**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7**

**ДОСЛІДЖЕННЯ МУРАШИНИХ АЛГОРИТМІВ**

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

**Завдання 2.1:**

import numpy as np  
from numpy.random import choice as np\_choice  
import matplotlib.pyplot as plt  
  
  
class AntColony(object):  
 def \_\_init\_\_(self, distances, n\_ants, n\_best, n\_iterations, decay, alpha=1.0, beta=1.0):  
 *"""  
 Аргументи:  
 distances (2D numpy.array): Квадратна матриця відстаней. Діагональ вважається np.inf.  
 n\_ants (int): Кількість мурах, що запускаються за ітерацію  
 n\_best (int): Кількість кращих мурах, які відкладають феромон  
 n\_iteration (int): Кількість ітерацій  
 decay (float): Швидкість розпаду феромону  
 alpha (int or float): експонента на феромоні, вища альфа надає феромону більшої ваги. Default=1  
 beta (int or float): експонента на дистанції, вища бета надає дистанції більшої ваги. Default=1  
 """* self.distances = distances  
 self.pheromone = np.ones(self.distances.shape) / len(distances)  
 self.all\_inds = range(len(distances))  
 self.n\_ants = n\_ants  
 self.n\_best = n\_best  
 self.n\_iterations = n\_iterations  
 self.decay = decay  
 self.alpha = alpha  
 self.beta = beta  
  
 def run(self, start=0):  
 # Пошук найкоротшого шляху  
 shortest\_path = None  
 all\_time\_shortest\_path = ("placeholder", np.inf)  
 for i in range(self.n\_iterations):  
 all\_paths = self.gen\_all\_paths(start)  
 self.spread\_pheronome(all\_paths, self.n\_best, shortest\_path=shortest\_path)  
 shortest\_path = min(all\_paths, key=lambda x: x[1])  
 if shortest\_path[1] < all\_time\_shortest\_path[1]:  
 all\_time\_shortest\_path = shortest\_path  
 self.pheromone = self.pheromone \* self.decay  
 return all\_time\_shortest\_path

def spread\_pheronome(self, all\_paths, n\_best, shortest\_path):  
 # Задання значення феромонів  
 sorted\_paths = sorted(all\_paths, key=lambda x: x[1])  
 for path, dist in sorted\_paths[:n\_best]:  
 for move in path:  
 self.pheromone[move] += 1.0 / self.distances[move]  
  
 def gen\_path\_dist(self, path):  
 # Отримання довжини шляху  
 total\_dist = 0  
 for ele in path:  
 total\_dist += self.distances[ele]  
 return total\_dist  
  
 def gen\_all\_paths(self, start):  
 # Отримання довжини всіх шляхів  
 all\_paths = []  
 for i in range(self.n\_ants):  
 path = self.gen\_path(start)  
 all\_paths.append((path, self.gen\_path\_dist(path)))  
 return all\_paths  
  
 def gen\_path(self, start):  
 # Переміщення до наступного пункту  
 path = []  
 visited = set()  
 visited.add(start)  
 prev = start  
 for i in range(len(self.distances) - 1):  
 move = self.pick\_move(self.pheromone[prev], self.distances[prev], visited)  
 path.append((prev, move))  
 prev = move  
 visited.add(move)  
 path.append((prev, start)) # повернення на початок  
 return path  
  
 def pick\_move(self, pheromone, dist, visited):  
 # Вибір наступного пункту переміщення  
 pheromone = np.copy(pheromone)  
 pheromone[list(visited)] = 0  
  
 row = pheromone \*\* self.alpha \* ((1.0 / dist) \*\* self.beta)  
  
 norm\_row = row / row.sum()  
 move = np\_choice(self.all\_inds, 1, p=norm\_row)[0]  
 return move  
  
  
# Відстані між містами  
distances = np.array([  
 [np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf,  
 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,  
 np.inf, 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, np.inf, 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, np.inf]  
])  
  
# 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 найкоротшого маршруту  
 ant\_colony = AntColony(distances, 20, 5, 100, 0.8, alpha=0.9, beta=0.4)  
 result = ant\_colony.run(start=3) # варіант 4  
 print(f"Отриманий найкоротший шлях: {result[1]} км")  
  
 # Виведення знайденого шляху  
 path = "Шлях: "  
 for i in result[0]:  
 path += f"{cities[i[0]]} -> "  
 print(path[:-4])  
  
 # Графік найкоротшого маршруту  
 fig = plt.figure(figsize=(13, 13))  
 plt.xticks([i + 1 for i in range(25)])  
 plt.yticks([i for i in range(25)], cities)  
 plt.xlabel("Номери міст")  
 plt.ylabel("Назви міст")  
 plt.title("Маршрут, пройдений коміявожером")  
 plt.plot([i + 1 for i in range(len(result[0]))], [i[0] for i in result[0]], ms=12, marker='\*', mfc='b', mew=2,  
 color='#0000FF')  
 plt.grid()  
 plt.show()

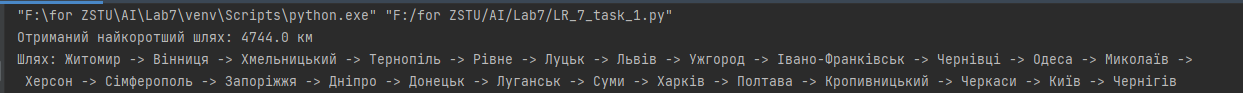


Рис. 1 – Отриманий шлях

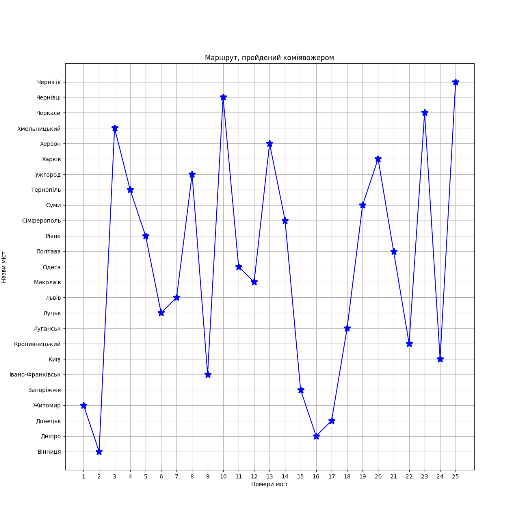


Рис. 2 – Графічне зображення знайденого маршруту

В результаті реалізовано клас мурашиної колонії AntColony, що здатен

реалізувати задачу комівояжера для відправної точки, за результатами побудовано графік. Методи описані в коді.

**Репозиторій:** <https://github.com/ipz192dyad/Artificial-intelligence-systems>

**Висновок:** в ході виконання лабораторної роботи використовуючи спеціалізовані бібліотеки та мову програмування Python було отримано навички дослідження методу мурашиних колоній.