

Лабораторна робота 7

ДОСЛІДЖЕННЯ МУРАШИНИХ АЛГОРИТМІВ

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

Хід роботи:

Завдання №1: Дослідження мурашиного алгоритму на прикладі рішення задачі комівояжера.

На основі таблиці відстаней між обласними центрами України дослідимо метод мурашиних колоній.

Відстані між обласними центрами України																										
	Місто	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	Вінниця	-	645	868	125	748	366	256	316	1057	382	360	471	428	593	311	844	602	232	575	734	521	120	343	312	396
2	Дніпро	645	-	252	664	81	901	533	294	394	805	975	343	468	196	957	446	430	877	1130	213	376	765	324	891	672
3	Донецьк	868	252	-	858	217	1171	727	520	148	1111	1221	611	731	390	1045	591	706	1100	1391	335	560	988	547	1141	867
4	Житомир	125	664	858	-	738	431	131	407	1182	257	423	677	557	468	187	803	477	298	671	690	624	185	321	389	271
5	Запоріжжя	748	81	217	738	-	1119	607	303	365	681	833	377	497	270	925	365	477	977	1488	287	297	875	405	957	747
6	Ів-Франківськ	366	901	1171	431	1119	-	561	618	1402	328	135	747	627	898	296	1070	908	134	280	1040	798	246	709	143	701
7	Київ	256	533	727	131	607	561	-	298	811	388	550	490	489	337	318	972	346	427	806	478	551	315	190	538	149
8	Кропивницький	316	294	520	407	303	618	298	-	668	664	710	174	294	246	627	570	506	547	883	387	225	435	126	637	363
9	Луганськ	1057	394	148	1182	365	1402	811	668	-	1199	1379	857	977	474	1129	739	253	1289	1539	333	806	1177	706	1292	951
10	Луцьк	382	805	1111	257	681	328	388	664	1199	-	152	780	856	725	70	1052	734	159	413	866	869	263	578	336	949
11	Львів	360	975	1221	423	833	135	550	710	1379	152	-	850	970	891	232	1173	896	128	261	1028	1141	240	740	278	690
12	Миколаїв	471	343	611	677	377	747	490	174	857	780	850	-	120	420	864	282	681	754	999	556	51	590	300	642	640
13	Одеса	428	468	731	557	497	627	489	294	977	856	970	120	-	540	741	392	800	660	1009	831	171	548	420	515	529
14	Полтава	593	196	390	468	270	898	337	246	474	725	891	420	540	-	665	635	261	825	1149	141	471	653	279	892	477
15	Рівне	311	957	1045	187	925	296	318	627	1129	70	232	864	741	665	-	1157	664	162	484	805	834	193	508	331	458
16	Сімферополь	844	446	591	803	365	1070	972	570	739	1052	1173	282	392	635	1157	-	896	1097	1363	652	221	964	696	981	1112
17	Суми	602	430	706	477	477	908	346	506	253	734	896	681	800	261	664	896	-	774	1138	190	732	662	540	883	350
18	Тернопіль	232	877	1100	298	977	134	427	547	1289	159	128	754	660	825	162	1097	774	-	338	987	831	112	575	176	568
19	Ужгород	575	1130	1391	671	1488	280	806	883	1539	413	261	999	1009	1149	484	1363	1138	338	-	1299	1065	455	984	444	951
20	Харків	734	213	335	690	287	1040	478	387	333	866	1028	556	831	141	805	652	190	987	1299	-	576	854	420	1036	608
21	Херсон	521	376	560	624	297	798	551	225	806	869	1141	51	171	471	834	221	732	831	1065	576	-	641	351	713	691
22	Хмельницький	120	765	988	185	875	246	315	435	1177	263	240	590	548	653	193	964	662	112	455	854	641	-	463	190	455
23	Черкаси	343	324	547	321	405	709	190	126	706	578	740	300	420	279	508	696	540	575	984	420	351	463	-	660	330
24	Чернівці	312	891	1141	389	957	143	538	637	1292	336	278	642	515	892	331	981	883	176	444	1036	713	190	660	-	695
25	Чернігів	396	672	867	271	747	701	149	363	951	949	690	640	529	477	458	1112	350	568	951	608	691	455	330	695	-

Рисунок 1 – Таблиця відстаней між обласними центрами України

Згідно мого варіанту (№10) нашу подорож розпочинаємо із міста Луцьк.

					ДУ «Житомирська політехніка».22.121.10.000 – Лр7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.		Миколюк В.О.			Звіт з лабораторної роботи
Перевір.		Філіпов В.О.			
Керівник					
Н. контр.					
Зав. каф.					
		Літ.	Арк.	Аркуші	
		1	1	11	
ФІКТ Гр. ІПЗк-20-1[1]					

Код скрипту LR_7_task1.py:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Карта відстаней з феромонами
class CityMap:
    def __init__(self, distancesMatrix, numberOfCities):
        self.distances = distancesMatrix
        self.numberOfCities = numberOfCities
        self.pheromones = [[np.random.rand() for j in range(numberOfCities)] for i in range(numberOfCities)]

    # Оновлення значення феромонів
    def UpdatePheromones(self, evaporationRate, pheromoneDelta):
        for i, row in enumerate(self.pheromones):
            for j, col in enumerate(row):
                self.pheromones[i][j] *= (1 - evaporationRate)
                self.pheromones[i][j] += pheromoneDelta[i][j]

class Ant:
    def __init__(self, startingCity):
        self.startingCity = startingCity
        self.currentCity = startingCity
        self.distance = 0
        self.visitedCities = [startingCity]

    # Переміщення мурахи в нове місто
    def Move(self, newCity, distance):
        self.currentCity = newCity
        self.visitedCities.append(newCity)
        self.distance += distance

class Colony:
    maxColonyCycles = 50
    pheromoneAddition = 0.0005
    pheromoneEvaporationRate = 0.2
    pheromoneImportance = 0.01
    distanceImportance = 9.5
    antCanVisitPreviousCities = False

    def __init__(self, numberOfAnts):
        self.numberOfAnts = numberOfAnts

    # Пошук найкоротшого шляху
    def FindRoute(self, cityMap, cityNumber):
        minDistance = float('inf')
        route = []
        for cycle in range(self.maxColonyCycles):
            pheromonesDelta = [[0.0 for i in range(cityMap.numberOfCities)] for j in range(cityMap.numberOfCities)]
            for antNumber in range(self.numberOfAnts):
                ant = Ant(cityNumber)
                while len(ant.visitedCities) < cityMap.numberOfCities:
                    nextCity = self.GetNextCity(ant, cityMap)
                    ant.Move(nextCity,
cityMap.distances[ant.currentCity][nextCity])
                    antDistance = ant.distance +
cityMap.distances[ant.currentCity][ant.startingCity]
                    if antDistance < minDistance:
```

		Миколюк В.О.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.10.000 – Лр7	Арк.
		Філіпов В.О.				2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

        minDistance = antDistance
        route = ant.visitedCities
        for city in range(len(ant.visitedCities) - 1):
            pheromonesDelta[ant.visitedCities[city]][
                ant.visitedCities[city + 1]] += self.pheromoneAddition /
antDistance
            cityMap.UpdatePheromones(self.pheromoneEvaporationRate,
pheromonesDelta)

        return minDistance, route

# Формування списку ймовірностей переміщення в місто для мурахи
def GetProbabilities(self, ant, cityMap):
    result = [0 for i in range(cityMap.numberOfCities)]
    totalProbability = 0
    for newCity in range(cityMap.numberOfCities):
        if (newCity != ant.currentCity) and (self.antCanVisitPreviousCities or
newCity not in ant.visitedCities):
            probability = pow(cityMap.pheromones[ant.currentCity][newCity],
self.pheromoneImportance) * pow(
                1 / cityMap.distances[ant.currentCity][newCity],
self.distanceImportance)
            result[newCity] = probability
            totalProbability += probability
    result = [result[i] / totalProbability for i in
range(cityMap.numberOfCities)]
    return result

# Вибір наступного міста для мурахи
def GetNextCity(self, ant, cityMap):
    probabilities = self.GetProbabilities(ant, cityMap)
    randomValue = np.random.rand()
    for i in range(cityMap.numberOfCities):
        if probabilities[i] > randomValue:
            return i
        else:
            randomValue -= 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],

```

		Миколюк В.О.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.10.000 – Лр7	Арк.
		Філіпов В.О.				3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

[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',

```

		Миколюк В.О.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.10.000 – Лр7	Арк.
		Філіпов В.О.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

```

'Чернігів'
]

# Пошук відповіді задачі
cityMap = CityMap(distance, len(distance[0]))
colony = Colony(len(distance[0]))
result = colony.FindRoute(cityMap, 9)
print(f"Отриманий найкоротший шлях: {result[0]} км")

# Вивід отриманого маршруту
cityRoutes = "Отриманий маршрут: "
for i in result[1]:
    cityRoutes += cities[i]
    if i != result[1][-1]:
        cityRoutes += "->"
print(cityRoutes)

# Графічне відображення отриманих даних
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 комівояжером")
plt.plot([i + 1 for i in range(25)], result[1], ms=10, marker='o', mfc='r')
plt.grid()
plt.show()

```

```

C:\Users\vlmyk\AppData\Local\Programs\Python\Python39\python.exe C:\artificial-intelligence-systems\lab7\LR_7_task1.py
Отриманий найкоротший шлях: 4986 км
Отриманий маршрут: Луцьк->Рівне->Тернопіль->Хмельницький->Вінниця->Житомир->Київ->Чернігів->Черкаси->Кропивницький->Полтава->Харків->Суми->Луганськ->Донецьк->Запоріжжя->Дніпро-
Process finished with exit code 0

```

Рисунок 2 – Результат роботи скрипту LR_7_task1.py

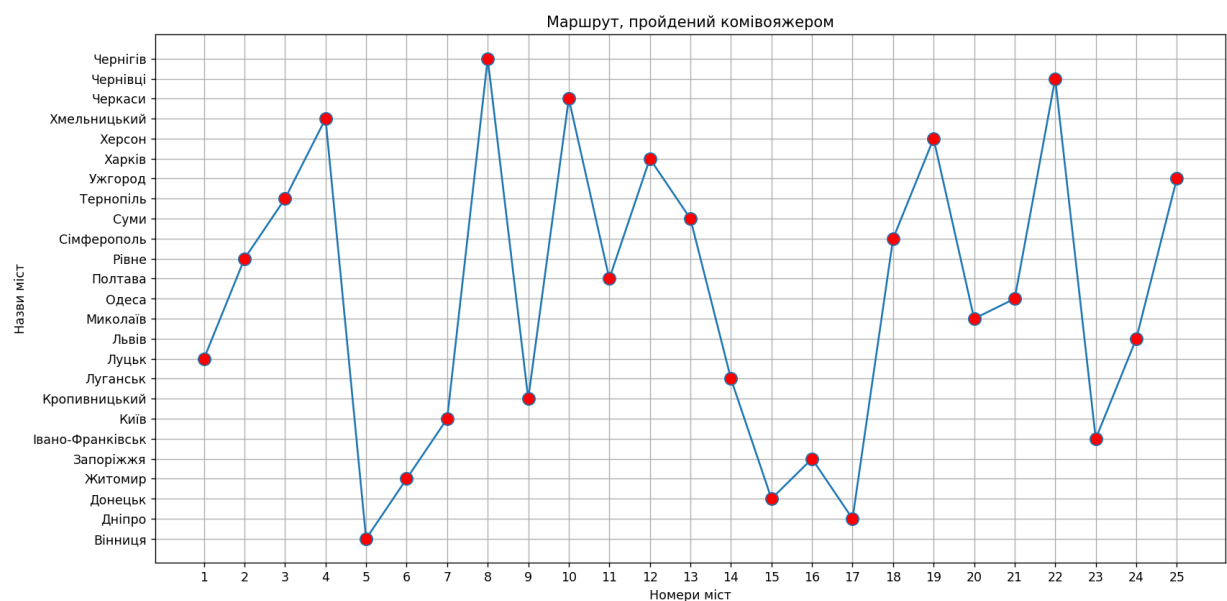


Рисунок 3 – Результат роботи скрипту LR_7_task1.py

		Миколюк В.О.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.10.000 – Лр7	Арк.
		Філіпов В.О.				5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отриманий найкоротший шлях: 4972 км

Отриманий маршрут: Луцьк->Рівне->Тернопіль->Хмельницький->Вінниця->Житомир->Київ->Чернігів->Кропивницький->Черкаси->Полтава->Харків->Суми->Луганськ->Донецьк->Запоріжжя->Дніпро->Сімферополь->Херсон->Миколаїв->Одеса->Чернівці->Івано-Франківськ->Львів->Ужгород

Висновок: У ході виконання лабораторної роботи було досліджено метод мурашиних колоній на прикладі прокладення маршруту між обласними центрами України.

Git-репозиторій:

<https://github.com/VladyslavMyk/artificial-intelligence-systems.git>

		Миколюк В.О.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.10.000 – Лр7	Арк.
		Філіпов В.О.				6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		