

## Algorytmy grafowe 03: Najkrótsze ścieżki.

### A Program do napisania

---

UWAGA: W poniższym zadaniu warto wykorzystać fakt, że oba algorytmy różnią się od siebie tylko sposobem i kolejnością rozpatrywania wierzchołków i krawędzi. Mają takie wspólne elementy:

- listy (cechy) długości ścieżek i poprzedników (takie same na początku, w analogiczny sposób modyfikowane);
- sposób zamiany cechy, gdy rozpatruje się krawędź  $\{v_i, v_j\}$  (zamiana, gdy  $l(v_j) > l(v_i) + w(v_i, v_j)$ );
- sposób odczytywania ścieżek z listy cech.

Należy wykorzystać te podobieństwa, nie pisać w kodzie dwa razy tych samych rzeczy.

---

**Zadanie A.1.** Proszę o przesłanie w MSTEams

- plików o zindywidualizowanej nazwie **03NazwiskoImie.py** albo **03NazwiskoImieNieDziała.py** (jeśli podjęli Państwo próbę zrobienia, ale nie działa). W przypadku kilku plików proszę przesłać spakowany plik o takiej nazwie;
- **Proszę:**
  - **nazwisko pierwsze, bez polskich znaków;**
  - **nie wysyłać niekompletnych programów bez dopisku NieDziała.**
- Proszę o wpisanie w programie '*MatrixPaths.txt*' a nie odwołania do pliku, które Państwo wykorzystywali.
- Proszę nie wysyłać mi pliku tekstowego z grafem.

W pliku graph05.txt zapisana jest macierz wag pewnego digrafu z wagami  $G$ . We wczytanym grafie wierzchołki powinny być numerowane kolejno liczbami naturalnymi zaczynając od 1 (zgodnie z kolejnością wierszy).

Napisz program, który wykorzystując algorytm Floyda-Warshalla znajduje wszystkie najkrótsze ścieżki między dowolną parą wierzchołków w grafie.

W wyjściu powinny się znajdować kolejno:

- wygenerowane macierze  $W_i$  i  $P_i$  ( $i = 0, 1, \dots$ );
- jeśli nie ma ujemnych cykli, wszystkie najkrótsze ścieżki z wierzchołka 1;
- jeśli są ujemne cykle, to informacja, że są (Chętni mogą wypisać kolejne wierzchołki ujemnego cyklu).

UWAGA: Są dwa przykładowe rozwiązania, jedno z, a drugie bez ujemnego cyklu.

Przykładowa zawartość pliku graph05.txt:

```
- 3 - - -4
- - 1 - 4 -
1 - - - - 6
- 3 4 - 4 -
4 - - 3 - 5
- 1 - 4 - -
```

```
W 0 =
0 3 inf inf inf -4
inf 0 1 inf 4 inf
1 inf 0 inf inf 6
inf 3 4 0 4 inf
4 inf inf 3 0 5
inf 1 inf 4 inf 0
```

```
P 0 =
1 1 None None None 1
None 2 2 None 2 None
3 None 3 None None 3
None 4 4 4 4 None
5 None None 5 5 5
None 6 None 6 None 6
```

```
W 1 =
0 3 inf inf inf -4
inf 0 1 inf 4 inf
1 4 0 inf inf -3
inf 3 4 0 4 inf
4 7 inf 3 0 0
inf 1 inf 4 inf 0
```

```
P 1 =
1 1 None None None 1
None 2 2 None 2 None
3 1 3 None None 1
None 4 4 4 4 None
5 1 None 5 5 1
None 6 None 6 None 6
```

```
W 2 =
0 3 4 inf 7 -4
inf 0 1 inf 4 inf
1 4 0 inf 8 -3
inf 3 4 0 4 inf
4 7 8 3 0 0
inf 1 2 4 5 0
```

```
P 2 =
1 1 2 None 2 1
None 2 2 None 2 None
3 1 3 None 2 1
None 4 4 4 4 None
5 1 2 5 5 1
None 6 2 6 2 6
```

```
W 3 =
0 3 4 inf 7 -4
2 0 1 inf 4 -2
1 4 0 inf 8 -3
5 3 4 0 4 1
```

```
4 7 8 3 0 0
3 1 2 4 5 -1
```

```
P 3 =
1 1 2 None 2 1
3 2 2 None 2 1
3 1 3 None 2 1
3 4 4 4 4 1
5 1 2 5 5 1
3 6 2 6 2 1
```

Ostateczna macierz odleglosci:

```
0 3 4 inf 7 -4
2 0 1 inf 4 -2
1 4 0 inf 8 -3
5 3 4 0 4 1
4 7 8 3 0 0
3 1 2 4 5 -1
```

Ostateczna macierz poprzednikow:

```
1 1 2 None 2 1
3 2 2 None 2 1
3 1 3 None 2 1
3 4 4 4 4 1
5 1 2 5 5 1
3 6 2 6 2 1
```

Ujemny cykl. Nie ma rozwiazania.

Drugi przykładowy plik:

```
- 3 1 6 4 7
- - - - 1 6
5 1 - - - 5
- - - - - 1
1 - - 1 - -
- - - 2 - -
```

```
W 0 =
0 3 1 6 4 7
inf 0 inf inf 1 6
5 1 0 inf inf 5
inf inf inf 0 inf 1
1 inf inf 1 0 inf
inf inf inf 2 inf 0
```

```
P 0 =
1 1 1 1 1 1
None 2 None None 2 2
3 3 3 None None 3
None None None 4 None 4
5 None None 5 5 None
None None None 6 None 6
```

```
W 1 =
0 3 1 6 4 7
inf 0 inf inf 1 6
5 1 0 11 9 5
inf inf inf 0 inf 1
1 4 2 1 0 8
inf inf inf 2 inf 0
```

```
P 1 =
1 1 1 1 1 1
```

None 2 None None 2 2  
 3 3 3 1 1 3  
 None None None 4 None 4  
 5 1 1 5 5 1  
 None None None 6 None 6

W 2 =  
 0 3 1 6 4 7  
 inf 0 inf inf 1 6  
 5 1 0 11 2 5  
 inf inf inf 0 inf 1  
 1 4 2 1 0 8  
 inf inf inf 2 inf 0

P 2 =  
 1 1 1 1 1 1  
 None 2 None None 2 2  
 3 3 3 1 2 3  
 None None None 4 None 4  
 5 1 1 5 5 1  
 None None None 6 None 6

W 3 =  
 0 2 1 6 3 6  
 inf 0 inf inf 1 6  
 5 1 0 11 2 5  
 inf inf inf 0 inf 1  
 1 3 2 1 0 7  
 inf inf inf 2 inf 0

P 3 =  
 1 3 1 1 2 3  
 None 2 None None 2 2  
 3 3 3 1 2 3  
 None None None 4 None 4  
 5 3 1 5 5 3  
 None None None 6 None 6

W 4 =  
 0 2 1 6 3 6  
 inf 0 inf inf 1 6  
 5 1 0 11 2 5  
 inf inf inf 0 inf 1  
 1 3 2 1 0 2  
 inf inf inf 2 inf 0

P 4 =  
 1 3 1 1 2 3  
 None 2 None None 2 2  
 3 3 3 1 2 3  
 None None None 4 None 4  
 5 3 1 5 5 4  
 None None None 6 None 6

W 5 =  
 0 2 1 4 3 5  
 2 0 3 2 1 3  
 3 1 0 3 2 4  
 inf inf inf 0 inf 1  
 1 3 2 1 0 2  
 inf inf inf 2 inf 0

P 5 =  
 1 3 1 5 2 4  
 5 2 1 5 2 4  
 5 3 3 5 2 4  
 None None None 4 None 4  
 5 3 1 5 5 4  
 None None None 6 None 6

Ostateczna macierz odleglosci:

0 2 1 4 3 5  
 2 0 3 2 1 3  
 3 1 0 3 2 4  
 inf inf inf 0 inf 1  
 1 3 2 1 0 2  
 inf inf inf 2 inf 0

Ostateczna macierz poprzednikow:

1 3 1 5 2 4  
 5 2 1 5 2 4  
 5 3 3 5 2 4  
 None None None 4 None 4  
 5 3 1 5 5 4  
 None None None 6 None 6

Najkrotsze sciezki:

z 1 do 1 : 1 1  
 z 1 do 2 : 1 3 2  
 z 1 do 3 : 1 3  
 z 1 do 4 : 1 3 2 5 4  
 z 1 do 5 : 1 3 2 5  
 z 1 do 6 : 1 3 2 5 4 6  
 z 2 do 1 : 2 5 1  
 z 2 do 2 : 2 2  
 z 2 do 3 : 2 5 1 3  
 z 2 do 4 : 2 5 4  
 z 2 do 5 : 2 5  
 z 2 do 6 : 2 5 4 6  
 z 3 do 1 : 3 2 5 1  
 z 3 do 2 : 3 2  
 z 3 do 3 : 3 3  
 z 3 do 4 : 3 2 5 4  
 z 3 do 5 : 3 2 5  
 z 3 do 6 : 3 2 5 4 6  
 z 4 do 1 : Nie ma sciezki  
 z 4 do 2 : Nie ma sciezki  
 z 4 do 3 : Nie ma sciezki  
 z 4 do 4 : 4 4  
 z 4 do 5 : Nie ma sciezki  
 z 4 do 6 : 4 6  
 z 5 do 1 : 5 1  
 z 5 do 2 : 5 1 3 2  
 z 5 do 3 : 5 1 3  
 z 5 do 4 : 5 4  
 z 5 do 5 : 5 5  
 z 5 do 6 : 5 4 6  
 z 6 do 1 : Nie ma sciezki  
 z 6 do 2 : Nie ma sciezki  
 z 6 do 3 : Nie ma sciezki  
 z 6 do 4 : 6 4  
 z 6 do 5 : Nie ma sciezki  
 z 6 do 6 : 6 6

