

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:

РОЗПІЗНАВАННЯ СИМВОЛІВ НА ОСНОВІ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ХОПФІЛДА

Виконав студент гр. 1КН-16м Василічишин Р.А.

Керівник: к.т.н., доц. Колесницький О.К.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення достовірності розпізнавання символів за рахунок використання штучної нейронної мережі Хопфілда.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:

- провести аналіз проблеми розв'язання задачі розпізнавання символів;
- розглянути існуючі методи вирішення задачі розпізнавання символів та обрати й обґрунтувати вибір методу, який задовольняє мету даної магістерської кваліфікаційної роботи;
- розробити математичну модель розпізнавання символів;
- сформулювати стадії інформаційної технології, розробити структуру та алгоритм роботи програмного засобу;
- виконати програмну реалізацію запропонованої інформаційної технології;
- провести тестування програмного продукту та виконати аналіз отриманих результатів

ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єкт дослідження – процес розпізнавання символів з використанням штучних нейронних мереж.

Предмет дослідження – інформаційна технологія та програмні засоби розпізнавання символів з використанням нейронної мережі та достовірність розпізнавання символів.

Методи дослідження

У роботі використані наступні методи наукових досліджень:

- системного аналізу,
- розпізнавання образів,
- теорії штучних нейронних мереж для реалізації інформаційної технології розпізнавання символів,
- методи математичної статистики для розробки процесу розпізнавання символів та обрахунків результатів експериментів із програмним засобом,
- об'єктно-орієнтованого програмування.

НАУКОВА НОВИЗНА ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

полягає в наступному:

1. Набула подальшого розвитку інформаційна технологія розпізнавання символів, яка відрізняється використанням штучної нейронної мережі Хопфілда, що дозволило підвищити достовірність розпізнавання символів.

2. Удосконалено математичну модель навчання нейронної мережі Хопфілда, яка відрізняється використанням матриці зв'язків, зваженої коефіцієнтом співпадінь, що пришвидшило сходження мережі Хопфілда до стійкого стану і збільшило достовірність розпізнавання символів

.

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

1. розроблено алгоритм навчання нейронної мережі Хопфілда з використанням зваженої матриці зв'язків;
2. розроблено алгоритм роботи програмного забезпечення розпізнавання символів на основі штучної нейронної мережі Хопфілда;
3. розроблено програмні засоби для розпізнавання символів на основі штучної нейронної мережі Хопфілда;

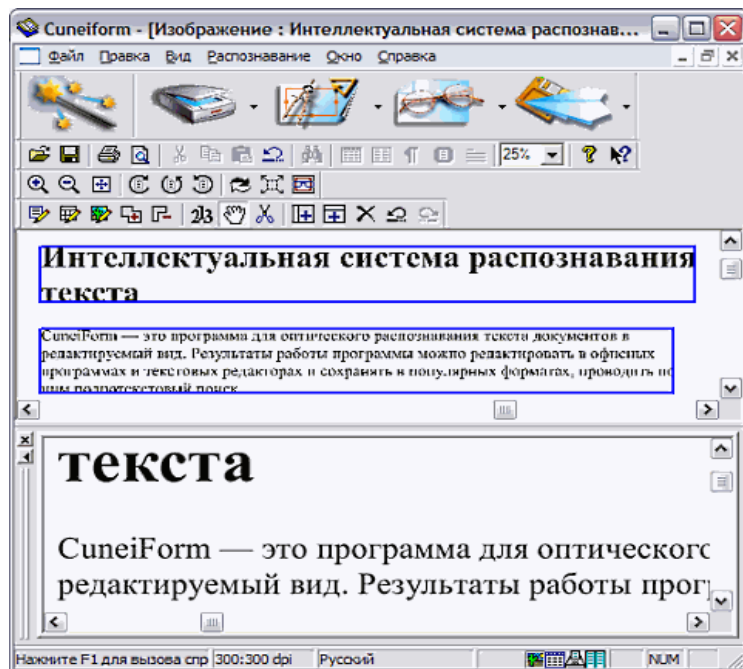
Аналіз предметної області розпізнавання символів

Є чотири загальних методи розпізнавання символів:

- **співставлення шаблонів** (пряме співставлення, пружне співставлення, релаксаційне співставлення),
- **статистичні методи** (k-найближчих сусідів, прихована модель Маркова, метод опорних векторів, байєсівський дискримінантний класифікатор),
- **структурні методи** (граматичні, графічні),
- **нейронні мережі**.

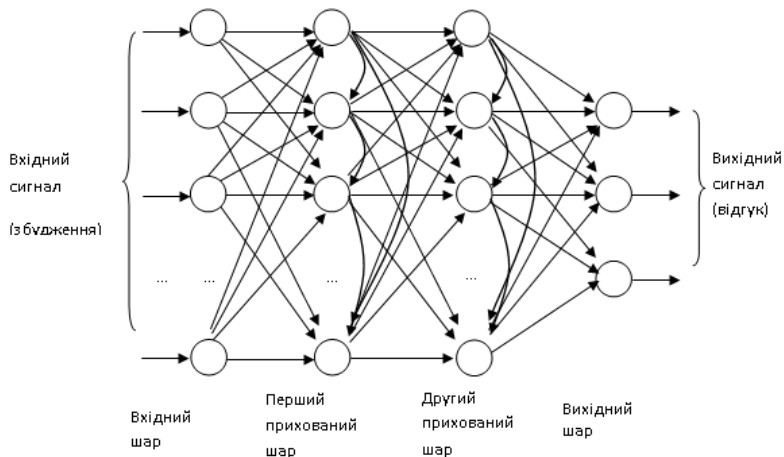
Було обрано метод нейронних мереж

Вибір і обґрунтування аналогу

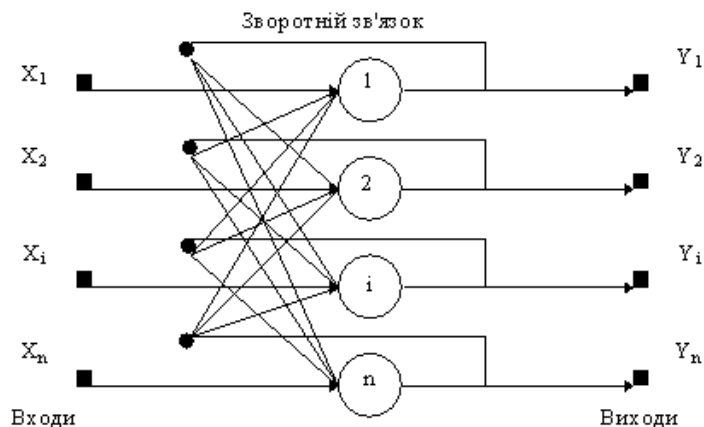


Аналог - программа
CuneiForm

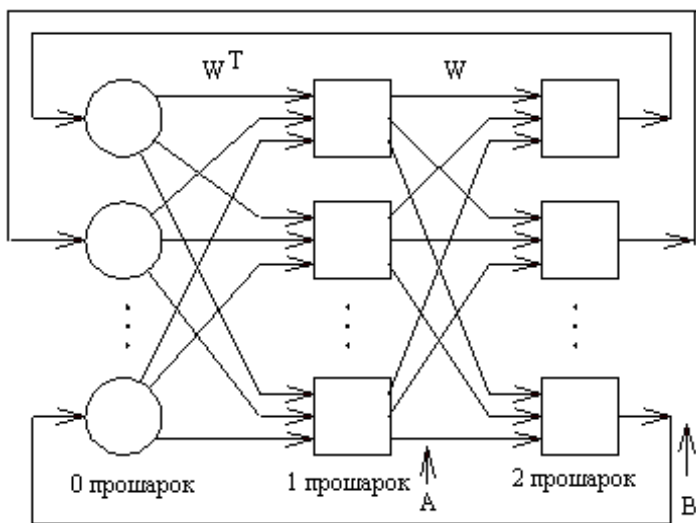
ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ



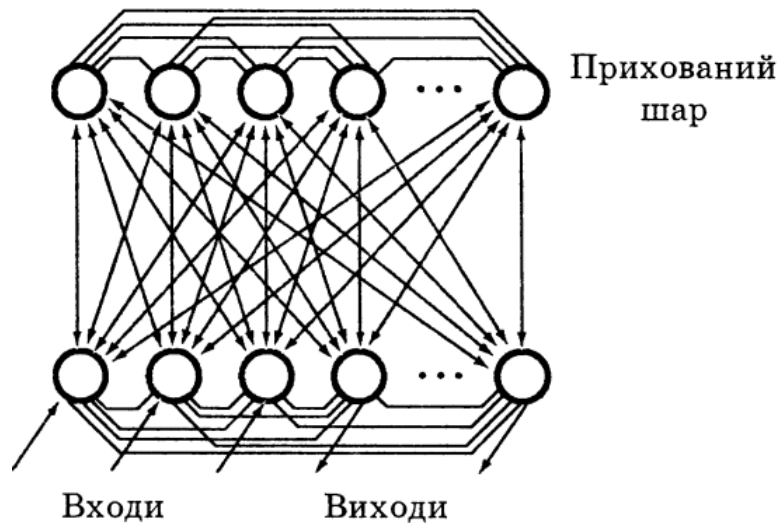
Багатошаровий перцептрон



Нейронна мережа Хопфілда



Двоскерована асоціативна пам'ять



Машина Больцмана

Була обрана нейронна мережа Хопфілда

Архітектура та математична модель нейронної мережі Хопфілда

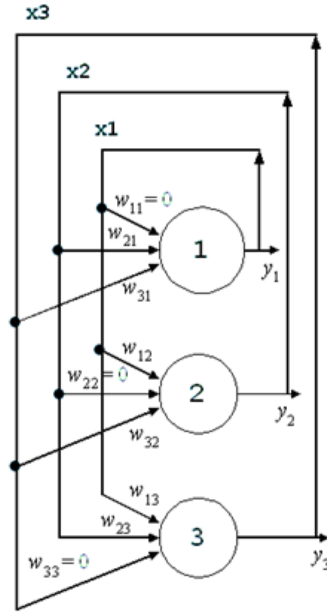
Архітектура нейронної мережі Хопфілда

1, 2, 3 - нейрони

x_1, x_2, x_3 - входи нейронів

y_1, y_2, y_3 - виходи нейронів

w_{ij} - ваги відповідних вхідних ребер нейронів



1. На стадії ініціалізації мережі вагові коефіцієнти синапсів встановлюються таким чином:

$$w_{ij} = \begin{cases} \sum_{k=0}^{m-1} x_i^k x_j^k, & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases}$$

де i та j – індекси, відповідно, пресинаптичного (вхідного) і постсинаптичного (вихідного) нейронів; w_{ij} – i -та синаптична вага j -го нейрона; x_i^k, x_j^k – i -ий і j -ий елементи вектора k -ого зразка.

2. На входи мережі подається невідомий сигнал. Фактично його введення здійснюється безпосередньо встановленням значень:

$$y_j(0) = x_j, j = 0 \dots n - 1,$$

де y_j – вихід j -го нейрона. Тому позначення на схемі мережі вхідних синапсів в явному вигляді носить чисто умовний характер. Нуль праворуч від y_j означає нульову ітерацію в циклі роботи мережі.

3. Розраховується новий стан нейронів і нові значення аксонів:

$$s_j(p + 1) = \sum_{i=0}^{n-1} w_{ij} y_i(p),$$

де $j = 0 \dots n-1$, p – номер (конкретний крок) ітерації;
 f – активаційна функція.

$$y_j(p + 1) = f[s_j(p + 1)]$$

4. Перевірка: чи змінилися вихідні значення аксонів за останню ітерацію. Якщо так – перехід до пункту 3, інакше – кінець. При цьому вихідний вектор являє собою зразок, що найкращим чином поєднується з вхідними даними.

Модифікація математичної моделі навчання нейронної мережі Хопфілда для розпізнавання символів

Щоб покращити процес розпізнавання символів та збільшити достовірність процесу розпізнавання символів за допомогою нейронної мережі Хопфілда, була проведена модифікацію математичної моделі навчання мережі Хопфілда наступним чином:

1. Ввести вектори символів.
2. Сформуванати навчальну матрицю (незважену) нейронної мережі за формулою:

$$W = \frac{1}{M} \sum_m^M X_m \cdot X_m^T,$$

де M - кількість символів, що потрібно розпізнати, $m=1 \dots M$, X_m – вектор пікселів m -того символу

3. Сформуванати модифіковану навчальну матрицю W^β (зважену) β – зв'язків нейронної мережі за формулою:

$$W^\beta = \frac{1}{M} \sum_m^M |\beta_m| X_m \cdot X_m^T.$$

де $\beta_m = P_c / P$, P_c – кількість пікселів, що співпадає; P – кількість нейронів.

4. При функціонуванні мережі використовувати матрицю зв'язків W^β

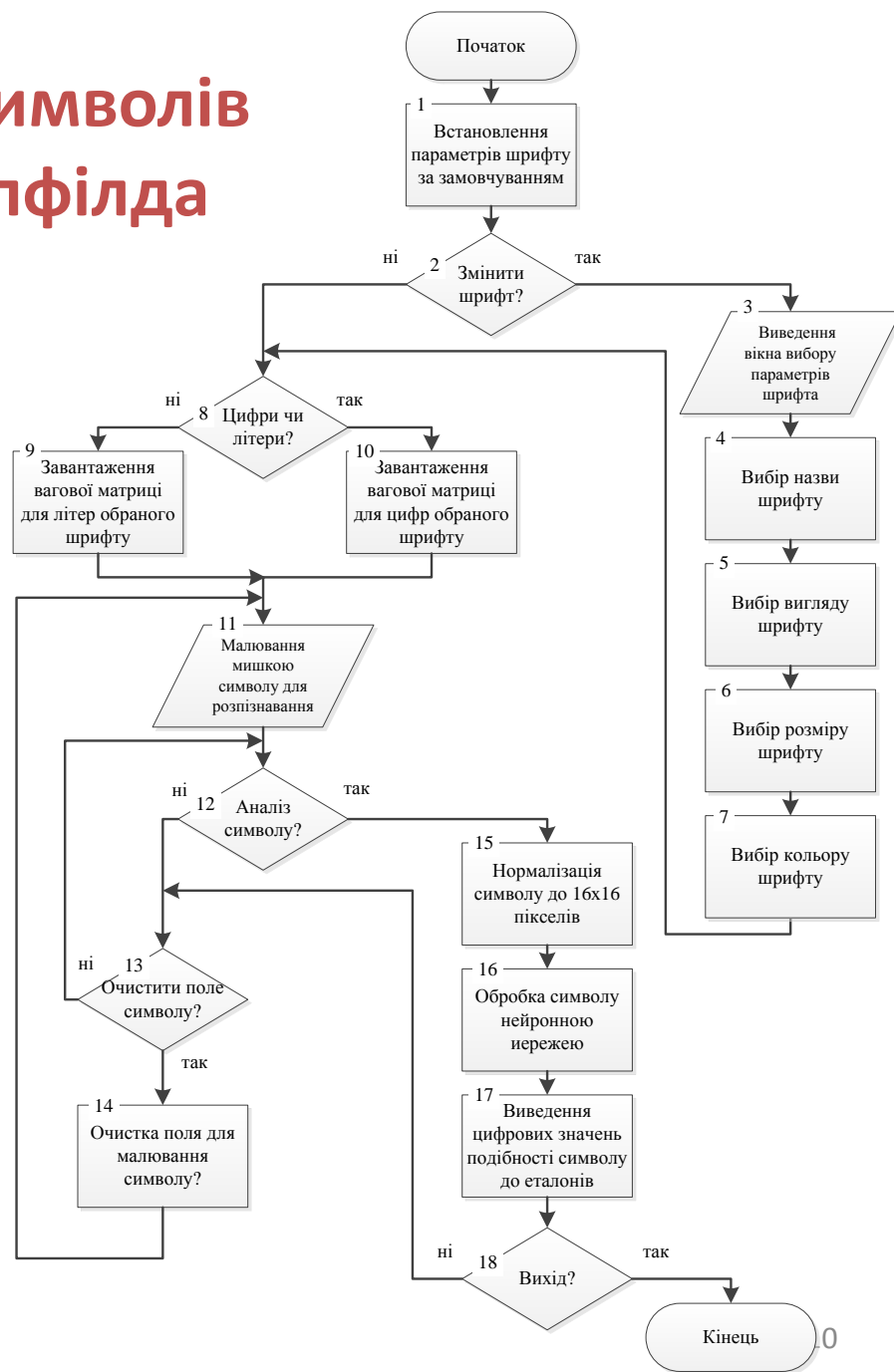
Така модифікація приводить до швидшого зростання енергетичної функції мережі, а значить мережа Хопфілда сходиться до стійкого стану швидше і також збільшується достовірність розпізнавання символів.

Структура інформаційної технології розпізнавання символів на основі нейронної мережі Хопфілда



Алгоритм розпізнавання символів нейронною мережею Хопфілда

- Крок 1 – за замовчування встановлюється шрифт Arial Narrow , напівущільнений, розміром 30 пт, колір – зелений.
- Крок 2 – виконується перевірка того чи потрібно змінити шрифт. Якщо так, то виконується крок 3, якщо ні – крок 8.
- Крок 3 – виводиться вікно вибору шрифту, далі – крок 4.
- Крок 4 – вибирається тип шрифту, далі – крок 5.
- Крок 5 – вибирається вигляд написання шрифту, далі – крок 6.
- Крок 6 – вибирається розмір шрифту, далі – крок 7.
- Крок 7 – вибирається колір написання шрифту, далі – крок 8.
- Крок 8 – виконується вибір об'єкту розпізнавання. Якщо це цифри, то виконується крок 10, якщо літери – крок 9.
- Крок 9 – виконується вибір матриці зв'язків мережі Хопфілда для літер, далі – крок 11.
- Крок 10 – виконується вибір матриці зв'язків мережі Хопфілда для цифр, далі – крок 11.
- Крок 11– виконується малювання символу, який має бути розпізнаний, далі – крок 12.
- Крок 12 – виконується перевірка подальшої дії. Якщо це аналіз намальованого символу, то виконується крок 15, якщо ні – крок 13.
- Крок 13 – виконується перевірка чи потрібно очистити поле для малювання символу. Якщо так, то виконується крок 14, якщо ні – крок 12.
- Крок 14– виконується очистка поля для малювання символу, який має бути розпізнаний, далі – крок 11.
- Крок 15– виконується нормалізація символу до матриці 16x16 пікселів, далі – крок 16.
- Крок 16– відбувається обробка символу мережею, далі – крок 17.
- Крок 17– відбувається виведення на екран цифрових значень подібності символу до еталонів, далі – крок 18.
- Крок 18 – виконується перевірка подальшої дії. Якщо це вихід із програми, то «кінець», якщо ні – крок 13.



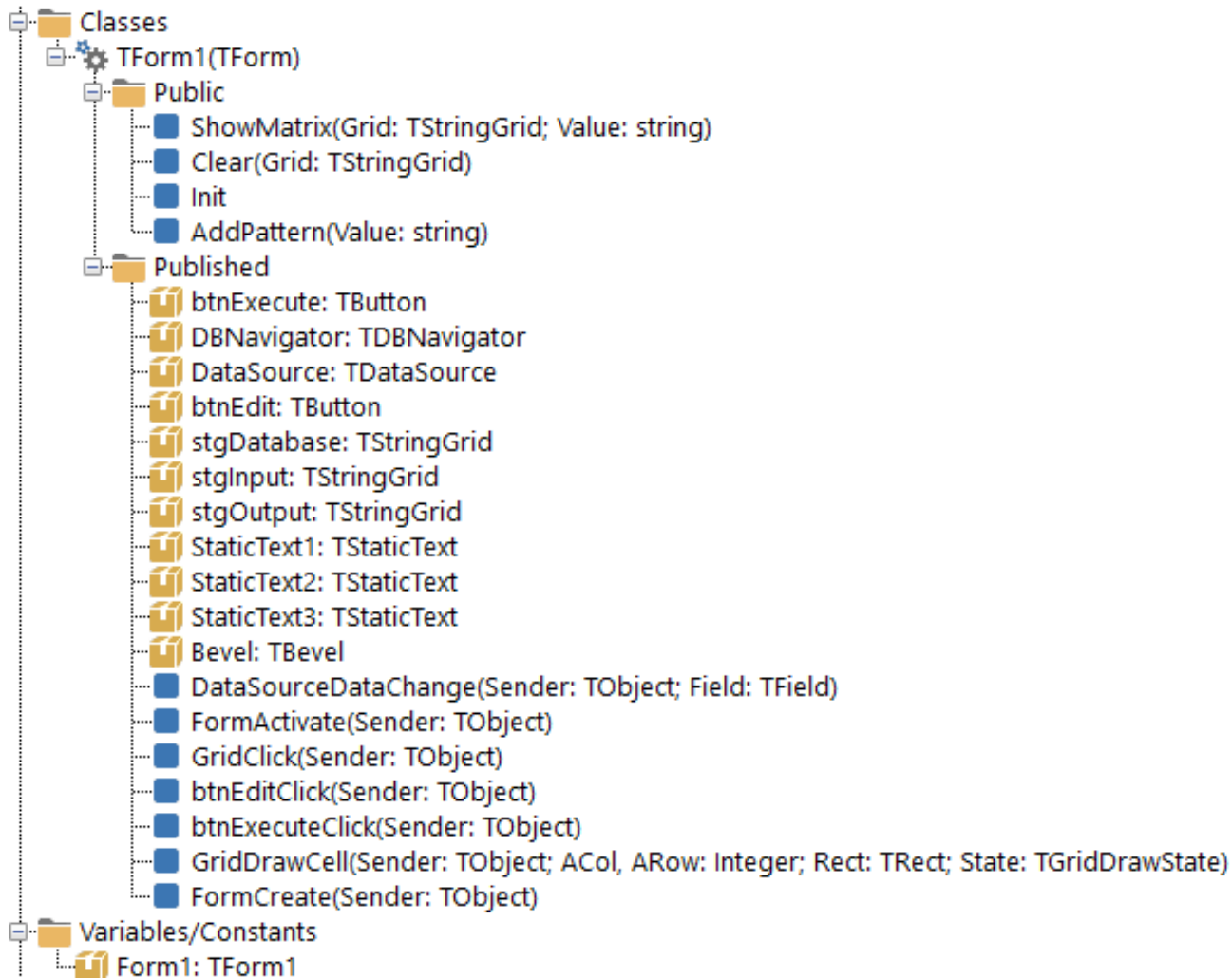
Обґрунтування вибору мови та середовища програмування

Було розглянуто такі мови програмування:

- MatLAB,
- Java,
- C++,
- C#,
- Delphi

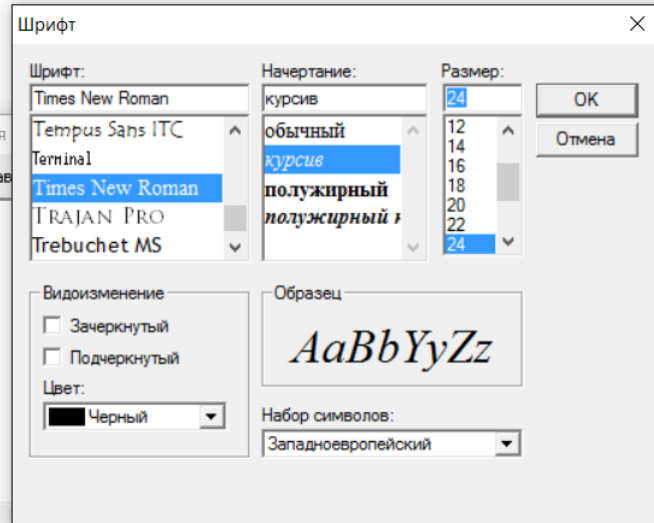
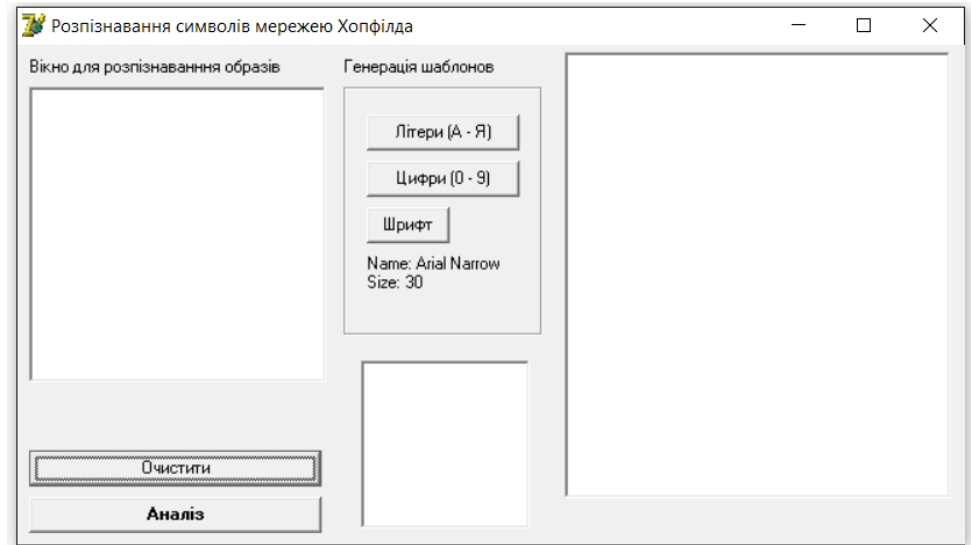
Для реалізації інформаційної технології було обрано мову програмування Delphi з використанням бібліотеки NeuralBase

Діаграма класів програми розпізнавання символів



Вигляд головного вікна програми

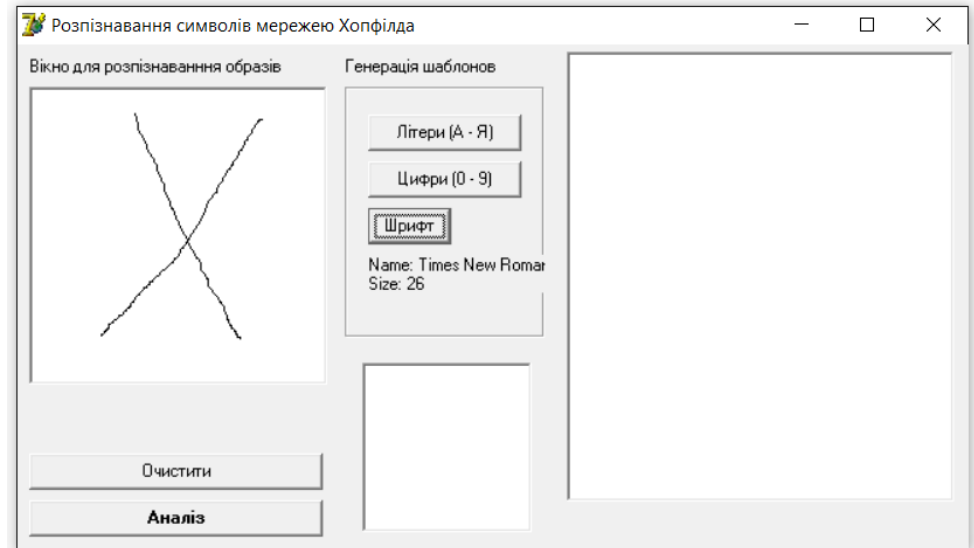
Початкове вікно програми



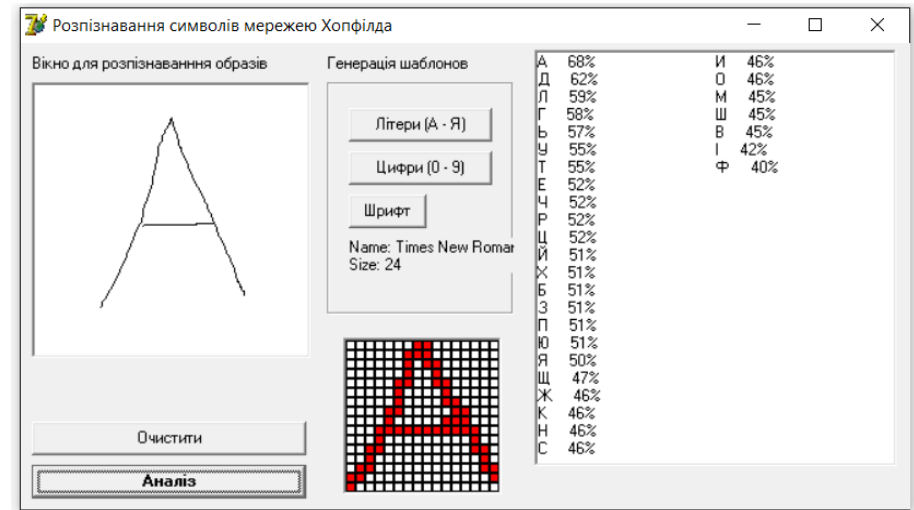
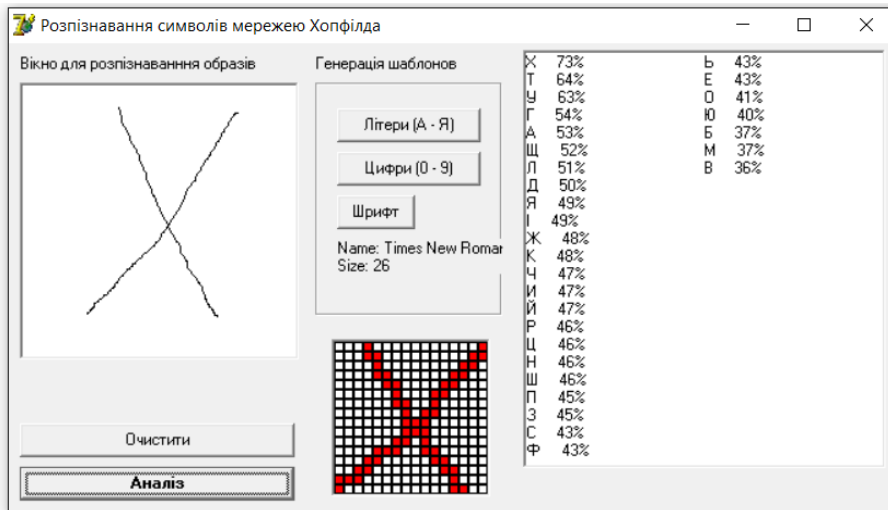
Вікно вибору шрифту

Результати роботи програми розпізнавання символів

Вікно з намальованим символом



Кінцеві вікна роботи програми



Результати тестування розробленої програми та програми-аналога CuneiForm

Для порівняння достовірності розпізнавання символів розробленою програмою і програмою-аналогом було проведено такий експеримент. Було намальовано 100 різних літер і 100 різних цифр і проведено розпізнавання цих символів розробленим модулем. Ці ж самі 100 літер і 100 цифр були розпізнані і програмою –аналогом

	Програма-аналог CuneiForm	Розроблена програма
Достовірність розпізнавання літер	87%	92%
Достовірність розпізнавання цифр	91%	98%
Середня достовірність розпізнавання символів	89%	95%

Розроблена програма має вищу середню достовірність розпізнавання символів (95%), ніж аналогічна програма (89%), а значить мета роботи досягнута

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Було здійснено економічне обґрунтування доцільності розробки інформаційної технології розпізнавання символів на основі штучної нейронної мережі Хопфілда та її програмної реалізації. Встановлено, що інноваційна програма є кращою за аналог, оскільки за показниками якості вона перевищує технічні характеристики аналога на 16,5%, а за показником конкурентоспроможності на 34,5%. Визначено суму коштів, яка необхідна для реалізації НДДКР - 48947,3 грн. Визначено, що абсолютна ефективність вкладених інвестицій становить 290821,6 грн , і як висновок вкладання коштів у дану розробку є економічно вигідним для інвестора. Термін окупності становить 1,1 року, що менше нормативного його значення - 3 роки.

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ ТА ПУБЛІКАЦІЇ

Апробація результатів роботи.

Результати досліджень апробовані на IV МІЖНАРОДНІЙ НАУКОВО-ПРАКТИЧНІЙ КОНФЕРЕНЦІЇ «Інформаційні технології та взаємодії» м. Київ, 8-10 листопада 2017 року

Публікації.

За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 тези доповідей на конференції.

ВИСНОВОК

В результаті виконання роботи було розроблено інформаційну технологію розпізнавання символів на основі штучної нейронної мережі Хопфілда. Програмну реалізацію технології здійснено об'єктно-орієнтованою мовою Delphi з використанням бібліотеки NeuralBase під операційну систему Windows. Програма має підвищену середню достовірність розпізнавання символів (95%), ніж аналогічна програма (89%). Отже, мета роботи досягнута.

Дякую за увагу!