

# Laboratorium MATLA/MTL

## *Ćwiczenie 1.*

*Wektory, macierze, operatory i podstawowe funkcje.*

Opracowali:

- dr inż. Beata Leśniak-Plewińska

Zakład Inżynierii Biomedycznej,  
Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej,  
Wydział Mechatroniki Politechniki Warszawskiej.

Warszawa, 2019

1. Dodaj TYLKO NIEZBĘDNE nawiasy aby uzyskać podane wyniki. Nowe wyrażenia wpisz w odpowiednich rubrykach *Sprawozdania*.

WSKAZÓWKA: Użyj polecenia `help precedence` lub `doc precedence` aby zapoznać się z priorytetem operatorów.

- a) `>> 4 * 3 - 9 / 3`      `% 9 double`
- b) `>> 4 * 3 - 9 / 3`      `% 0 double`
- c) `>> 4 * 3 - 9 / 3`      `% -8 double`
- d) `>> 2 < 2 + 1`          `% 1 logical`
- e) `>> 2 < 2 + 1`          `% 1 double`

2. Korzystając **wyłącznie** z operatorów wykonaj następujące polecenia. Za każdym razem użyj **tylko jednego** wyrażenia. Użyte polecenia wpisz w odpowiednie rubryki *Sprawozdania*.

- a) Utwórz wektor *a* o wartościach kolejnych elementów równych:  $[2,5 \ 2,0 \ 1,5 \ 1,0 \ 0,5]$  .
- b) Utwórz wektor *b* o wartościach kolejnych elementów równych:  $[5^2 \ 4^2 \ 3^2 \ 2^2 \ 1^2]$  .
- c) Utwórz wektor *c* o wartościach kolejnych elementów równych:  $[5^{-2} \ 4^{-1} \ 3^0 \ 2^1 \ 1^2]$  .
- d) Utwórz wektor *d* o wartościach kolejnych elementów równych:  $[\frac{1}{5^5} \ \frac{1}{2^4} \ \frac{1}{3^3} \ \frac{1}{4^2} \ \frac{1}{5^1}]$  .

WSKAZÓWKA: w celu ułatwienia sprawdzania poprawności wyniku dostosuj format wyświetlania liczb w *Oknie Poleceń*.

- e) Utwórz zmienną *e* o wartości równej wartości iloczynu skalarnego wektorów *a* i *b*

WSKAZÓWKA: iloczyn skalarny dwóch wektorów jest definiowany jako:

$$a \circ b = a_1 b_1 + a_2 b_2 + \dots + a_n b_n$$

gdzie  $a_i$  – i-ty element wektora  $a$ ,  $b_i$  – i-ty element wektora  $b$ .

W celu sprawdzenia poprawności wyniku porównaj go z wynikiem funkcji `dot`.

3. Rezystancja zastępcza *N* rezystorów połączonych równolegle wyraża się wzorem:

$$R_Z = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}} .$$

Przyjmij, że  $N=6$  rezystorów zostało połączonych równolegle. Utwórz (bez wpisywania kolejno wszystkich wartości) wektor  $R_i$ , którego kolejne elementy odpowiadają rezystancjom rezystorów  $R_i$  równym odpowiednio: 100  $\Omega$ , 1 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$ , 100 k $\Omega$ , 1 M $\Omega$ , 10 M $\Omega$ . Następnie, za pomocą **tylko jednego** wyrażenia, korzystając z wektora  $R_i$ , wyznacz wartość rezystancji zastępczej  $R_Z$ . W odpowiednich rubrykach sprawozdania wpisz wyrażenia wyznaczające zmienne  $R_i$  i  $R_Z$  oraz wartość zmiennej  $R_Z$ .

WSKAZÓWKA: Zapoznaj się z pomocą/dokumentacją dla funkcji służących do tworzenia wektorów będących rozwinięciem szeregu liczb (`linspace`, `logspace`).

4. Wykonaj następujące polecenia. Za każdym razem użyj **tylko jednego** wyrażenia. Użyte polecenia wpisz w odpowiednie rubryki *Sprawozdania*.

- a) Utwórz macierz `rlos` o rozmiarze  $11 \times 11$ , której elementy będą zawierać rzeczywiste liczby losowe z przedziału:  $<-2, 3>$ .

WSKAZÓWKA. Zapoznaj się z pomocą/dokumentacją dla funkcji `rand`.

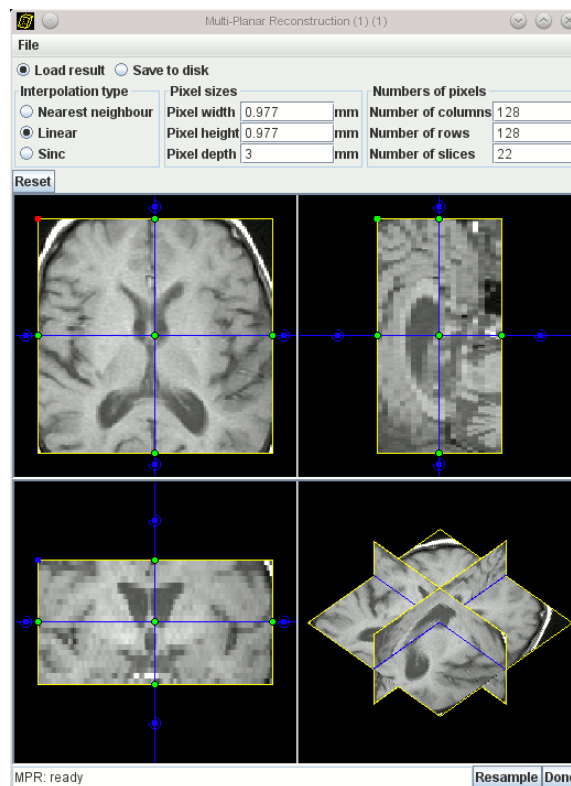
- b) Utwórz macierz `Rlos`, której elementy będą miały wartość równą zaokrągleniu wartości odpowiadających im elementów macierzy `rlos` w kierunku 0.

WSKAZÓWKA. Zapoznaj się z pomocą/dokumentacją dla funkcji służących do zaokrąglania wartości liczby rzeczywistej (`rand`, `floor`, `ceil`, `fix`).

- c) Utwórz macierz wartości logicznych `rlosGtRlos`, której elementy będą miały wartość logiczną `true` (1) dla tych elementów, dla których elementy macierzy `rlos` są większe od wartości odpowiadających im elementów macierzy `Rlos`, a `false` (0) w przeciwnym przypadku.
  - d) Zastąp wartości elementów macierzy `Rlos` leżących na jej głównej przekątnej -11.  
WSKAZÓWKA. Zapoznaj się z dokumentacją na temat indeksowania liniowego (indeksowania macierzy z użyciem pojedynczego indeksu).
  - e) Utwórz macierz `srlos`, która będzie zawierała te elementy macierzy `rlos`, które leżą na przecięciu jej wierszy o indeksach: 11, 9, 7, 5, 3 i 1 oraz kolumn o indeksach: 2, 4, 6, 8 i 10 (w podanej kolejności).
5. W wyniku tomografii z użyciem metody rezonansu magnetycznego uzyskano trzy obrazy warstwowe. Płaszczyzny obrazowania (we współrzędnych skanera), na których leżą te obrazy określone są przez następujące równania:

$$\begin{aligned}3x + 2y - z - 18 &= 0 \\3x - 8y - 7z + 38 &= 0 \\-22x + 18y - 30z + 6 &= 0\end{aligned}$$

Trzy obrazy warstwowe przecinają się w jednym punkcie (Rys. 1).



Rysunek 1: Punkt przecięcia trzech płaszczyzn obrazowania  
(<http://www.xinapse.com/Manual/mpr.html>)

Napisz skrypt, który będzie sprawdzał czy trzy płaszczyzny obrazowania są wzajemnie ortogonalne (wzajemnie prostopadłe) (Jaki jest warunek prostopadłości płaszczyzn? Jak do sprawdzenia prostopadłości płaszczyzn możemy wykorzystać podane równania?) oraz będzie wyznaczał i wyświetlał w *Oknie Poleceń* wartości współrzędnych punktu przecięcia trzech obrazów warstwowych. Informacja o ortogonalności płaszczyzn oraz wyznaczone wartości

współrzędnych punktu przecięcia wyprowadź w *Oknie Poleceń* w formie dwóch zdań:

Płaszczyzny obrazowania ... ortogonalne.

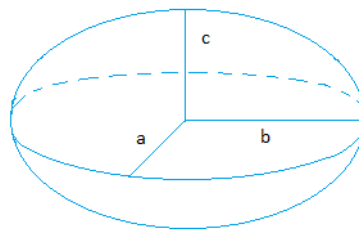
Współrzędne punktu przecięcia obrazów warstwowych  
wynoszą: ... (x), ... (y), ... (z).

WSKAZÓWKA. Zapoznaj się z pomocą/dokumentacją dla funkcji: dot, linsolve, disp, num2str, fprintf

6. Ważną informację świadczącą o mechanicznej czynności serca można uzyskać poprzez wyznaczenie objętości jego komór w trakcie cyklu pracy. Szczególnie istotna jest objętość lewej komory serca, ponieważ to ta komora działa jako pompa powodująca przepływ krwi w ciele człowieka. Kształt lewej komory może być w przybliżeniu modelowany jako połowa elipsoidy. Objętość elipsoidy jest określana zależnością:

$$V = \frac{4}{3} \pi abc$$

gdzie a, b i c są promieniami elipsoidy mierzonymi wzdłuż jej osi głównych (Rys. 2). Wartości tych promieni dla lewej komory mogą być estymowane za pomocą techniki obrazowania ultradźwiękowego nazywanej echokardiografią.



Rysunek 2: Elipsoida.

(<https://www.basic-mathematics.com/volume-of-an-ellipsoid.html>)

Napisz skrypt MATLAB'a, który będzie pobierał od użytkownika wartości poszczególnych promieni lewej komory serca (w mm) i wyznaczał objętość lewej komory jako połowy elipsoidy. Wyznaczona wartość objętości powinna być wyświetlana w *Oknie Poleceń* w mililitrach i mm sześciennych w formie zdania:

Objętość lewej komory serca o promieniach: a = ... mm, b = ... mm  
i c = ... mm wynosi ... mm sześciennych co odpowiada ... ml.

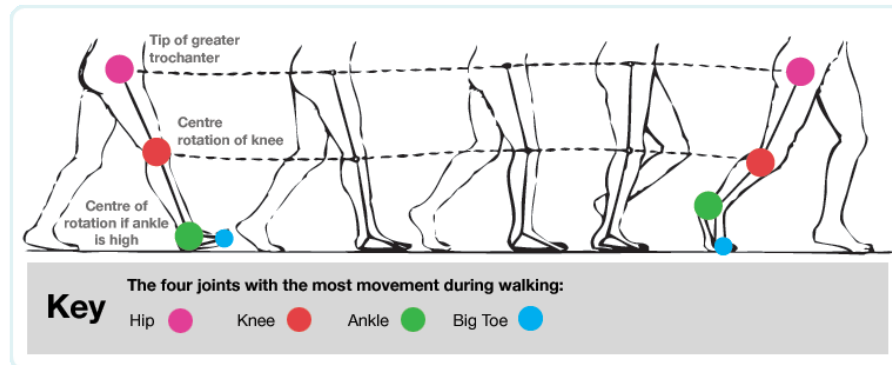
Przetestuj poprawność działania skryptu korzystając z typowych wartości promieni lewej komory serca w fazie rozkurczu, które wynoszą: 20÷30mm wzdłuż osi krótkiej (promienie a i c) oraz 60÷90mm wzdłuż osi długiej (promień b). Zakres objętości lewej komory modelowanej jako połowa elipsoidy odpowiadający ww zakresom wartości promieni wynosi 50÷170ml.

W *Sprawozdaniu* podaj wyniki dla następujących wartości promieni elipsoidy: a=45, b=70, c=50

Zapewnij kontrolę błędów (np. w przypadku gdy użytkownik poda wartość promienia <= 0).

WSKAZÓWKA. Zapoznaj się z pomocą/dokumentacją dla funkcji input.

7. Analiza chodu służy ocenie biomechaniki układu ruchu podczas lokomocji. Stosuje się ją w celu planowania skutecznego procesu leczenia u osób, u których występują czynniki ograniczające ich zdolności do normalnego poruszania się, np. chodu. Najpopularniejszymi metodami analizy kinematyki ruchu kończyn człowieka są metody fotogrametryczne, polegające na rejestrowaniu ruchu kończyn, np. metoda wideorejestracji. W metodzie tej wykorzystywane są systemy optycznego śledzenia ruch markerów pokrytych wysoce odbłaskowym materiałem. Markery te mocowane są do powierzchni ciała na wysokości stawów badanej kończyny (np. biodra, kolana, kostki) (Rys. 3).



Rysunek 3: Analiza chodu - położenie markerów.

(<http://ilovephysicaltherapy.blogspot.com/2013/02/gait-analysis.html>)

Dane z aparatury śledzącej dostarczają informacji np. o kącie zgięcia kolana. Na tej podstawie można określić zakres ruchów kończyny w danym stawie, np. wartość szczytową kąta zgięcia kolana czy zakres jego wartości.

W pliku *knee\_flexion.mat* znajdują się dane dla lewego kolana pacjenta z problemami neurologicznymi prowadzącymi do zaburzenia jego chodu. Plik zawiera zmienną *left\_knee\_flexion* będącą macierzą. Pierwsza kolumna macierzy zawiera wartości chwilowych, w których dokonano rejestracji położenia markerów w sekundach. Druga kolumna zawiera wartości kąta zgięcia kolana w radianach.

Napisz skrypt, który będzie łądował dane z pliku *knee\_flexion.mat*, a następnie będzie wyznaczał i wyświetlał w Oknie Poleceń wartości następujących parametrów:

- zakres wartości kąta zgięcia kolana w stopniach
- maksymalną wartość kąta zgięcia kolana w stopniach
- wartość chwili czasowej (w sekundach), w której wartość kąta zgięcia kolana jest maksymalna.

Wyznaczone wartości wyprowadź w Oknie Poleceń w formie dwóch zdań:

Zakres wartości kąta zgięcia kolana wynosi ... stopni.

Maksymalna wartość kąta zgięcia kolana wynosi ... stopni i występuje po ... sekundach.

WSKAZÓWKA. Zapoznaj się z pomocą/dokumentacją dla funkcji: *load*, *max*, *min*, *range*.

## Sprawozdanie

### Ćwiczenie nr 1. Wektory, macierze, operatory i podstawowe funkcje.

L.p.	Imię i nazwisko	Grupa	Data

Punkt cw./ L. punktów	Realizacja/wynik	Uwagi prowadzącego
1 / 0,5	a)    >> ..... b)    >> ..... c)    >> ..... d)    >> ..... e)    >> .....	
2 / 0,5	a)    >> ..... b)    >> ..... c)    >> ..... d)    >> ..... e)    >> .....	
3 / 0,5	>> $R_i$ = ..... >> $R_z$ = ..... $R_z$ = ..... .....	

4 / 0,5	<p>a) &gt;&gt; .....</p> <p>b) &gt;&gt; .....</p> <p>c) &gt;&gt; .....</p> <p>d) &gt;&gt; .....</p> <p>e) &gt;&gt; .....</p>	
5 / 0,5	<p>Współrzędne punktu przecięcia obrazów warstwowych wynoszą: ..... (x), ..... (y), ..... (z).</p>	
6 / 1	<p>Objętość lewej komory serca wynosi ..... mm sześciennych co odpowiada ..... ml.</p>	
7 / 1,5	<p>Zakres wartości kąta zgięcia kolana wynosi ..... stopni.</p> <p>Maksymalna wartość kąta zgięcia kolana wynosi ..... stopni i występuje w po ..... sekundach.</p>	