

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:

Інформаційна технологія розпізнавання символів на тлі завад

Виконав студент гр. 1КН-15м Чуба Б.О.
Науковий керівник: к.т.н., доц., Колесницький О.К.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення достовірності розпізнавання символів на тлі завад за рахунок застосування штучних нейронних мереж.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:

- провести аналіз предметної області розпізнавання символів на тлі завад;
- розглянути існуючі методи вирішення задачі розпізнавання символів на тлі завад та обґрунтувати вибір методу, який задовольняє мету даної роботи;
- розробити структуру використовуваної нейронної мережі;
- сформулювати стадії інформаційної технології розпізнавання символів на тлі завад;
- розробити алгоритм функціонування програмної реалізації розпізнавання символів на тлі завад на основі нейронної мережі;
- виконати програмну реалізацію інформаційної технології розпізнавання символів на тлі завад на основі нейронної мережі;
- провести тестування програмної реалізації розпізнавання символів на тлі завад на основі нейронної мережі та проаналізувати отримані результати;

ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єкт дослідження – процес розпізнавання символів на тлі завад.

Предмет дослідження – методи та програмні засоби розпізнавання символів на тлі завад на основі нейромережових структур та достовірність їх роботи.

Методи дослідження

У роботі використані наступні методи наукових досліджень:

- системного аналізу для аналізу структури інформаційної системи,
- теорія нейронних мереж для реалізації інформаційної технології розпізнавання символів на тлі завад,
- методи математичної статистики для розробки процесу пошуку та обрахунків результатів експериментів із програмним засобом,
- об'єктно-орієнтованого програмування для програмної реалізації .

НАУКОВА НОВИЗНА ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

- знайшла подальшого розвитку інформаційна технологія розпізнавання символів на тлі завад за рахунок використання штучної нейронної мережі для розпізнавання ознак зображення, що дозволило підвищити достовірність розпізнавання символів;
- удосконалено метод зворотного поширення помилки навчання нейронної мережі за рахунок використання для обчислення активації нейрона функції Фермі, що дозволило суттєво скоротити швидкість навчання нейронної мережі;
- удосконалено метод векторизації зображень за рахунок виконання перед векторизацією пікселізації, що дозволило досягнути спрощення структури нейронної мережі.

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

1. Розроблено алгоритм розпізнавання символів на тлі завад на основі нейронної мережі.
2. Розроблено алгоритм функціонування нейронної мережі для підвищення достовірності розпізнавання символів на тлі завад.
3. Розроблено програмний засіб для розпізнавання символів на тлі завад на основі штучної нейронної мережі.

Розроблені алгоритми можуть бути впроваджені в початковий процес як лекція на тему «Нейромережевий метод розпізнавання символів на тлі завад з використанням нейронної мережі» дисципліни «Нейромережеві методи обчислювального інтелекту».

Також розроблений в роботі програмний продукт використаний в програмному забезпеченні, що розробляється компанією ПрАт «Фарлеп-Інвест», про що свідчить [довідка про впровадження](#).

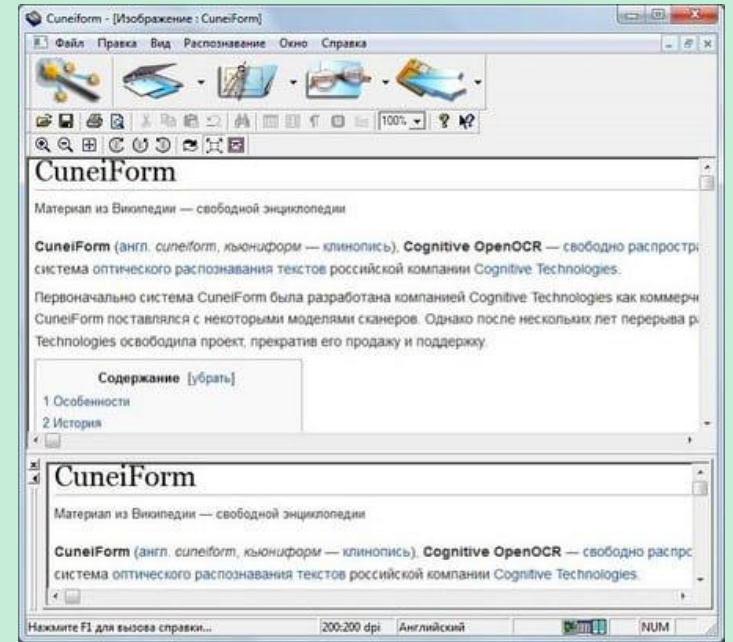
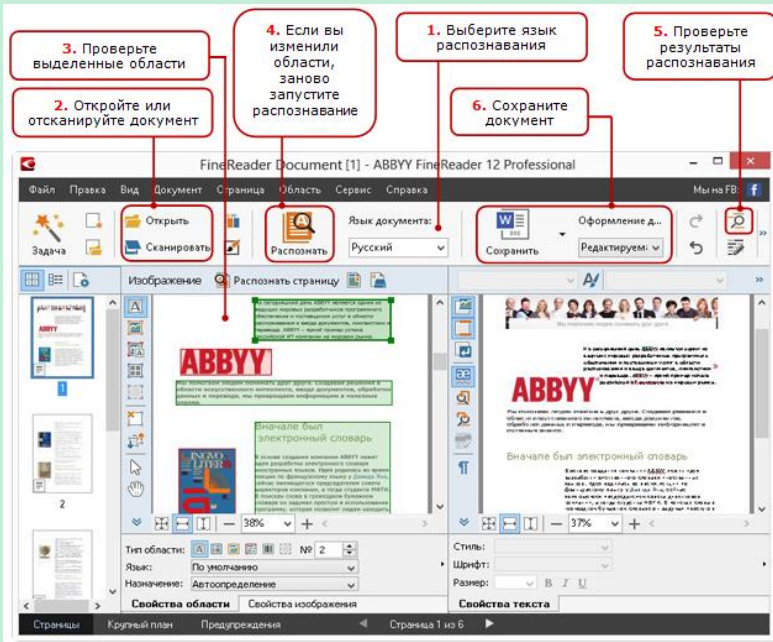
АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

- » Відомі методи мають значні недоліки
- » По перше завада просто знищує символ (в разі якщо завада не була усунена під час попередньої обробки)
- » З іншого боку універсальність вимагає адаптивної реалізації, яка дає результати гірші ніж шаблонні методи

ВИМОГИ ДО НОВОЇ СИСТЕМИ

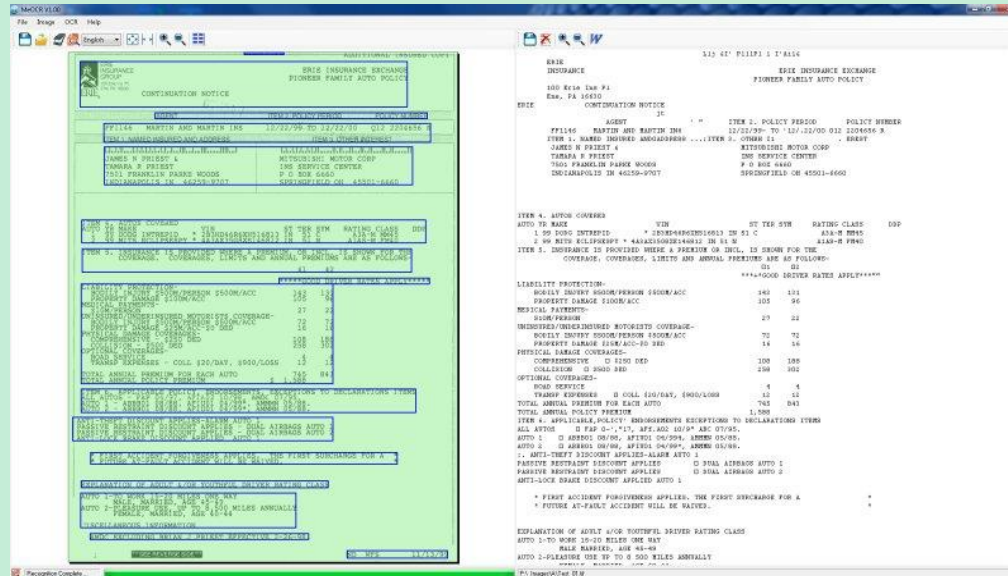
- » Потреба в інтелектуальних методах розпізнавання (нейромережеві структура)
- » Потреба в розробці нового методу обробки результатів
- » Потрібно враховувати зворотній зв'язок (Обробка -> Навчання -> Блок розпізнавання)

Аналіз існуючих програмних засобів розпізнавання символів на тлі завад



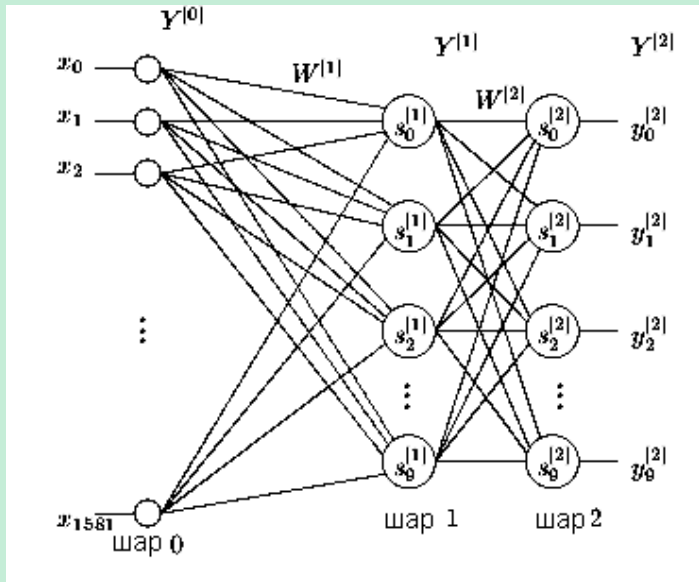
Програма
ABBY FineReader

Програма
CuneiForm



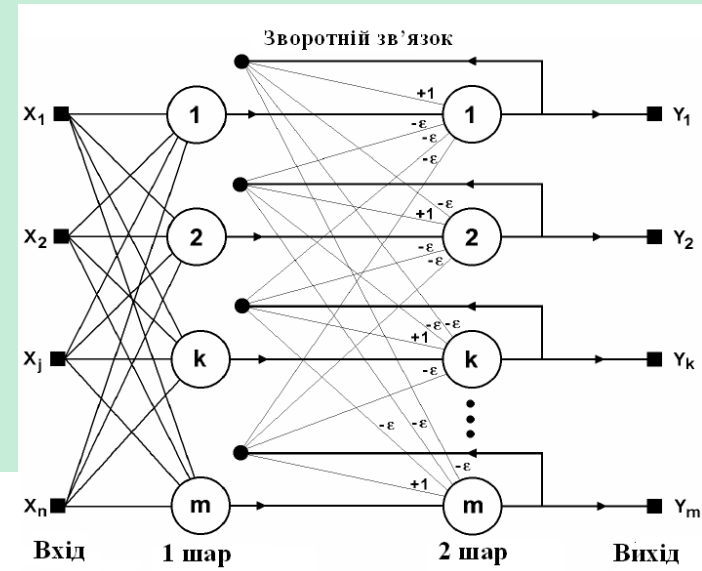
Програма
MeOCR 1.0

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТИПУ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

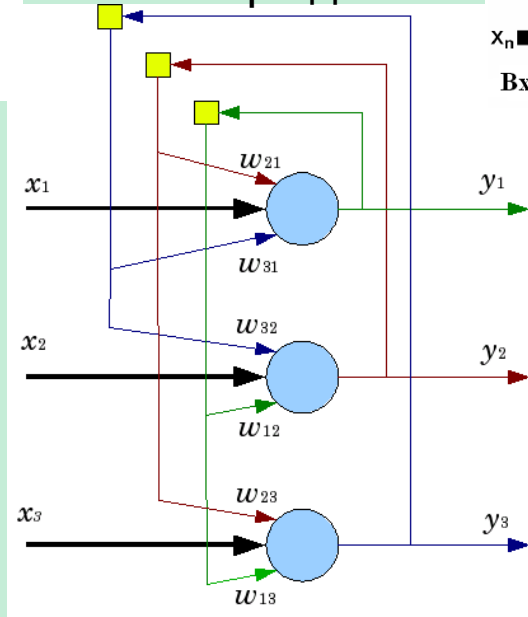


Структурна
схема мережі
«Багатошаровий
персептрон»

Структурна
схема мережі
Хопфілда



Структурна
схема мережі
Хеммінга



для реалізації обрано мережу «багатошаровий персептрон» з алгоритмом навчання: зворотнє розповсюдження помилки

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ЗВОРОТНОГО ПОШИРЕННЯ ПОМИЛКИ

Функція нейрона:

$$f(x) = \text{sign}\left(\sum_{i=1}^n w_i x_i - \theta\right) \quad (3.1)$$

вагові коефіцієнти w_i зв'язків

Алгоритм зворотного поширення помилки:

1. Початкові значення ваг всіх нейронів всіх шарів V ($t = 0$) і W ($t = 0$) визначаються випадковими числами.
2. Мережі пред'являється вхідний образ X_a , в результаті формується вихідний образ $Y_1 Y_a$. При цьому нейрони послідовно від шару до шару функціонують за наступними формулами:

$$\text{Прихований шар: } x_j = \sum_i W_{ij} X_i^a; Y_i = f(x_j) \quad (3.2)$$

$$\text{Вихідний шар: } x_k = \sum_j V_{jk} Y_j; Y_k = f(x_k) \quad (3.3)$$

де $f(x)$ - сигмоїдальна функція.

Функціонал квадратичної помилки мережі для даного вхідного образу має вигляд:

$$E = \frac{1}{2} \sum_k (y_k - Y_k^a)^2 \quad (3.4)$$

Даний функціонал потрібно мінімізувати. Класичний градієнтний метод оптимізації полягає в ітераційному уточненні аргумента:

$$V_{jk}(t+1) = V_{jk}(t) - h * \frac{\partial E}{\partial N_{jk}} \quad (3.5)$$

Функція помилки не має залежності від ваги V_{jk} , тому використовуються формули неявного диференціювання складної функції:

$$\frac{\partial E}{\partial y_k} = \delta_k = (y_k - Y_k^a); \quad (3.6)$$

$$\frac{\partial E}{\partial x_k} = \frac{\partial E}{\partial y_k} * \frac{\partial y_k}{\partial x_k} = \delta_k * y_k(1 - y_k); \quad (3.7)$$

$$\frac{\partial E}{\partial N_{jk}} = \frac{\partial E}{\partial y_k} * \frac{\partial y_k}{\partial x_k} * \frac{\partial x_k}{\partial N_{jk}} = \delta_k * y_k(1 - y_k) * y_i \quad (3.8)$$

Тут врахована корисна властивість сигмоїдальної функції $f(x)$: її похідна виражається тільки через саме значення функції: $f'(x) = f(1-f)$. Таким чином, всі необхідні величини для підстроювання ваг вихідного шару V отримані.

3. На цьому кроці виконується підстроювання ваг прихованого шару. Градієнтний метод, як і раніше, дає:

$$W_{ij}(t+1) = W_{ij}(t) - h * \frac{\partial E}{\partial W_{ij}} \quad (3.9)$$

Обчислення похідних виконуються за тими ж формулами, за винятком деякого ускладнення формули для помилки δ_j :

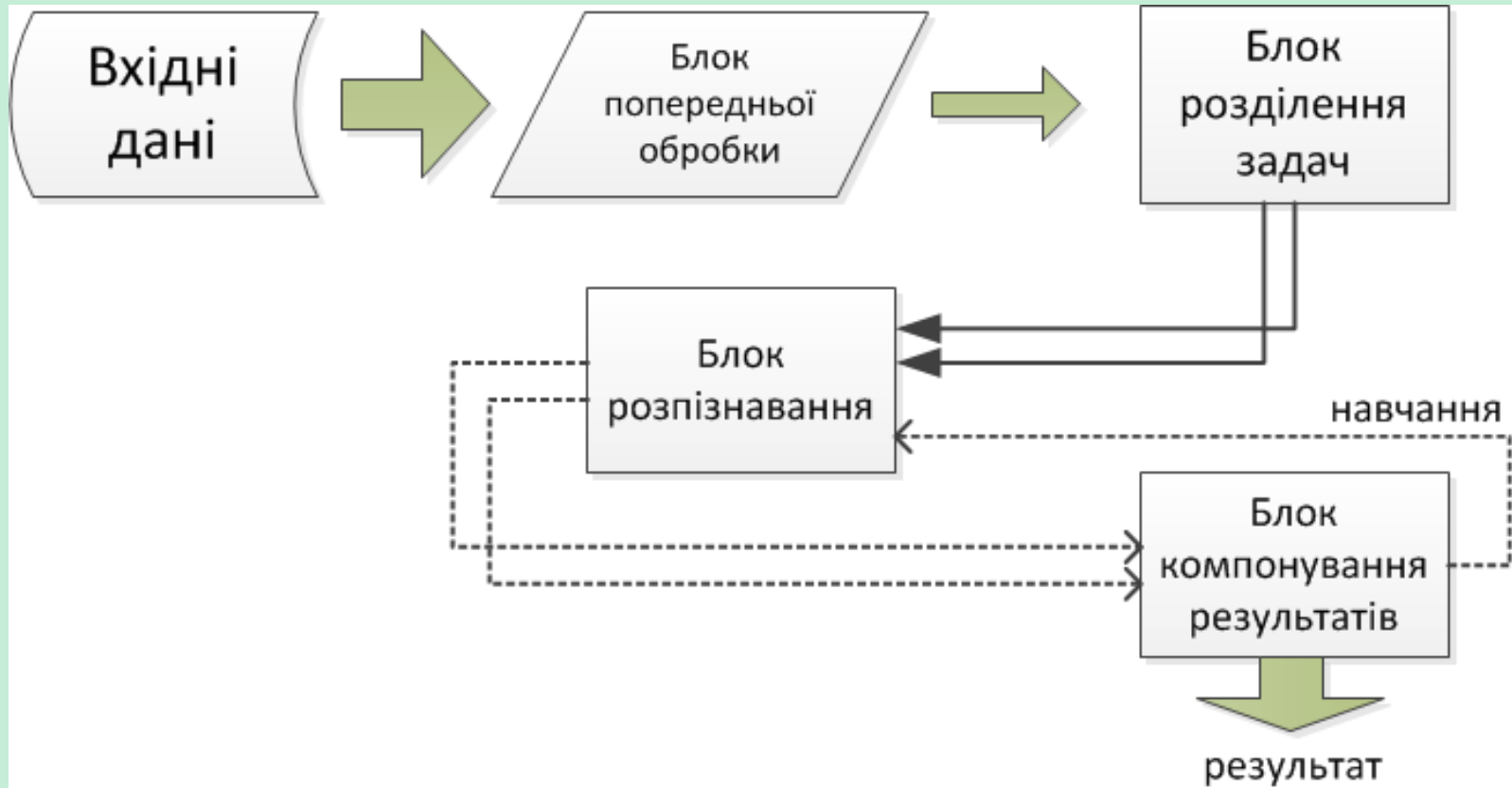
$$\frac{\partial E}{\partial x_k} = \frac{\partial E}{\partial y_k} * \frac{\partial y_k}{\partial x_k} = \delta_k * y_k(1 - y_k)$$

$$\frac{\partial E}{\partial y_i} = \delta_j = \sum_k \frac{\partial E}{\partial x_k} * \frac{\partial x_k}{\partial y_i} = \sum_k \delta_k * y_k(1 - y_k) * V_{jk}; \quad (3.10)$$

$$\frac{\partial E}{\partial W_{ij}} = \frac{\partial E}{\partial y_i} * \frac{\partial y_i}{\partial x_i} * \frac{\partial x_i}{\partial W_{ij}} = \delta_j * y_j(1 - y_j) * X_i^a = [\sum_k \delta_k * y_k(1 - y_k) * V_{jk}] * [y_j(1 - y_j) * X_i^a] \quad (3.11)$$

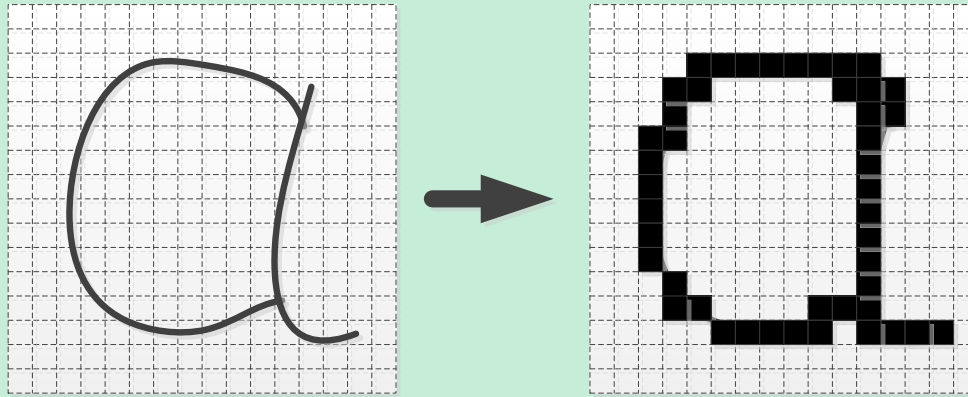
При обчисленні δ_j тут і було застосовано принцип зворотного поширення помилки: окремі похідні беруться тільки по змінним наступного шару. За отриманими формулами модифікуються ваги нейронів прихованого шару.

Структура інформаційної системи розпізнавання символів на тлі завад

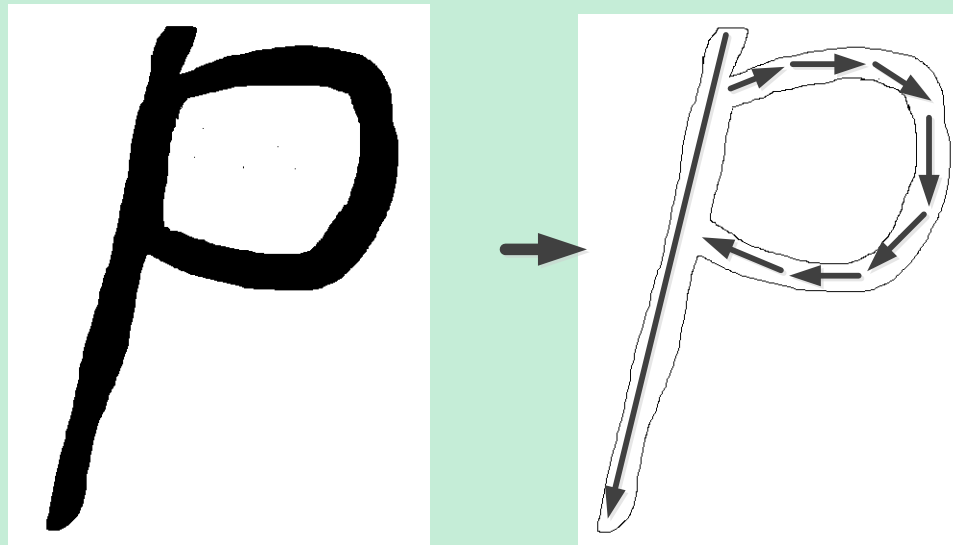


Модифікація методу векторизації для попередньої обробки вхідних даних, що надходять на нейронну мережу

Пікселізація



Векторизація



Нейронна мережа (вхідні дані)

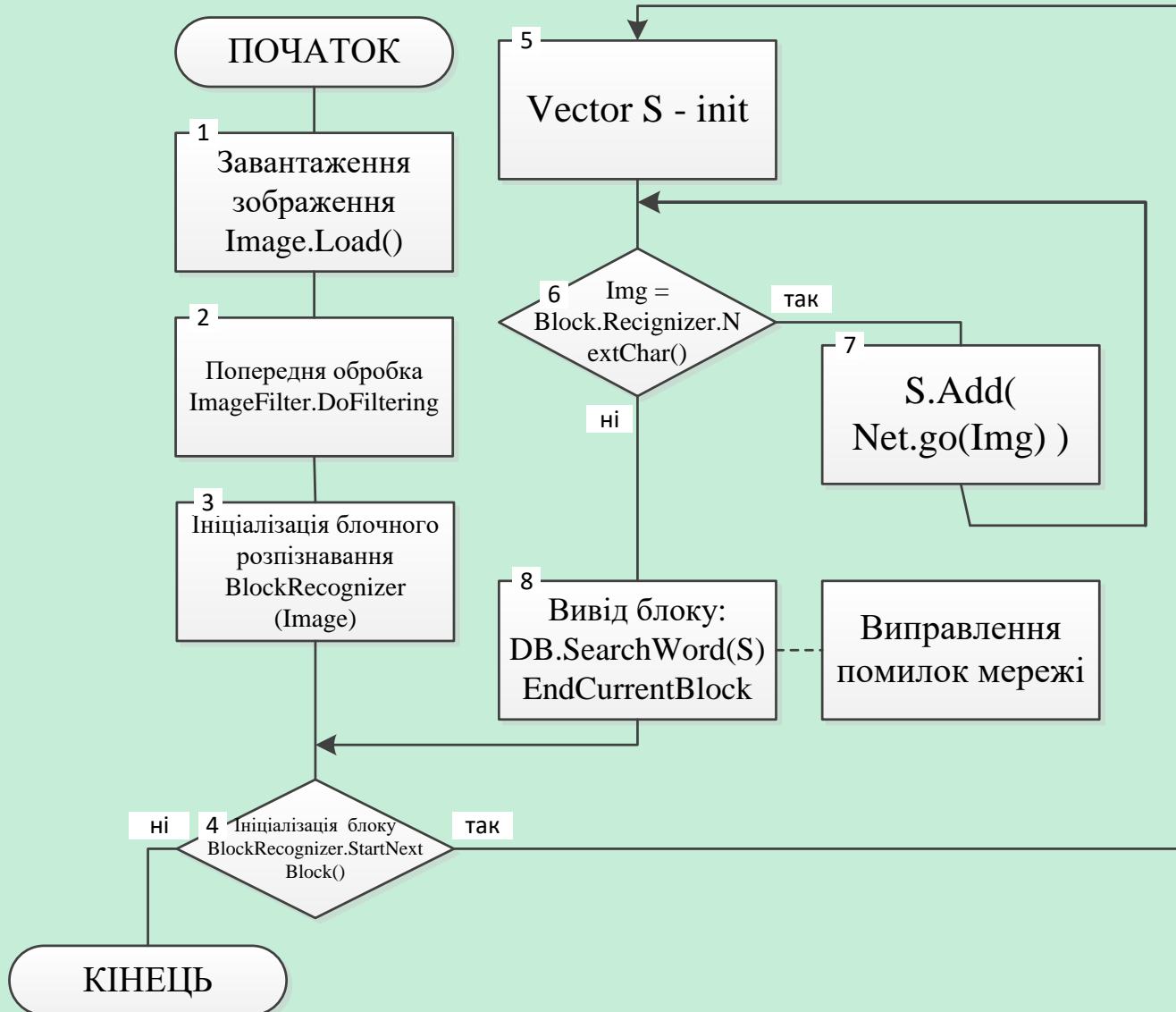
- Пікселізація вимагає великої кількості вхідних вузлів в мережі
- Векторизація – складний процес з точки зору швидкодії

Запропоновано: Використання симбіозу: блочної векторизації.

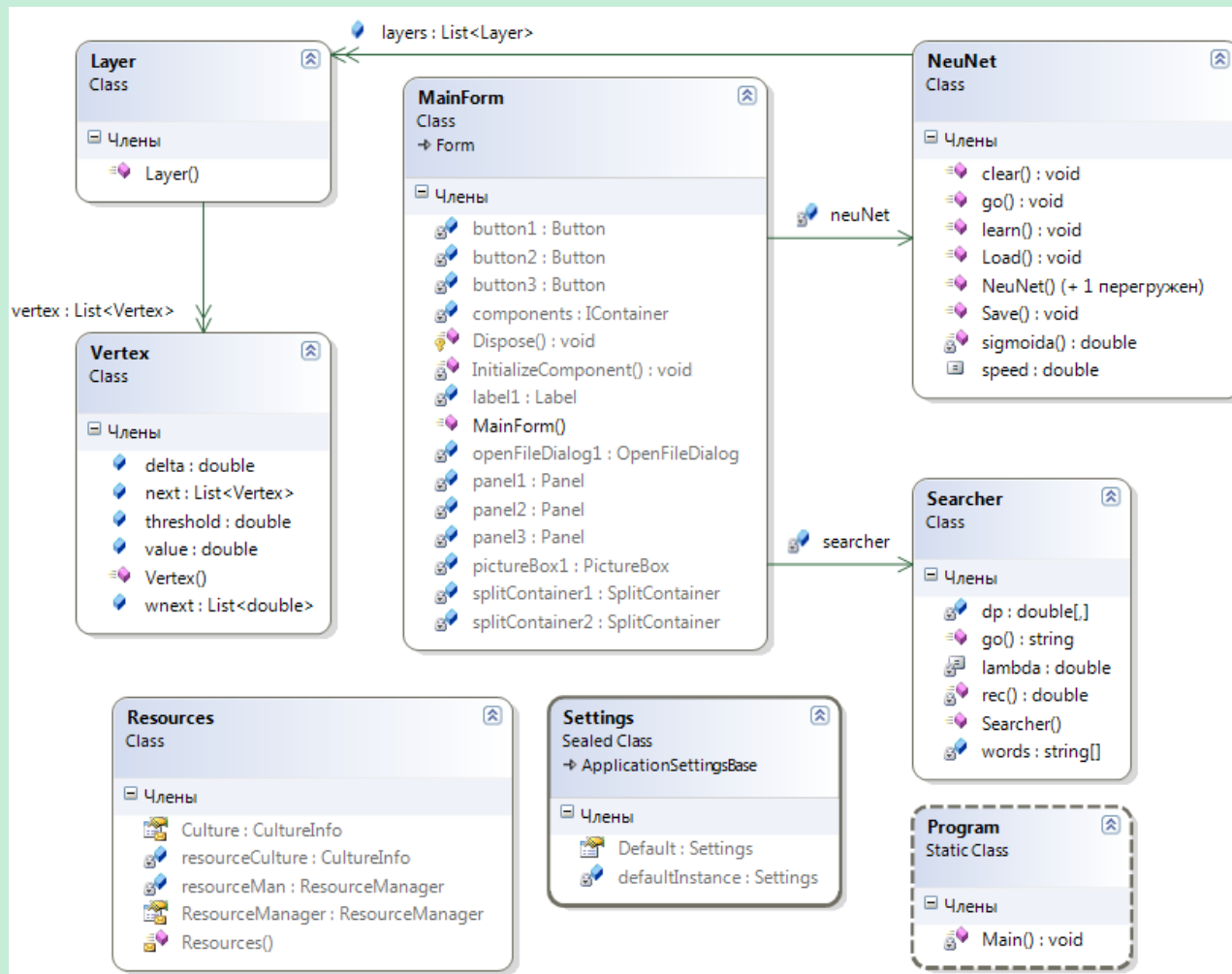
СТРУКТУРА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ СИМВОЛІВ НА ТЛІ ЗАВАД



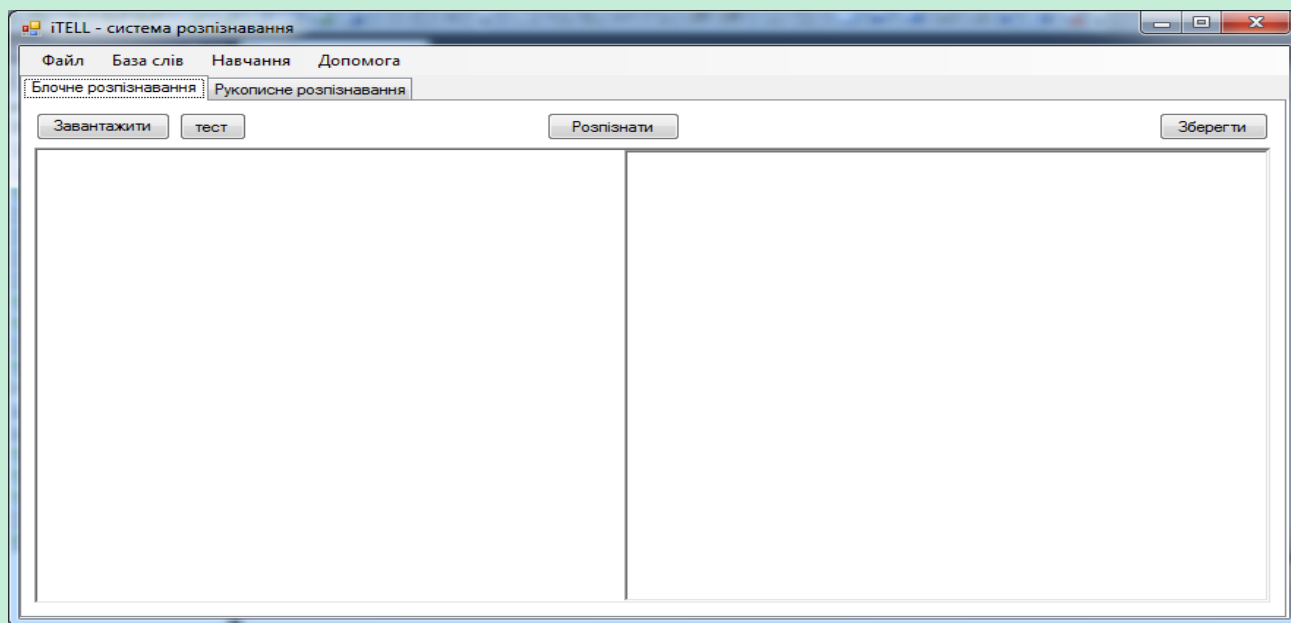
ЗАГАЛЬНИЙ АЛГОРИТМ РОБОТИ ПРОГРАМИ РОЗПІЗНАВАННЯ СИМВОЛІВ НА ТЛІ ЗАВАД



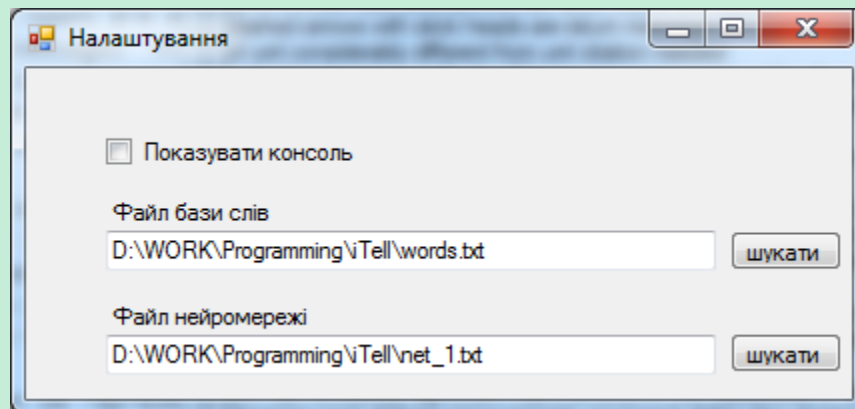
Діаграма класів

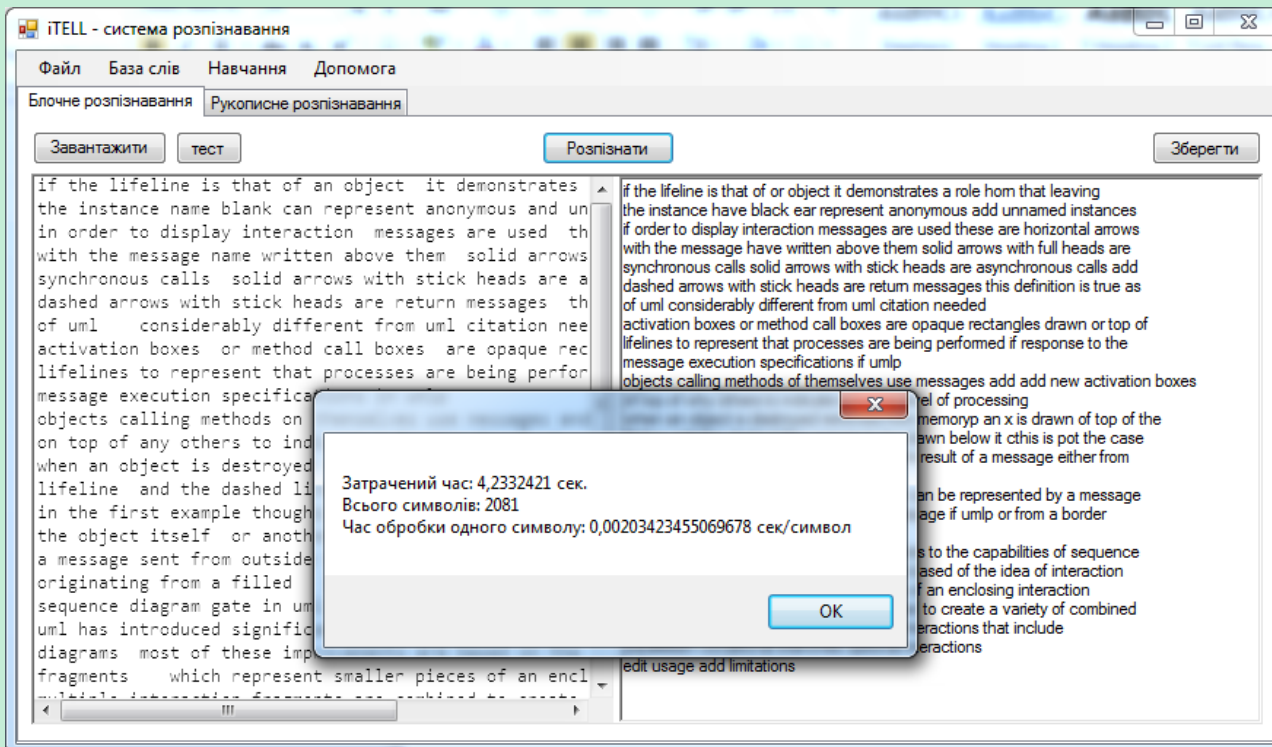


ГОЛОВНЕ ВІКНО ПРОГРАМИ ТА ВІКНО НАЛАШТУВАНЬ



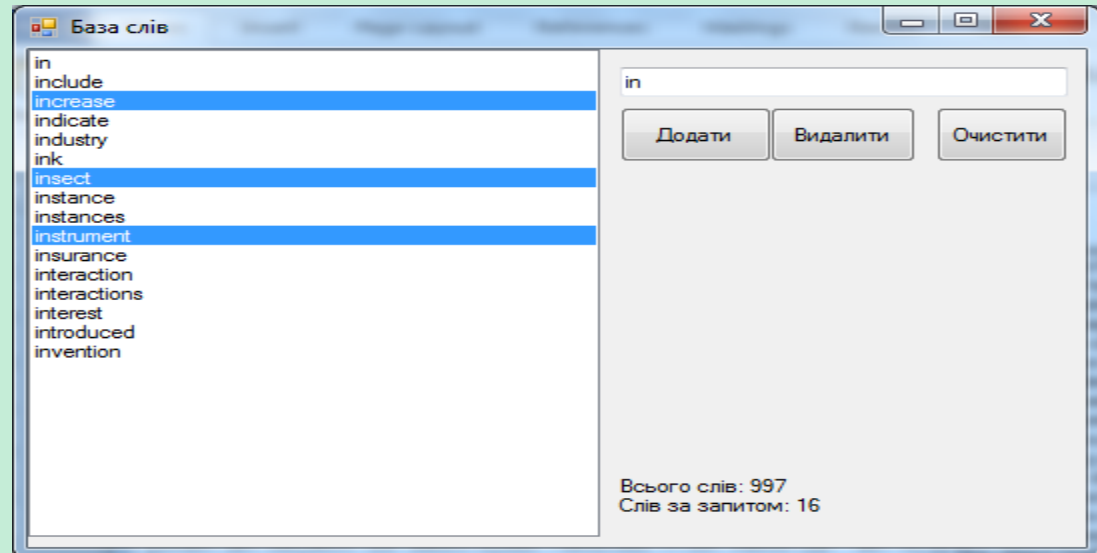
Програмне забезпечення розроблене на мові програмування C# і відкомпільовано для платформи .NET в середовищі розробки Microsoft Visual Studio 2012 (надане кафедрою КН в межах програми DreamSpark (MSDN AA))



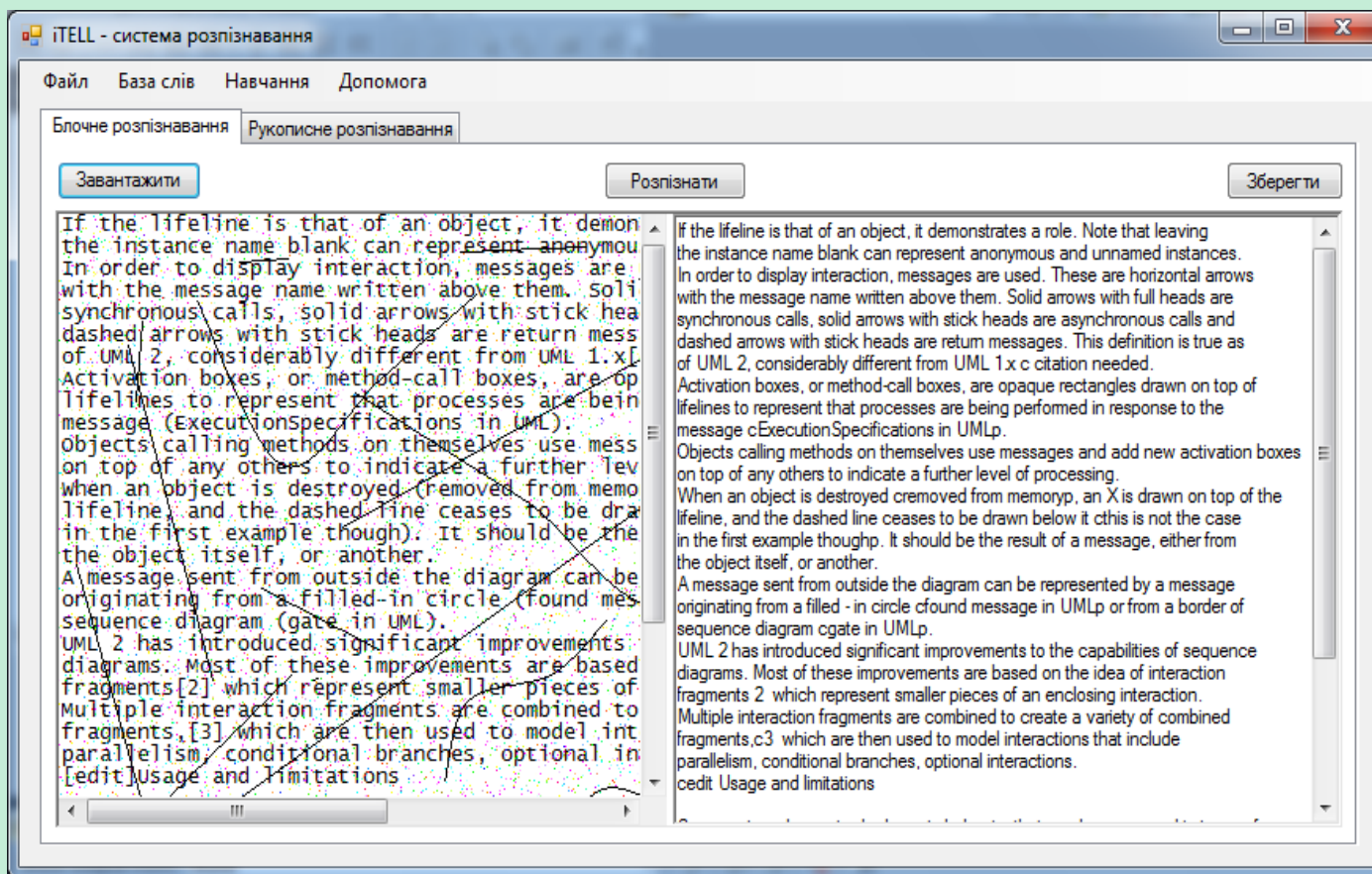


РЕЗУЛЬТАТ РОЗПІЗНАВАННЯ

РЕДАКТОР БАЗИ СЛІВ



ТЕСТОВЕ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕННЯ ТЕКСТУ ІЗ ЗАВАДАМИ



Для аналізу роботи програми було використано навчання нейронної мережі на 10000 випадкових символах. В якості бази слів використовувались 1000 найбільш вживаних слів англійської мови, а в якості тексту для розпізнавання – стаття з Вікіпедії

ТЕСТУВАННЯ

Для визначення переваг розробленої програми було проведене порівняння достовірності розпізнавання символів на тлі завад розробленою програмою та програмою-аналогом. Як програма-аналог було обрано програму MeOCR 1.0

Таблиця 3.1 - Достовірність розпізнавання символів на тлі завад

	Наявність завад			
	0%	5%	10%	20%
Розроблена програма	98,5%	92.4%	82.3%	70.4%,
Аналог (програма MeOCR)	98,1%	90.5%	80.2%	67,9%,
Різниця	0,4%	1,9%	2,1%	2,5%

Поставлена мета досягнута, оскільки достовірність розпізнавання розробленої програми вище, ніж достовірність аналога (при 0% шумів – вища на 0,4%, при 5% шумів – вища на 1,9%, при 10% шумів – вища на 2,1%, при 20% шумів – вища на 2,5%).

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Було виконано оцінювання комерційного потенціалу розробки інформаційної технології розпізнавання символів на тлі завад на основі нейронної мережі.

- загальні витрати на виконання науково-дослідної роботи - 266147,19 грн.
- приведена вартість всіх чистих прибутків від реалізації результатів наукової розробки - 672921,91 грн.
- абсолютна ефективність вкладених інвестицій - 646774,72 грн.
- щорічна ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій - 191%, що вище за мінімальну бар'єрну ставку дисконтування 32%.
- термін окупності вкладених у реалізацію проекту інвестицій - 0,52 року.

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ ТА ПУБЛІКАЦІЇ

Апробація результатів роботи.

Результати роботи були апробовані на -- науково-практичній конференції «Сучасні тенденції розвитку системного програмування» (25-26 листопада 2016 р.), м. Київ [2],

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

Висновки

В роботі створено інформаційну технологію розпізнавання символів на тлі завад на основі нейронної мережі зворотного поширення помилки та її програмну реалізацію.

Поставлена в роботі мета досягнута, оскільки достовірність розпізнавання розробленої програми вище, ніж достовірність аналога (при 0% шумів – вища на 0,4%, при 5% шумів – вища на 1,9%, при 10% шумів – вища на 2,1%, при 20% шумів – вища на 2,5%). .

Дякую за увагу.