ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ХОПФІЛДА

дипломна робота
спеціальність 7.05010104 – “Системи штучного інтелекту”

Виконав студент гр. 1КН-14сп Коновал М.С.
Керівник: к.т.н., доц. Арсенюк І.Р.

- Об’єктом дослідження є процес розв’язання задачі комівояжера за допомогою нейронних мереж.
- Предметом дослідження є програмні засоби розв’язання задачі комівояжера на основі технологій нейронних мереж.
- Метою даної роботи є підвищення швидкодії розв’язання задачі комівояжера за рахунок використання нейронної мережі Хопфілда.

АКТУАЛЬНІСТЬ

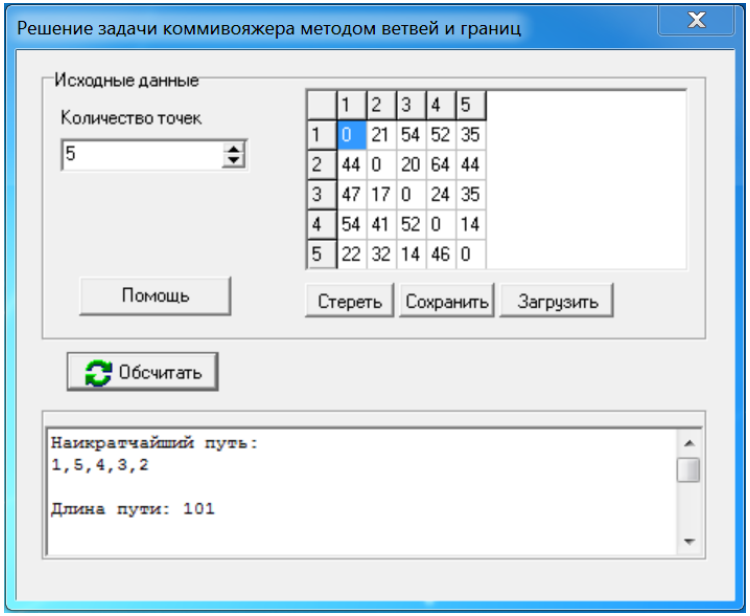
Суть “задачі комівояжера” полягає в знаходженні найкоротшого замкнутого шляху обходу вершин графа (міст, станів певної системи і т. п.), які задані своїми координатами . Застосовується при проектуванні інформаційних систем та обчислювальних комплексів, у задачах маршрутизації в системах масового обслуговування та комп’ютерних мережах.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ХОПФІЛДА

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика аналогу та нової розробки

№	Показники	Одиниця виміру	Аналог	Система, що розробляється	Співвідношення параметрів нової системи до параметрів аналогу
1	2	3	4	5	6
1	Затрати часу на розв'язання задачі комівояжера для 100 вузлів	хв.	4,2	2,1	0.5
2	Зручність інтерфейсу	–	не зручний	зручний	–

Аналог - програма Kommi (Delphi, метод гілок і меж)



Нова розробка є кращою ніж та, що була обрана за аналог. Нова система є більш зручною у використанні, у неї вищі показники швидкості роботи.

АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

Методи наближеного розв'язання задачі комівояжера:

- повний лексичний перебір,
- жадібні алгоритми (метод найближчого сусіда),
- метод включення найближчого міста,
- метод найдешевшого включення,
- метод мінімального кістяка дерева.

На практиці застосовують різні модифікації ефективніших методів:

- метод гілок і меж,
- метод генетичних алгоритмів,
- алгоритм мурашиної колонії,
- метод симуляції віджигу,
- метод еластичної мережі,
- нейронні мережі Хопфілда
- нейронні мережі Кохонена.

Формулювання задачі комівояжера

Задача комівояжера полягає у знаходженні найвигіднішого маршруту, що проходить через вказані міста по одному разу. В умовах завдання вказуються критерій вигідності маршруту (найкоротший, найдешевший, сукупний критерій тощо) і відповідні матриці відстаней, вартості тощо.

Вхідні дані:

- - кількість міст, для яких буде розв'язуватись задача комівояжера;
- - Декартові координати кожного міста;
- - коефіцієнти, необхідні для роботи нейронної мережі;
- - кількість ітерацій на протязі яких буде здійснюватись робота нейронної мережі;
- - загальна кількість спроб запусків нейронної мережі.

Вихідні дані:

- - довжина оптимального шляху;
- - оптимальний шлях.

Оптимальний шлях – це деяка впорядкована множина міст, довжина шляху між якими найменша серед усіх маршрутів, що були розглянуті як ті, що задовольняють умову задачі.

ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДУ РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА

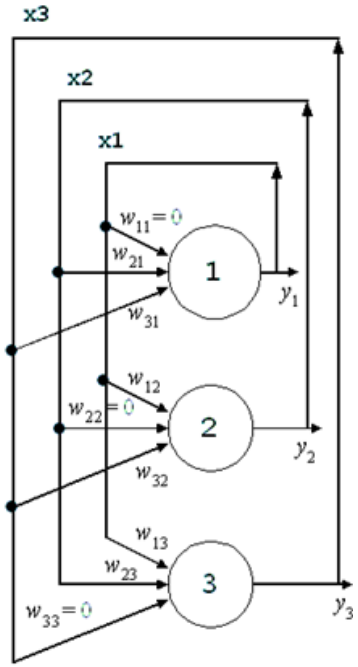
Архітектура нейронної мережі Хопфілда

1, 2, 3 - нейрони

x1, x2, x3 - входи нейронів

y1, y2, y3 - виходи нейронів

w_{ij} - ваги відповідних вхідних ребер нейронів



Ключову роль для розв’язання грає енергетична функція, яка буде мінімізуватись в процесі роботи мережі.

Енергетична функція повинна задовольняти наступні критерії:

- вона повинна приводити мережу до стану рівноваги, при якому в кожному рядку і стовпці знаходиться лише один активний нейрон;

- стан з найменшої енергією буде відповідати маршруту з найкоротшою довжиною шляху.

Цим критеріям відповідає наступна функція, що була розроблена Хопфілдом і Танком:

$$E = (A/2)\sum_X \sum_i \sum_{j \neq i} V_{Xi} V_{Xj} + (B/2)\sum_i \sum_X \sum_{Y \neq X} V_{Xi} V_{Xj} +$$
$$+(C/2)(\sum_X \sum_i V_{Xi} - n)^2 + (D/2)\sum_X \sum_{X \neq Y} \sum_i d_{XY} V_{Xi} (V_{Y,i+1} + V_{Y,i-1})$$

де A, B, C, D - деякі константи, що задаються, V – матриця виходів нейронів, d – матриця довжин шляхів між кожною парою міст.

Представлення даних у мережі Хопфілда

Нейронна мережа Хопфілда складається з n*n нейронів. Представляти таку мережу можна у вигляді двомірного масиву n*n, кожна клітинка якого буде представляти вихідне значення відповідного нейрона. Нейрон на виході може приймати дійсне значення від 0 до 1 включно.

На основі цього масиву буде формуватись остаточний маршрут. Рядки відповідають за міста, а стовпці відповідають за порядок міста в маршруті комівояжера.

Таким чином, шлях буде правильним, якщо в кожному рядку і стовпці знаходиться лише один активний нейрон. Розглянемо приклад для 4 міст. Нехай ми маємо наступний стан нашої мережі:

	№1	№2	№3	№4
C_1	0	1	0	0
C_2	1	0	0	0
C_3	0	0	0	1
C_4	0	0	1	0

Наведений стан мережі описує наступний шлях:

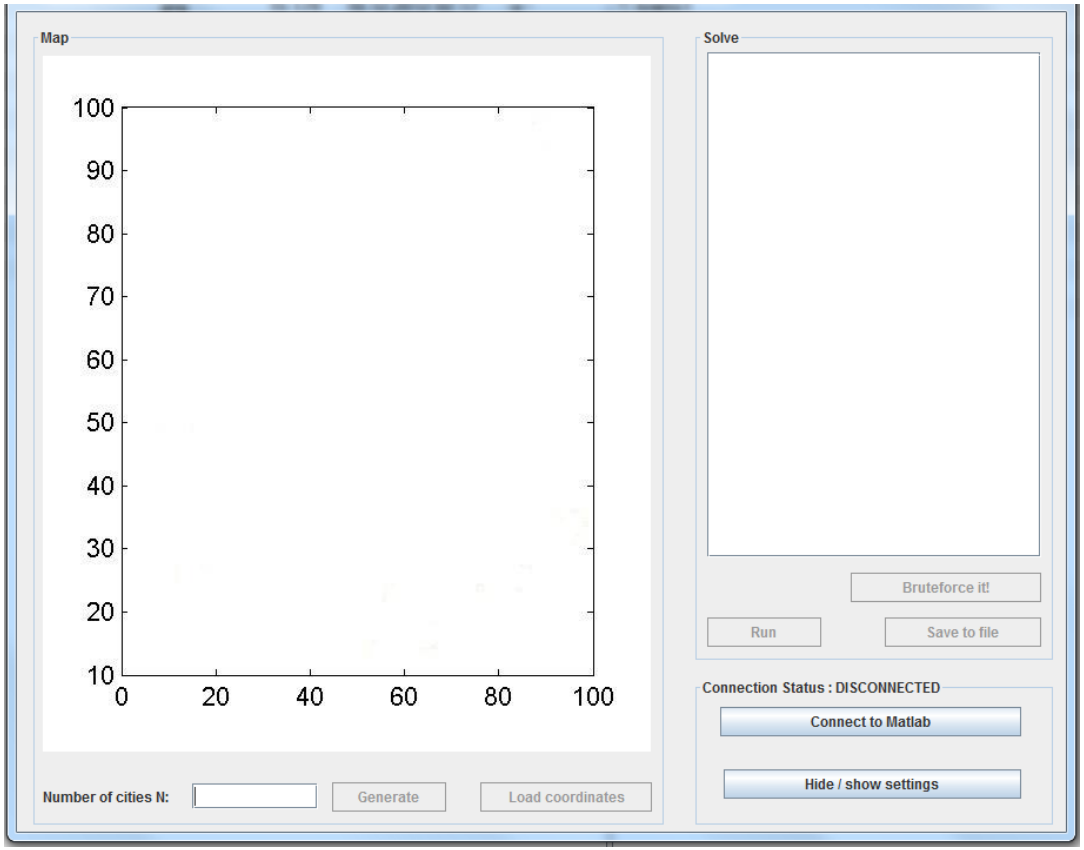
$City_2$ -> $City_1$ -> $City_4$ -> $City_3$ -> $City_2$

Схема алгоритму роботи інтелектуальної системи

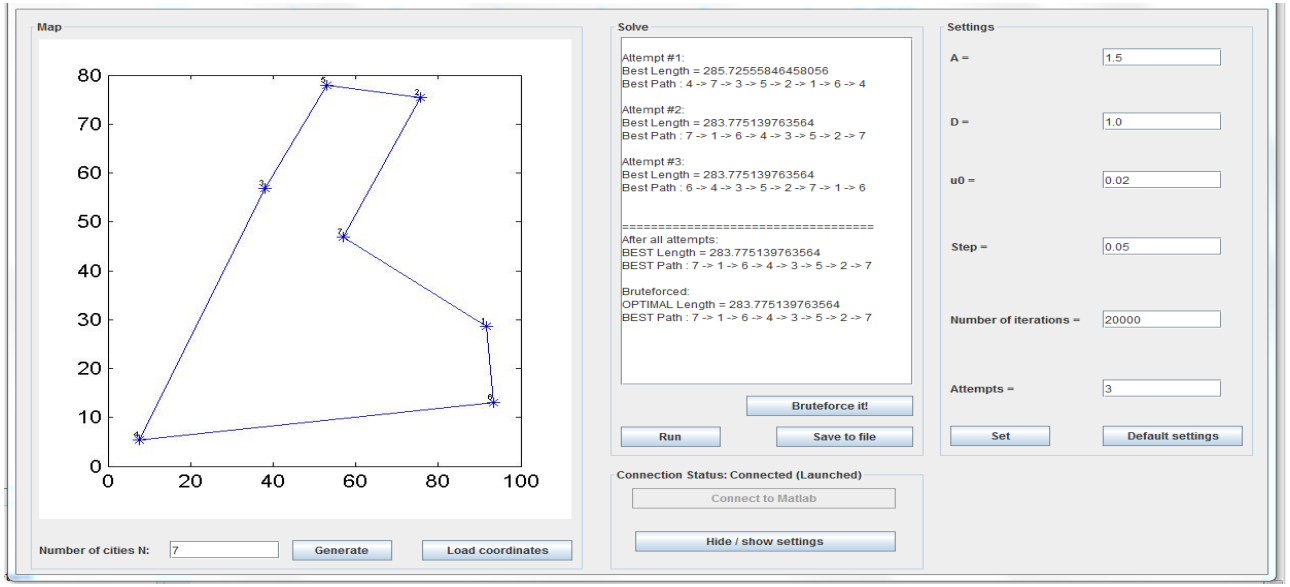
Інтелектуальна система, що виконує всі обрахунки і дії з нейронною мережею Хопфілда була запрограмована на мові програмування Matlab у середовищі Matlab R2012a. Модуль, що відповідає за візуальну роботу з користувачем, був запрограмований на мові програмування Java у середовищі програмування Eclipse 4.2 з використанням плагіна для побудови Swing GUI WindowBuilder.

Програма періодично оновлює зображення графа стану нейронної мережі в процесі роботи, і користувач може спостерігати роботу мережі в режимі реального часу.

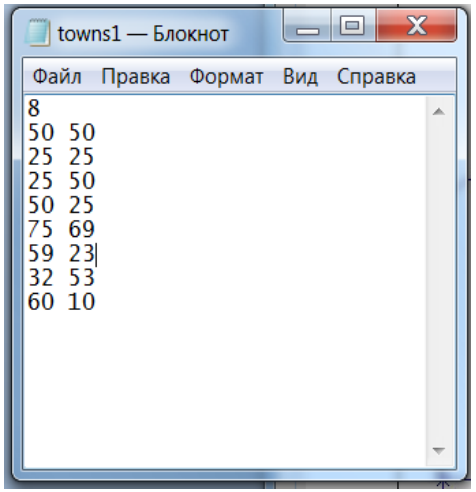
СТАРТОВЕ ВІКНО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ



ПРИКЛАД РОБОТИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИРОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА



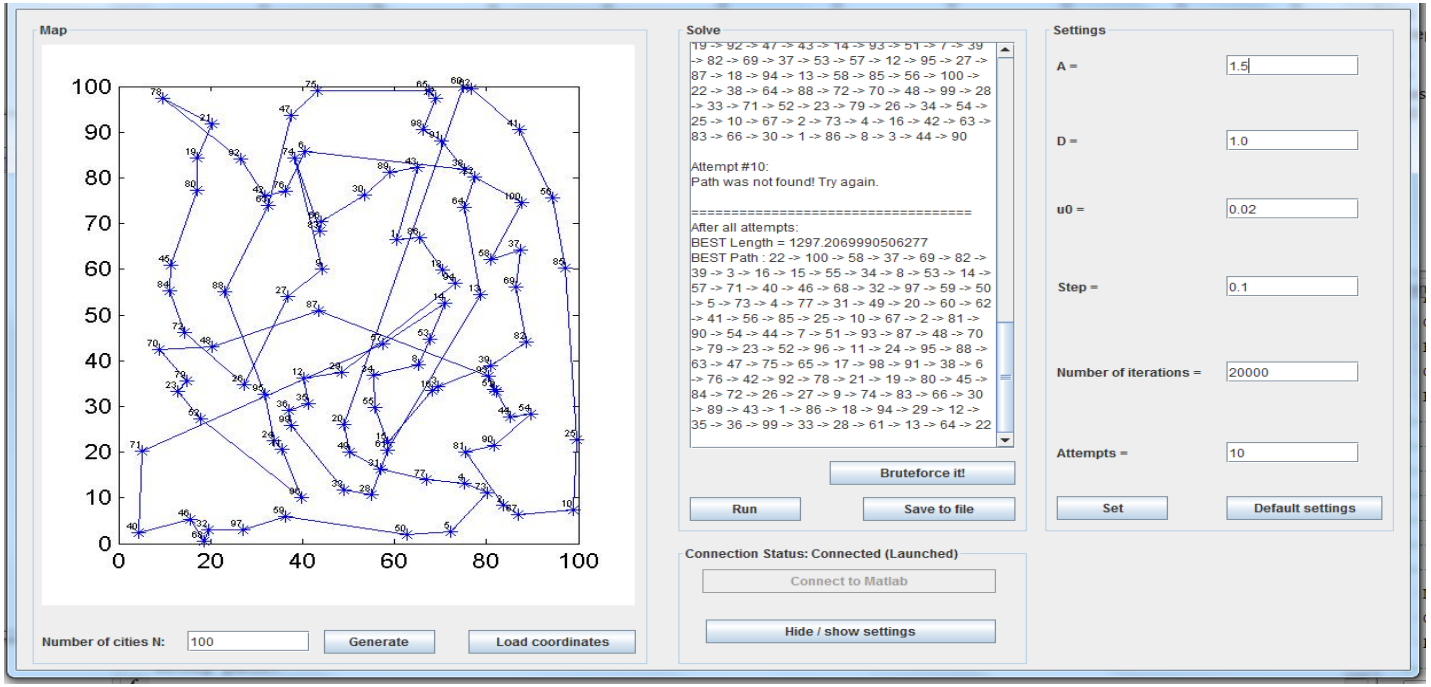
Вхідний файл з координатами міст



1) Невелика кількість міст (N = 7), координати кожного міста згенеровані автоматично, стандартні коефіцієнти, кількість ітерацій 20000, кількість спроб 3.

Число міст дозволяє перевірити оптимальність знайденого шляху методом розв’язання задачі повним перебором всіх можливих варіантів. Як бачимо, результат роботи нейронної мережі повністю співпадає з результатом повного перебору

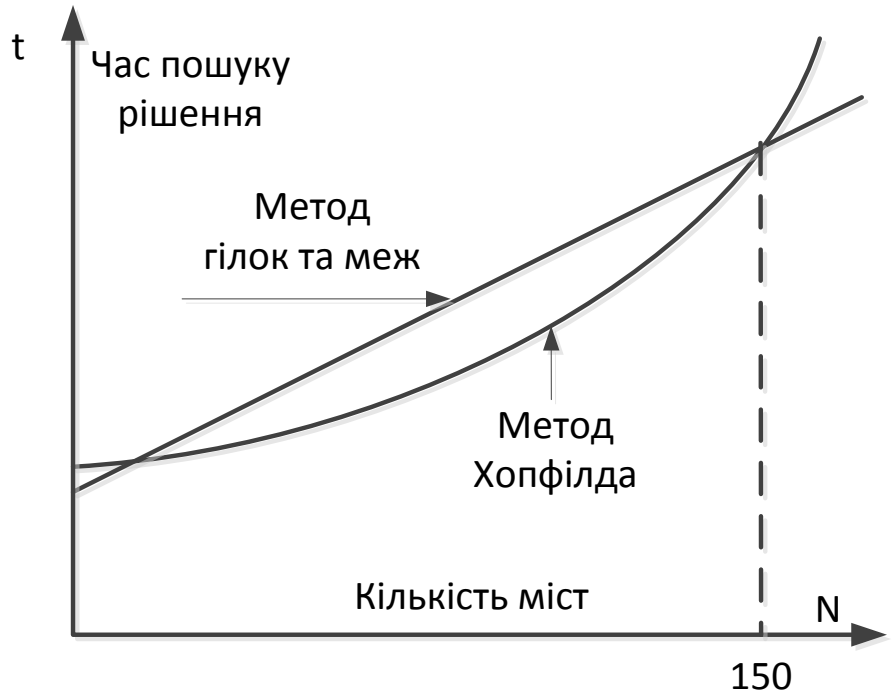
ПРИКЛАД №2 РОБОТИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА



Велика кількість міст N = 100, координати кожного міста згенеровані автоматично, стандартні коефіцієнти, кількість ітерацій 20000, кількість спроб 10.

З 10 проведених спроб було обрано оптимальний шлях

Результати роботи



Порівняно з методом гілок та меж, запропонована інтелектуальна система має кращу швидкодію для кількості міст до 150. При подальшому зростанні кількості міст різко знижується швидкодія мережі (збільшується час пошуку рішення) і потребується більша кількість ітерацій для досягнення положення рівноваги мережі.

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Було доведено, що створення програмного продукту є економічно доцільним для споживача, оскільки він не потребує великих експлуатаційних витрат – 791,3 грн./рік, загальні витрати на розробку становлять 38519,32 грн. Річний економічний ефект для споживача від впровадження нової розробки за рахунок експлуатаційних витрат становить 552,7 грн./рік та придбати програмний продукт можна на 2520,75 грн. дешевше ніж аналог. Термін окупності складає 3 місяці

ВИСНОВОК

При виконанні дипломної роботи було розроблено програмну реалізацію розв’язку задачі комівояжера. Порівняно з методом гілок та меж, запропонована інтелектуальна система має кращу швидкодію для кількості міст до 150. При подальшому зростанні кількості міст різко знижується швидкодія мережі (збільшується час пошуку рішення).