $\mathbf{AB}$ : sono consentite? Dare una motivazione in entrambi i casi, negativo e affermativo.
- Date le matrici  $\mathbf{A} = [1 \ 2 \ 3; 4 \ 5 \ 6; 7 \ 8 \ 9]$ ,  $\mathbf{B} = [2 \ -1 \ 0; -1 \ 2 \ -1; 0 \ -1 \ 2]$ , descrivere gli output delle seguenti istruzioni:

- (a)  $A(:, [1, 3]) = B(:, 1:2);$
- (b)  $C = A ./ B;$
- (c)  $C = A.^B;$
- (d)  $C = \text{triu}(A) + \text{tril}(B, -1);$
- (e)  $A([1:2], :) = [];$
- (f)  $D = B([3, 2], 1:2:3);$

5. Creare una matrice  $A \in \mathcal{M}_5(\mathbb{R})$  a piacere ed effettuare le seguenti operazioni:

- (a) memorizzare in  $v$  la sua seconda riga;
- (b) memorizzare in  $w$  la sua terza colonna;
- (c) estrarre la sottomatrice  $B \in \mathcal{M}_3(\mathbb{R})$  a parte dall'elemento  $A(2, 2);$
- (d) creare una matrice  $C \in \mathcal{M}_7(\mathbb{R})$  con la prima e l'ultima colonna di zeri e la prima e ultima riga di 1, e al "centro" porre la matrice  $A;$
- (e) creare la matrice  $D \in \mathcal{M}_3(\mathbb{R})$  in cui ogni elemento è il prodotto degli indici di riga e colonna: verificare se è simmetrica;
- (f) eseguire  $BD$  e  $DB$ : sono diversi?
- (g) eseguire il prodotto componente per componente di  $B$  e  $D$  e vedere se questo corrisponde a  $B*D$  o  $D*B$ ;
- (h) memorizzare in  $E$  la combinazione  $B*D^2 - 3*B*D - 7*D^2$ ;
- (i) verificare che  $D'*B' = (B*D)';$
- (j) calcolare  $Dw1$ , dove  $w1$  è il vettore contenente i primi tre elementi di  $w$ ;
- (k) calcolare  $v1D$ , dove  $v1$  è il vettore contenente i primi tre elementi di  $v$ ;
- (l) creare la seguente matrice a blocchi:

$$\begin{pmatrix} I_r & B & 0_r \\ B & D & -B \\ 0_r & -B & -I_r \end{pmatrix}$$

con  $r$  opportuno.  $I_r$  è la matrice identità di ordine  $r$ , mentre  $0_r$  è la matrice quadrata di dimensione  $r$  con ogni elemento pari a 0.

6. Dato un vettore  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$  e un naturale  $m > 0$ , costruire la seguente matrice:

$$V = \begin{pmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 & x_1^3 & \dots & x_1^{m-1} \\ 1 & x_2 & x_2^2 & x_2^3 & \dots & x_2^{m-1} \\ \vdots & & & & & \vdots \\ 1 & x_n & x_n^2 & x_n^3 & \dots & x_n^{m-1} \end{pmatrix}$$

utilizzando la sintassi vettoriale di MatLab. Successivamente, creare la stessa matrice usando due cicli **for** innestati. Misurare il tempo necessario per la costruzione di tale matrice con i due metodi utilizzando i comandi **tic** e **toc**.

7. Quali elementi contiene il vettore  $z$  dopo i ciascuno dei seguenti comandi di Matlab?

- (a)  $z = [10 \ 40 \ 20 \ 80 \ 30 \ 70 \ 60 \ 90];$   
 $z(1:2:7) = \text{zeros}(1, 4);$
- (b)  $z = [10 \ 40 \ 20 \ 80 \ 30 \ 70 \ 60 \ 90];$   
 $z(7:-2:1) = \text{zeros}(1, 4);$
- (c)  $z = [10 \ 40 \ 20 \ 80 \ 30 \ 70 \ 60 \ 90];$   
 $z([3 \ 4 \ 8 \ 1]) = \text{zeros}(1, 4);$

8. Data la matrice  $A = [2 \ 2 \ 1; \ 1 \ -1 \ 4; \ 2 \ 1 \ -3]$ , descrivere l'output dei seguenti comandi Matlab:

- (a)  $[p, q] = \text{size}(A(1:2, 1:2));$
- (b)  $A ./ A';$
- (c)  $A(1, :) = A(2, :) .* A(3, :);$
- (d)  $A(2, :) = A(:, 1)';$
- (e)  $A(:, 2) = A(:, 2).^3;$

9. Creare due matrici quadrate  $A, B$  di dimensione  $50 < n < 1000$  e un vettore  $v$  di dimensioni opportune. Utilizzando i comandi **tic** e **toc**, verificare la differenza di tempo di calcolo tra  $A*B*v$  e  $A*(B*v)$ .

10. Data la matrice  $A \in \mathcal{M}_n(\mathbb{R})$ ,  $n$  scelto da tastiera, salvare in  $v$  la sua vettorizzazione tramite l'uso del comando **jolly**  $:.$  Calcolare  $V = v.^2$ , eseguire il comando  $B = \text{reshape}(V, n, n)$  e controllare che  $B == A.^2$ .

11. Creare un vettore  $x$  di 20 elementi i cui elementi siano equispaziati fra 0 e  $2\pi$ . Salvare in  $y$  i valori della funzione seno calcolata in  $x$ , salvare in  $z$  i valori della funzione coseno calcolata in  $x$ . Utilizzando il comando **fprintf**, stampare a video una tabella di tre colonne in cui sulla prima colonna devono essere presenti i valori di  $x$ , sulla seconda i valori di  $Y$  e infine sulla terza i valori di  $z$ .

12. Dati  $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{bmatrix}$ ;  $B = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 3 \end{bmatrix}$ ;  $x = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \end{bmatrix}$ ;  $y = \begin{bmatrix} 4 & 5 & 6 \end{bmatrix}$ ; descrivere gli output delle seguenti istruzioni:
- $C = A .* B;;$
  - $z = A(1,:) .* y;$
  - $z = x ./ [B(:,2);3];;$
  - $z = x .\ y;$
  - $z = A(2,:).^B(1,3:-1:1);.$
13. Dati i vettori  $xs = \text{ones}(10,1)$  e  $y = 2*\text{randn}(10,1)$ , descrivere gli output dei seguenti comandi senza eseguirli:
- $\text{abs}(xs-y);$
  - $\text{norm}(xs-y)/\text{norm}(xs);$
  - $\text{abs}(xs-y)/\text{abs}(xs).$
- Verificare i risultati al calcolatore.
14. Data una matrice  $A \in \mathcal{M}_n(\mathbb{R})$ ,  $2 < n < 10$ , contenente numeri random compresi fra -10 e 10 (utilizzare le funzioni **rand**) effettuare i seguenti passaggi:
- estrarre in **d** la diagonale di **A**;
  - salvare in **B** la parte triangolare superiore di **A**;
  - sottrarre a **B** la diagonale di **A** (hint: controllare l'uso della funzione **triu** per fare tutto in un passaggio);
  - porre  $C = B + B'$ ;
  - dato **v** di dimensioni opportune, verificare che  $v'*C*v$  sia maggiore di zero o meno, stampando un messaggio a video, mediante l'utilizzo combinato della funzione **fprintf** e del ciclo di controllo **if-then-else**;
  - salvare in **D** la sottomatrice di **A** costituita dalle prime tre colonne e dalle ultime due righe di **A** ; scrivere in **E** il prodotto  $D'*D$ ;
  - dato **v** di dimensioni opportune, verificare che  $v'*E*v$  sia maggiore di zero o meno, stampando un messaggio a video, mediante l'utilizzo combinato della funzione **fprintf** e del ciclo di controllo **if-then-else**;
  - verificare che **E** sia simmetrica.