

## Звіт з виробничої практики Групи-3 ПМіМ-13

Підготували:  
Лещух Роман  
Олексій Гиців  
Маркіян Прийма

Нашим завданням було реалізація User Interface (веб частини) для вирішення задачі Комівояжера: Гілки та межі.

Для виконання цього завдання ми використали мову Python.

## Постановка задачі

Задача комівояжера є класичною оптимізаційною задачею. Метою є знайти найкоротший шлях, що проходить через всі задані міста один раз і повертається в початкову точку. У цьому проєкті реалізовано алгоритм гілок та меж, який використовується для розв'язання задачі з мінімізацією обчислювальних витрат.

## Програмний стек:

### Бібліотеки:

- **Streamlit**: для створення інтерактивного веб-додатку.
- **NumPy**: для роботи з матрицями та числовими обчисленнями.
- **Pandas**: для обробки і відображення табличних даних.
- **Matplotlib (через функцію draw\_graph)**: для візуалізації графів.

### Алгоритм:

- Алгоритм **гілок та меж** для розв'язання задачі комівояжера.

### Функції (з tsp\_branch\_and\_bound):

- **format\_matrix**: для підготовки матриці до виводу.
- **tsp\_branch\_and\_bound**: основний алгоритм для пошуку найкоротшого шляху.
- **draw\_graph**: для створення графічного представлення оптимального шляху.
- **generate\_letters**: для генерації імен вузлів (міст).

## Реалізація

Програма створена на Python з використанням бібліотеки **Streamlit** для побудови інтерактивного інтерфейсу. Основні етапи реалізації:

### 1. Введення даних:

- Користувач задає розмір матриці відстаней (від 2 до 10).
- Матриця генерується з нульовими значеннями, які користувач може редагувати через інтерфейс.

### 2. Алгоритм гілок та меж:

- Матриця з введеними значеннями передається в алгоритм `tsp_branch_and_bound`, написаний іншою командою
- В процесі роботи алгоритм знижує матрицю, обчислює поточний шлях і вартість, а також відсікає неоптимальні шляхи.

### 3. Виведення результатів:

- Відображається найкращий знайдений шлях і його вартість.
- Демонструється граф, що представляє оптимальний шлях між містами.
- Для кожного рівня гілки алгоритму виводяться проміжні матриці та шляхи.

## Результати

У процесі тестування програма коректно обчислювала оптимальні маршрути для введених даних. Наприклад, для матриці, яка вказана на зображенні 1:

Введіть розмір матриці:

5

-

+

	A	B	C	D	E
A	0	20	30	10	11
B	15	0	16	4	2
C	3	5	0	2	4
D	19	6	18	0	3
E	16	4	7	16	0

Зображення 1

Отримали наступні результати:

Найменша вартість: 28.0

Найкращий шлях:  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$

Та таку таблицю кроків:

## Рівень 0

Найкращий шлях: A → D → B → E → C → A

Вартість шляху 0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0	0.00	20.00	30.00	10.00	11.00
1	15.00	0.00	16.00	4.00	2.00
2	3.00	5.00	0.00	2.00	4.00
3	19.00	6.00	18.00	0.00	3.00
4	16.00	4.00	7.00	16.00	0.00

## Рівень 1

Найкращий шлях: A → D → B → E → C → A

Вартість шляху 10.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0	inf	inf	inf	inf	inf
1	12.00	0.00	16.00	inf	2.00
2	0.00	5.00	0.00	inf	4.00
3	inf	3.00	15.00	inf	0.00
4	13.00	4.00	7.00	inf	0.00

## Рівень 1

Найкращий шлях: A → D → B → E → C → A

Вартість шляху 11.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0	inf	inf	inf	inf	inf
1	12.00	0.00	16.00	4.00	inf
2	0.00	5.00	0.00	2.00	inf
3	16.00	6.00	18.00	0.00	inf
4	inf	0.00	3.00	12.00	inf

## Рівень 2

Найкращий шлях: A → D → B → E → C → A

Вартість шляху 13.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0	inf	inf	inf	inf	inf
1	12.00	0.00	16.00	inf	inf
2	0.00	5.00	0.00	inf	inf
3	inf	inf	inf	inf	inf
4	inf	0.00	3.00	inf	inf

## Рівень 2

Найкращий шлях:  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$

Вартість шляху 16.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1	inf		inf	14.00	inf
2	0.00		inf	0.00	inf
3	inf	inf	inf	inf	inf
4	13.00	inf	7.00	inf	0.00

## Рівень 1

Найкращий шлях:  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$

Вартість шляху 20.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1	inf		inf	14.00	2.00
2	0.00		inf	0.00	2.00
3	16.00	inf	18.00	0.00	3.00
4	13.00	inf	7.00	16.00	0.00

## Рівень 2

Найкращий шлях:  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$

Вартість шляху 15.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1	inf		inf	12.00	0.00
2	0.00		inf	0.00	2.00
3	16.00	inf	18.00	0.00	inf
4	inf	inf	inf	inf	inf

## Рівень 2

Найкращий шлях:  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$

Вартість шляху 24.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1	inf		inf	inf	inf
2	0.00		inf	0.00	inf
3	inf	inf	15.00	inf	0.00
4	13.00	inf	7.00	inf	0.00

### Рівень 3

Найкращий шлях:  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$

Вартість шляху 18.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1			inf	inf	inf
2	0.00			0.00	inf
3		inf	inf		inf
4		inf	inf	0.00	

### Рівень 2

Найкращий шлях:  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$

Вартість шляху 22.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1			inf	inf	inf
2	0.00			0.00	2.00
3	16.00	inf	18.00		0.00
4		inf	inf	0.00	

### Рівень 2

Найкращий шлях:  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$

Вартість шляху 18.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1	0.00		0.00	inf	4.00
2		inf		3.00	inf
3	4.00	6.00	inf		0.00
4		inf	inf	inf	

### Рівень 2

Найкращий шлях:  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$

Вартість шляху 27.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1	12.00		0.00	16.00	inf
2	0.00	5.00		0.00	inf
3		inf	0.00		12.00
4		inf	inf	inf	

### Рівень 3

Найкращий шлях:  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$

Вартість шляху 27.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1			inf	inf	inf
2	0.00			0.00	inf
3		inf	inf		inf
4		inf	inf	0.00	

### Рівень 3

Найкращий шлях:  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$

Вартість шляху 17.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1			inf	0.00	inf
2	0.00			0.00	inf
3		inf	inf		inf
4		inf	inf	inf	

### Рівень 3

Найкращий шлях:  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$

Вартість шляху 20.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1	0.00		0.00	inf	inf
2		inf		0.00	inf
3		inf	inf		inf
4		inf	inf	inf	

### Рівень 1

Найкращий шлях:  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$

Вартість шляху 30.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1	0.00		0.00	inf	4.00
2		inf		3.00	0.00
3	4.00		6.00		0.00
4	1.00	4.00		inf	



### Рівень 3

Найкращий шлях: A → D → B → E → C → A

Вартість шляху 20.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1	0.00		0.00	inf	inf
2	inf	inf		inf	inf
3	inf	0.00	inf		inf
4	inf	inf	inf	inf	

### Рівень 3

Найкращий шлях: A → D → B → E → C → A

Вартість шляху 19.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1	inf		inf	inf	inf
2	0.00	inf		0.00	inf
3	inf	inf	0.00		inf
4	inf	inf	inf	inf	

### Рівень 2

Найкращий шлях: A → D → B → E → C → A

Вартість шляху 28.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1	0.00		0.00	inf	inf
2	inf	1.00		inf	inf
3	inf	inf	inf		inf
4	1.00	4.00	inf	inf	

### Рівень 3

Найкращий шлях: A → D → B → E → C → A

Вартість шляху 23.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1	inf		inf	inf	0.00
2	inf	inf		inf	inf
3	0.00	inf	inf		0.00
4	inf	inf	inf	inf	

## Рівень 2

Найкращий шлях: A → D → B → E → C → A

Вартість шляху 36.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1	inf		inf	inf	inf
2	inf	inf		inf	0.00
3	3.00	inf	inf		0.00
4	0.00	inf	inf	16.00	

## Рівень 3

Найкращий шлях: A → D → B → E → C → A

Вартість шляху 32.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0		inf	inf	inf	inf
1	inf		inf	inf	inf
2	inf	inf		inf	0.00
3	inf	inf	inf		inf
4	0.00	inf	inf	inf	

### Рівень 3

Найкращий шлях:  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$

Вартість шляху 29.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0	inf	inf	inf	inf	inf
1	inf	inf	inf	inf	inf
2	inf	inf	inf	0.00	inf
3	0.00	inf	inf	0.00	inf
4	inf	inf	inf	inf	inf

### Рівень 3

Найкращий шлях:  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$

Вартість шляху 31.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0	inf	inf	inf	inf	inf
1	inf	inf	inf	inf	inf
2	inf	inf	inf	0.00	inf
3	0.00	inf	inf	0.00	inf
4	inf	inf	inf	inf	inf

### Рівень 3

Найкращий шлях:  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$

Вартість шляху 42.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0	inf	inf	inf	inf	inf
1	inf	inf	inf	inf	inf
2	inf	inf	inf	inf	0.00
3	inf	inf	inf	inf	inf
4	0.00	inf	inf	inf	0.00

### Рівень 3

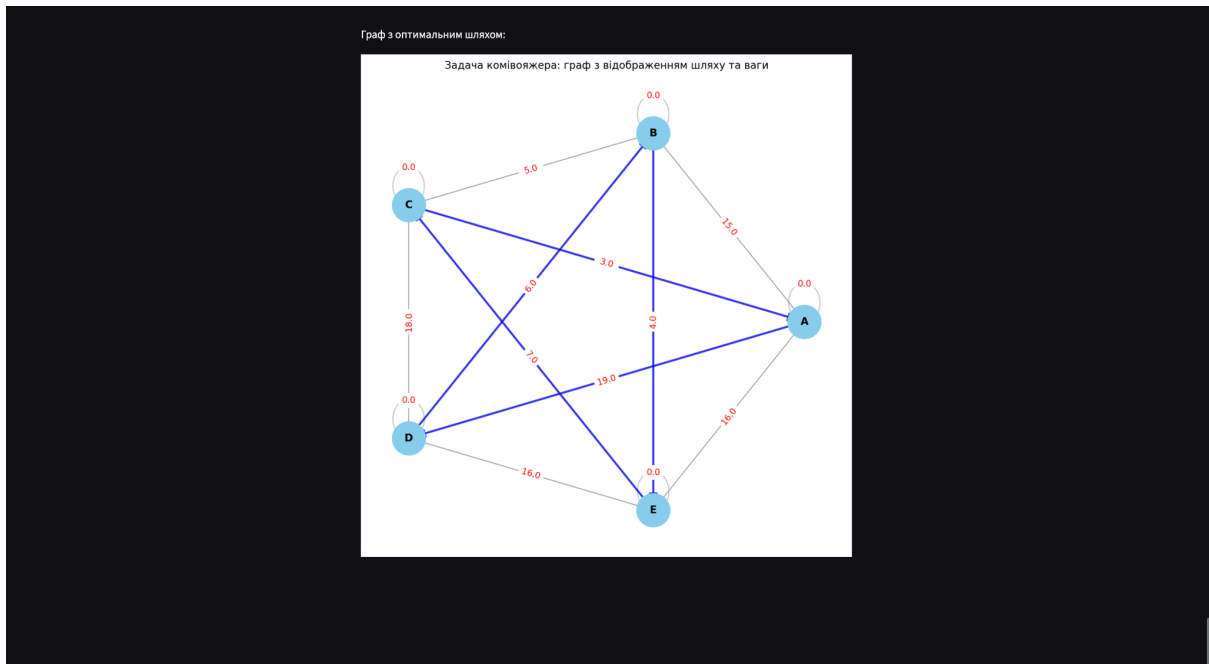
Найкращий шлях:  $A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$

Вартість шляху 38.0

Знижена матриця

	0	1	2	3	4
0	inf	inf	inf	inf	inf
1	inf	inf	inf	inf	inf
2	0.00	inf	0.00	inf	inf
3	inf	inf	0.00	inf	inf
4	inf	inf	inf	inf	inf

А також граф з оптимальним шляхом.



## Висновки

Реалізована програма є ефективним інструментом для розв'язання задачі комівояжера малих розмірів. Завдяки інтерактивному інтерфейсу Streamlit, її зручно використовувати навіть непідготовленим користувачам.

Подальше вдосконалення може включати обробку великих матриць і візуалізацію для динамічної зміни введених даних.