**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7**

**ДОСЛІДЖЕННЯ МУРАШИНИХ АЛГОРИТМІВ**

Мета роботи: використовуючи спеціалізовані бібліотеки та мову програмування Python навчитися дослідити метод мурашиних колоній.

**1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ**

Основні теоретичні відомості подані на лекціях. Також доцільно вивчити матеріал поданий в літературі:

Додатково деякі теоретичні відомості подано у кожному завданні окремо.

Можна використовувати Google Colab або Jupiter Notebook.

**2. ЗАВДАННЯ НА ЛАБОРАТОРНУ РОБОТУ ТА МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ЙОГО ВИКОНАННЯ**

**Завдання 2.1. Дослідження мурашиного алгоритму на прикладі рішення задачі комівояжера**

У файлі Відстані між обласними центрами України.docx міститься таблиця відстаней між обласними центрами України. Міста пронумеровані по алфавіту. Ваш номер за журналом групи (або номер за табличкою у рейтингу) повинен відповідати місту з якого ви будете починати виїзд. Наприклад: за рейтинговою таблицею - № 6 Драк Тарас Сергійович починає з № 6. Івано-Франківськ. Виїзд починається і закінчується в цьому місті.

Використовуючи мову Python, розробити програму, що реалізує метод мурашиних колоній, для рішення задачі комівояжера, який їздить по містах України.

import matplotlib  
matplotlib.use('TkAgg') # або 'Qt5Agg' або 'Agg', виберіть підходящий бекенд  
  
import matplotlib.pyplot as plt  
import numpy as np  
import matplotlib.pyplot as plt  
  
# Карта відстаней з феромонами  
class CityMap:  
 def \_\_init\_\_(self, distances\_matrix, cities\_count):  
 self.distances = distances\_matrix  
 self.numberOfCities = cities\_count  
 self.pheromones = [[np.random.rand() for j in range(cities\_count)] for i in range(cities\_count)]  
  
 # Оновлення значення феромонів  
 def upd\_pheromones(self, evaporation\_rate, pheromone\_delta):  
 for i, row in enumerate(self.pheromones):  
 for j, col in enumerate(row):  
 self.pheromones[i][j] \*= (1 - evaporation\_rate)  
 self.pheromones[i][j] += pheromone\_delta[i][j]  
  
class Ant:  
 def \_\_init\_\_(self, city\_start):  
 self.startingCity = city\_start  
 self.currentCity = city\_start  
 self.distance = 0  
 self.visitedCities = [city\_start]  
  
 # Переміщення мурахи в нове місто

def move(self, city\_new, distance):  
 self.currentCity = city\_new  
 self.visitedCities.append(city\_new)  
 self.distance += distance  
  
class Colony:  
 maxColonyCycles = 50  
 pheromoneAddition = 0.0005  
 pheromoneEvaporationRate = 0.2  
 pheromoneImportance = 0.01  
 distanceImportance = 9.5  
 antCanVisitPreviousCities = False  
  
 def \_\_init\_\_(self, ants\_num):  
 self.numberOfAnts = ants\_num  
  
 # Пошук найкоротшого шляху  
 def find\_route(self, city\_map, city\_num):  
 min\_dist = float('inf')  
 route = []  
 for cycle in range(self.maxColonyCycles):  
 pheromones\_delta = [[0.0 for i in range(city\_map.numberOfCities)] for j in range(city\_map.numberOfCities)]  
 for antNumber in range(self.numberOfAnts):  
 ant = Ant(city\_num)  
 while len(ant.visitedCities) < city\_map.numberOfCities:  
 next\_city = self.get\_next\_city(ant, city\_map)  
 ant.move(next\_city, city\_map.distances[ant.currentCity][next\_city])  
 ant\_dist = ant.distance + city\_map.distances[ant.currentCity][ant.startingCity]  
 if ant\_dist < min\_dist:  
 min\_dist = ant\_dist  
 route = ant.visitedCities  
 route.append(ant.startingCity)  
 for city in range(len(ant.visitedCities) - 1):  
 pheromones\_delta[ant.visitedCities[city]][  
 ant.visitedCities[city + 1]] += self.pheromoneAddition / ant\_dist  
 city\_map.upd\_pheromones(self.pheromoneEvaporationRate, pheromones\_delta)  
  
 return min\_dist, route  
  
 # Формування списку ймовірностей переміщення в місто для мурахи  
 def get\_probabilities(self, ant, city\_map):  
 result = [0 for i in range(city\_map.numberOfCities)]  
 total\_probability = 0  
 for newCity in range(city\_map.numberOfCities):  
 if (newCity != ant.currentCity) and (self.antCanVisitPreviousCities or newCity not in ant.visitedCities):  
 probability = pow(city\_map.pheromones[ant.currentCity][newCity], self.pheromoneImportance) \* pow(  
 1 / city\_map.distances[ant.currentCity][newCity], self.distanceImportance)  
 result[newCity] = probability  
 total\_probability += probability  
 result = [result[i] / total\_probability for i in range(city\_map.numberOfCities)]  
 return result  
  
 # Вибір наступного міста для мурахи  
 def get\_next\_city(self, ant, city\_map):  
 probabilities = self.get\_probabilities(ant, city\_map)  
 random\_value = np.random.rand()  
 for i in range(city\_map.numberOfCities):  
 if probabilities[i] > random\_value:  
 return i  
 else:  
 random\_value -= probabilities[i]  
 return -1  
  
# Відстані між містами  
distance = [  
 [0, 645, 868, 125, 748, 366, 256, 316, 1057, 382, 360, 471, 428, 593, 311, 844, 602, 232, 575, 734, 521, 120,  
 343, 312, 396],  
 [645, 0, 252, 664, 81, 901, 533, 294, 394, 805, 975, 343, 468, 196, 957, 446, 430, 877, 1130, 213, 376, 765,  
 324, 891, 672],  
 [868, 252, 0, 858, 217, 1171, 727, 520, 148, 1111, 1221, 611, 731, 390, 1045, 591, 706, 1100, 1391, 335, 560,  
 988, 547, 1141, 867],  
 [125, 664, 858, 0, 738, 431, 131, 407, 1182, 257, 423, 677, 557, 468, 187, 803, 477, 298, 671, 690, 624, 185,  
 321, 389, 271],  
 [748, 81, 217, 738, 0, 1119, 607, 303, 365, 681, 833, 377, 497, 270, 925, 365, 477, 977, 1488, 287, 297, 875,  
 405, 957, 747],  
 [366, 901, 1171, 431, 1119, 0, 561, 618, 1402, 328, 135, 747, 627, 898, 296, 1070, 908, 134, 280, 1040, 798,  
 246, 709, 143, 701],  
 [256, 533, 727, 131, 607, 561, 0, 298, 811, 388, 550, 490, 489, 337, 318, 972, 346, 427, 806, 478, 551, 315,  
 190, 538, 149],  
 [316, 294, 520, 407, 303, 618, 298, 0, 668, 664, 710, 174, 294, 246, 627, 570, 506, 547, 883, 387, 225, 435,  
 126, 637, 363],  
 [1057, 394, 148, 1182, 365, 1402, 811, 668, 0, 1199, 1379, 857, 977, 474, 1129, 739, 253, 1289, 1539, 333, 806,  
 1177, 706, 1292, 951],  
 [382, 805, 1111, 257, 681, 328, 388, 664, 1199, 0, 152, 780, 856, 725, 70, 1052, 734, 159, 413, 866, 869, 263,  
 578, 336, 949],  
 [360, 975, 1221, 423, 833, 135, 550, 710, 1379, 152, 0, 850, 970, 891, 232, 1173, 896, 128, 261, 1028, 1141,  
 240, 740, 278, 690],  
 [471, 343, 611, 677, 377, 747, 490, 174, 857, 780, 850, 0, 120, 420, 864, 282, 681, 754, 999, 556, 51, 590, 300,  
 642, 640],  
 [428, 468, 731, 557, 497, 627, 489, 294, 977, 856, 970, 120, 0, 540, 741, 392, 800, 660, 1009, 831, 171, 548,  
 420, 515, 529],  
 [593, 196, 390, 468, 270, 898, 337, 246, 474, 725, 891, 420, 540, 0, 665, 635, 261, 825, 1149, 141, 471, 653,  
 279, 892, 477],  
 [311, 957, 1045, 187, 925, 296, 318, 627, 1129, 70, 232, 864, 741, 665, 0, 1157, 664, 162, 484, 805, 834, 193,  
 508, 331, 458],  
 [844, 446, 591, 803, 365, 1070, 972, 570, 739, 1052, 1173, 282, 392, 635, 1157, 0, 896, 1097, 1363, 652, 221,  
 964, 696, 981, 1112],  
 [602, 430, 706, 477, 477, 908, 346, 506, 253, 734, 896, 681, 800, 261, 664, 896, 0, 774, 1138, 190, 732, 662,  
 540, 883, 350],  
 [232, 877, 1100, 298, 977, 134, 427, 547, 1289, 159, 128, 754, 660, 825, 162, 1097, 774, 0, 338, 987, 831, 112,  
 575, 176, 568],  
 [575, 1130, 1391, 671, 1488, 280, 806, 883, 1539, 413, 261, 999, 1009, 1149, 484, 1363, 1138, 338, 0, 1299,  
 1065, 455, 984, 444, 951],  
 [734, 213, 335, 690, 287, 1040, 478, 387, 333, 866, 1028, 556, 831, 141, 805, 652, 190, 987, 1299, 0, 576, 854,  
 420, 1036, 608],  
 [521, 376, 560, 624, 297, 798, 551, 225, 806, 869, 1141, 51, 171, 471, 834, 221, 732, 831, 1065, 576, 0, 641,  
 351, 713, 691],  
 [120, 765, 988, 185, 875, 246, 315, 435, 1177, 263, 240, 590, 548, 653, 193, 964, 662, 112, 455, 854, 641, 0,  
 463, 190, 455],  
 [343, 324, 547, 321, 405, 709, 190, 126, 706, 578, 740, 300, 420, 279, 508, 696, 540, 575, 984, 420, 351, 463,  
 0, 660, 330],  
 [312, 891, 1141, 389, 957, 143, 538, 637, 1292, 336, 278, 642, 515, 892, 331, 981, 883, 176, 444, 1036, 713,  
 190, 660, 0, 695],  
 [396, 672, 867, 271, 747, 701, 149, 363, 951, 949, 690, 640, 529, 477, 458, 1112, 350, 568, 951, 608, 691, 455,  
 330, 695, 0]  
]  
  
# Список міст  
  
cities = [  
 'Вінниця', 'Дніпро', 'Донецьк', 'Житомир', 'Запоріжжя', 'Івано-Франківськ', 'Київ', 'Кропивницький',  
 'Луганськ', 'Луцьк', 'Львів', 'Миколаїв', 'Одеса', 'Полтава', 'Рівне', 'Сімферополь', 'Суми', 'Тернопіль',  
 'Ужгород', 'Харків', 'Херсон', 'Хмельницький', 'Черкаси', 'Чернівці', 'Чернігів'  
]  
  
if \_\_name\_\_ == '\_\_main\_\_':  
 # Пошук відповіді задачі  
 cityMap = CityMap(distance, len(distance[0]))  
 colony = Colony(len(distance[0]))  
 result = colony.find\_route(cityMap, 1)  
 print(f"Отриманий найкоротший шлях: {result[0]} км\n")  
  
 # Вивід отриманого маршруту  
 cityRoutes = [cities[i] for i in result[1]]  
 for i in range(0, len(cityRoutes), 3):  
 print(\*cityRoutes[i:i + 3], sep=" -> ")  
  
 # Графічне відображення отриманих даних  
 fig = plt.figure(figsize=(13, 13))  
 plt.xticks([i + 1 for i in range(26)])  
 plt.yticks([i for i in range(25)], cities)  
 plt.xlabel("Номери міст")  
 plt.ylabel("Назви міст")  
 plt.title("Маршрут пройдений комівояжером")  
 plt.plot([i + 1 for i in range(26)], result[1], ms=12, marker='.', mfc='r',  
 mec='black', mew=2, color='black', ls="--")  
 plt.grid()  
 plt.show()

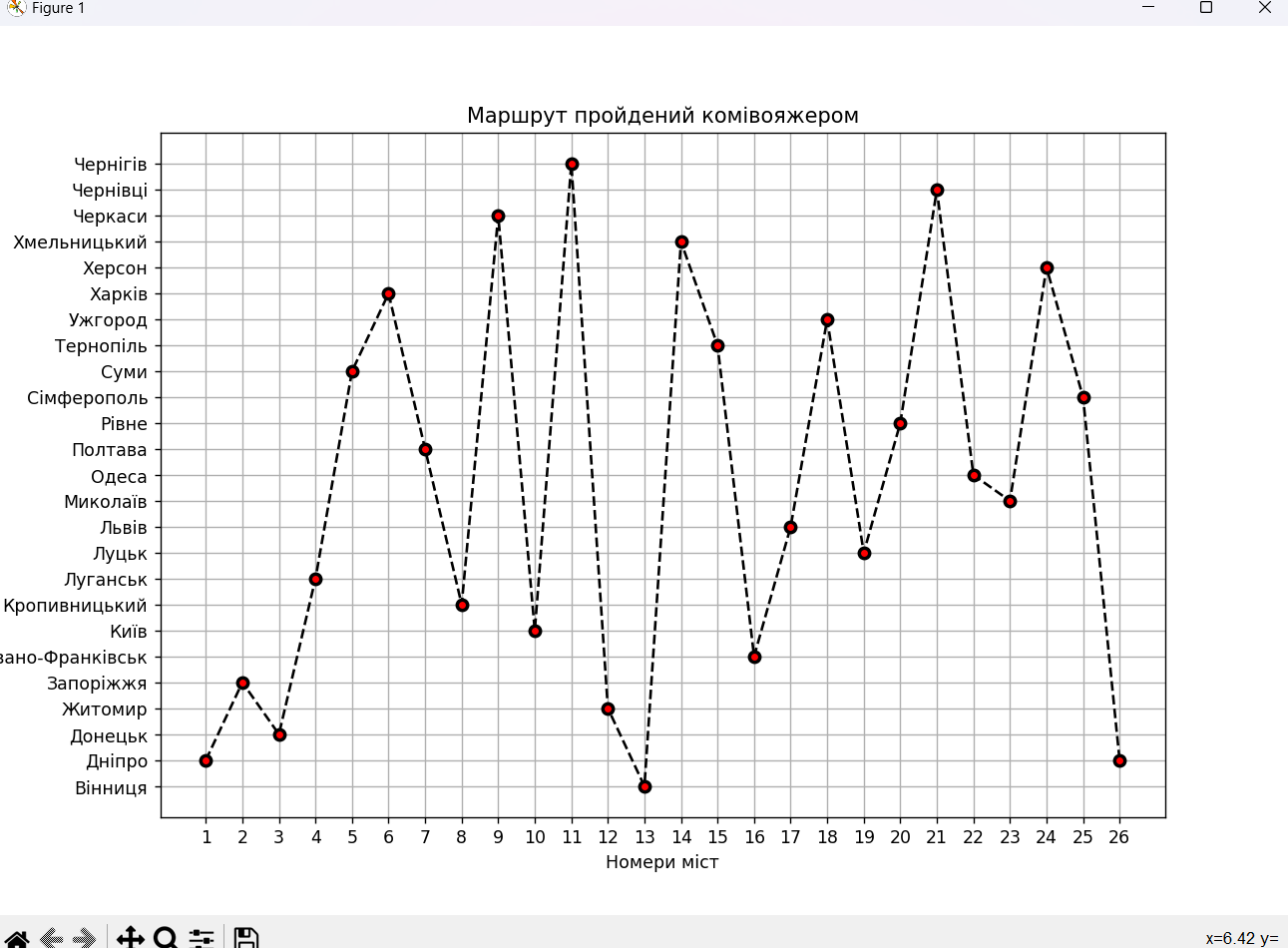


Рис 1. Графік пройденого маршруту

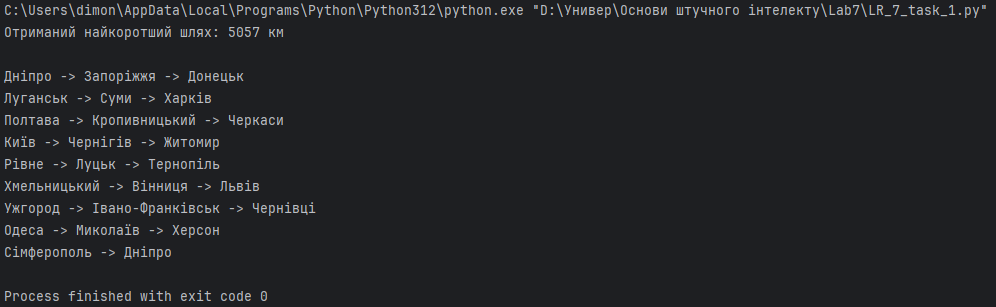


Рис 2. Результат обрахунку найкоротшого маршруту

Посилання на Git:

**Висновок по завданню**:Алгоритм може ефективно вирішувати завдання пошуку найкоротшого шляху в проблемах комівояжера та інших задачах оптимізації, особливо у випадках, коли класичні методи, такі як повний перебір через великий обсяг даних, є неможливими до застосування.

**Висновок:** використовуючи спеціалізовані бібліотеки та мову програмування Python навчився дослідити метод мурашиних колоній.