

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Тернопільський національний економічний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
комп'ютерної інженерії
к.т.н., доц. О.М.Березький

“ _____ ” _____ 20__ р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
освітньо-кваліфікаційного рівня "Спеціаліст"
зі спеціальності 7.05010201 “Комп'ютерні системи та мережі”
на тему:

**СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ АЛФАВІТНО-ЦИФРОВОЇ
ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ
НОМЕРНИХ ЗНАКІВ АВТОМОБІЛІВ ТА ЇХ
ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ**

Студент групи КСМс-51 _____ Шуль П.П.
(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент _____ Коваль В.С.
(підпис)

Нормоконтроль
к.т.н., доцент _____ Васильків Н.М.
(підпис)

Консультант
з охорони праці
доцент _____ Сапожник Г.В.
(підпис)

2012

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Тернопільський національний економічний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії
спеціальність 7.05010201 – "Комп'ютерні системи та мережі"

"Затверджую"
завідувач кафедри
комп'ютерної інженерії
к.т.н., доц. О.М.Березький

" ____ " _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТА**
Шуля Петра Петровича

- 1. Тема проекту:** "Система розпізнавання алфавітно-цифрової інформації для ідентифікації номерних знаків автомобілів та їх програмна реалізація" затверджена наказом університету № ____ від " ____ " _____ 20__ р.
- 2. Термін задачі студентом закінченого проекту** " ____ " _____ 20__ р.
- 3. Вихідні дані для проекту:** Технічне завдання.
- 4. Перелік задач, які мають бути вирішені:**
 - провести аналіз існуючих програмно-апаратних комплексів розпізнавання номерних знаків автомобілів;
 - провести аналіз існуючих методів розпізнавання алфавітно-цифрової інформації;
 - визначити оптимальну структурну організацію програмної системи для розпізнавання номерних знаків автомобіля;
 - розробити алгоритм виділення номерного знаку автомобіля на зображенні;
 - розробити алгоритм виділення символів на номерному знаку автомобіля;
 - виконати програмну реалізацію алгоритму розпізнавання алфавітно-цифрової інформації;
 - оцінити основні параметри та особливості розробленої системи розпізнавання алфавітно-цифрової інформації для ідентифікації номерних знаків автомобілів.
- 5. Перелік графічного матеріалу** (з точним вказанням обов'язкових креслень)
 - Схема алгоритму покращення якості відеозображень
 - Схема алгоритму ідентифікації номерного знаку на відеозображенні
 - Схема алгоритму виділення символів на зображенні номерного знаку

– Функціональна схема системи розпізнавання номерних знаків автомобілів
6.Консультанти по проекту (із зазначенням розділів):

Розділ	Консультант	Підпис
Охорона праці	Сапожник Г.В.	

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва розділів дипломного проекту	Термін виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1	Огляд відомих методів та алгоритмів розпізнавання алфавітно-цифрової інформації	15.09.2011 – 5.11.2011	
2	Алгоритми розпізнавання номерного знаку автомобіля	6.11.2011 – 31.01.2012	
3	Програмно-технічна реалізація	1.02.2012 – 14.04.2012	
4	Охорона праці	15.04.2012 – 23.04.2012	

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

Керівник дипломного проекту _____
(підпис)

АНОТАЦІЯ

В дипломному проекті запропоновано алгоритми для ідентифікації та розпізнавання номерних знаків автомобілів, які можуть бути використані для систем відеоспостереження для інспектування руху автотранспорту у системі технічного зору.

Теоретичну основу дипломного проекту складають представлені алгоритми і математичне забезпечення для ідентифікації номерних знаків автомобілів на зображенні, виділенні символів на номерних знаках та розпізнаванні алфавітно-цифрової інформації. Наукова цінність полягає у розробленому алгоритмічному забезпеченні.

Практична цінність проекту полягає у програмній реалізації запропонованих методів та проведенні експериментальних досліджень.

Диплом включає 107 сторінок пояснювальної записки, 51 рисунок, 3 таблиці, 12 сторінок–додатків, з них 4 аркушів графічної частини.

ANNOTATION

At this diploma it is developed the new algorithms for license plate recognition system that could be implemented for videomonitoring systems for traffic inspections as the computer vision systems.

The theoretical bases of the diploma include developed algorithms and the mathematical backgrounds for license plate identification at the video-frame, selecting of characters at the license plate and their recognition. The scientific importance of the diploma consist in the developing of the algorithmical bases.

The practical importances of the diploma consist in the developing of the software and exploring of the experimental results.

This diploma include 107 pages of the explainable report, 51 images, 3 tables, 12 pages of the appendixes and 4 pages of drawings.

**Технічне завдання
на дипломний проект**

"Система розпізнавання алфавітно-цифрової інформації для ідентифікації
номерних знаків автомобілів та їх програмна реалізація"

1. НАЙМЕНУВАННЯ ТА ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Автоматизована система інспекції транспортних засобів

1.2 Область застосування – системи технічного зору, розпізнавання образів

2. ОСНОВА ДЛЯ РОЗРОБКИ

Основою для розробки є завдання на дипломний проект, затверджене кафедрою комп'ютерної інженерії факультету комп'ютерних інформаційних технологій Тернопільського національного економічного університету.

3. ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ

Метою дипломного проекту є розробка алгоритмів та програмних засобів автоматизованої системи розпізнавання алфавітно-цифрової інформації номерних знаків автомобілів з метою отримання даних для проведення інспекції

4. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

Джерелами даної розробки є технічна документація методів обробки цифрових відеозображень, технічна документація, технічні характеристики існуючих програмних та програмно-апаратних комплексів, журнали, науково-дослідні роботи.

5. ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

Розглянуті алгоритми повинні забезпечувати високу степінь ідентифікації та розпізнавання номерних знаків автомобілів на відеозображеннях.

5.1 Вимоги до апаратних засобів

5.1.1 Функціональні вимоги до апаратних засобів.

5.1.1.1 Система повинна працювати на IBM-сумісних робочих станціях.

5.1.1.2 Мінімальні вимоги до робочих станцій: процесор від 1 ГГц, оперативна пам'ять від 512 Мб, відеокарта від 64 Мб, об'єм пам'яті на жорсткому диску до 100 Мб, клавіатура, маніпулятор «миша».

5.1.1.3 Відеореєструюча апаратури (USB-сумісна відеокамера чи фотокамера та їх роздільна здатність повинна бути не менше 640x480 пікселів, укомплектовані відповідними драйверами для отримання цифрових зображень та забезпечувати сумісність з операційною системою Windows XP).

5.2 Вимоги до програмної системи

5.2.1 Функціональні вимоги до програмної системи

5.2.1.1 Оператор системи повинен мати змогу виконувати наступні функції:

- завантаження існуючих файлів із відеопотоком і/або отримання нових відеокадрів з зовнішньої відеореєструючої апаратури;
- проведення попередньої відеообробки зображень для підвищення їх чіткості;
- внесення параметрів порогів та інших величин необхідних для проведення процедур ідентифікації та розпізнавання номерних знаків автомобілів;
- формування звітів на основі проведених досліджень у табличному та графічному форматах.

5.2.1.2 Вхідна інформація отримується шляхом:

- завантаження графічних файлів із цифрових носіїв даних: жорстких та оптичних дисків, flash-карт тощо;
- отримання графічних файлів за допомогою відеореєструючої апаратури (відеокамер, фотокамер тощо) у реальному часі.

5.2.1.3 Вихідна інформація:

- вихідна інформація повинна подаватись у простому та інтуїтивно зрозумілому для користувача форматі;
- формування звітів повинно відбуватись у реальному часі;
- вихідна інформація виводиться у текстовому, табличному, графічному (графіки, діаграми) форматах;

5.2.2 Вимоги до надійності.

5.2.2.1 Передбачити контроль введеної інформації.

5.2.2.2 Розробити комплекс заходів контролю коректності дій користувача під час роботи з системою.

5.2.2.3 Забезпечити можливість відновлення роботи системи після збоїв.

5.2.3.4 Розроблювані алгоритми повинні забезпечувати надійну роботу при різних умовах зашумленості сигналів, отриманих системою отримання зображень.

5.2.3 Вимоги до програмного забезпечення:

5.2.3.1 Операційна система сімейства Windows;

5.2.3.2 Графічна бібліотека OpenGL.

5.2.3.4 Сумісність з сучасними форматами даних:

- вхідна інформація подається у форматах «*.bmp» та «*.jpg»;
- вихідна інформація подається у форматах «*.txt» та «*.doc» для текстової інформації, «*.xls» для табличної інформації та «*.bmp», «*.jpg» для графічної.

5.2.4 Вимоги до програмної документації

5.2.4.1 Код програмних модулів повинен містити необхідні для його розуміння коментарі;

5.2.4.2 Розроблене програмне забезпечення повинно включати довідкову систему.

5.2.5 Вимоги експлуатації

5.2.5.1 Кліматичні вимоги до експлуатації, при яких забезпечується робота програми повинні відповідати кліматичним умовам експлуатації наявних технічних засобів

5.2.5.2 Вимоги до кваліфікації та численності персоналу. Мінімальна кількість персоналу, необхідного для роботи програми, може складати одну штатну одиницю – кінцевого користувача програми – оператор.

5.2.6 Вимоги до захисту:

5.2.6.1 Мінімальна довжина пароля - 10 символів.

6. ВИМОГИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

В розділі «Охорона праці» дипломного проекту повинен бути аналіз умов праці розробки програмно-апаратних засобів в лабораторії факультету комп'ютерних інформаційних технологій ТНЕУ.

7. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ І ПРИЙОМКИ

7.1 Представлення дипломного проекту на попередній захист

7.2 Представлення дипломного проекту на захист

ЗМІСТ

ВСТУП	12
1 ОГЛЯД ВІДОМИХ МЕТОДІВ ТА АЛГОРИТМІВ РОЗПІЗНАВАННЯ АЛФАВІТНО-ЦИФРОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ	15
1.1 Зміст та постановка задачі розпізнавання образів	15
1.2 Системи оптичного розпізнавання образів	22
1.3 Відомі системи розпізнавання номерних знаків автомобілів	31
2 АЛГОРИТМИ РОЗПІЗНАВАННЯ НОМЕРНОГО ЗНАКУ АВТОМОБІЛЯ	38
2.1 Алгоритм попередньої обробки відеозображення	38
2.2 Алгоритм виділення символів номерного знаку автомобіля на відеозображенні	44
2.3 Алгоритм розпізнавання символів номерного знаку автомобіля	53
3 ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ	58
3.1 Структура програмної системи розпізнавання номерного знаку автомобіля	58
3.2. Експериментальні дослідження роботи системи розпізнавання номерних знаків автомобіля	64
3.3 Опис програмного забезпечення	69
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	78
ВИСНОВКИ	91
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	93
Додаток А Технічні характеристики систем розпізнавання номерних знаків автомобілів	95
Додаток Б Схема алгоритму покращення якості відеозображень	98
Додаток В Схема алгоритму ідентифікації номерного знаку на відео зображенні	99

					ДП.КСМ.07639/05.00.00.000.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Шуль П.П.			Програмні засоби кодування відеозображень	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Коваль В.С.					10	
Консульт.		Сапожник Г.В.				<i>ТНЕУ.ФКІТ.КСМс-51</i>		
Н. Контр.		Васильків Н.М.						
Затверд.		Березький О.М.						

Додаток Г Схема алгоритму виділення символів на зображенні номерного знаку.....	100
Додаток Д Функціональна схема системи розпізнавання номерних знаків автомобілів	101
Додаток Е Лістинги програми	102
Додаток Ж Довідка про впровадження	107

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

В даний час у зв'язку із зростанням продуктивності обчислювальної техніки значно розширюється область застосування систем технічного зору, зокрема, систем розпізнавання текстових міток на відеозображеннях. Прикладом є системи розпізнавання реєстраційних номерів автомобілів. Метою їх застосування є позбавлення людини від рутинних операцій по інспекції автомобілів, що проходять через контрольний пункт, і здійснення цих операцій в реальному часі. Існує ряд програмних продуктів, які здатні розпізнавати зображення хорошої якості, що коректно класифікують номери автомобілів з середньою величиною імовірності 0,8 [1]. Даний показник є прерогативою для покращення. Крім того сучасні розробки є сильно комерціалізовані та закриті, що ускладнює пошук алгоритмів. Тому такий стан свідчить про актуальність теми дипломного проекту направленої на розв'язок задачі розробки алгоритмів та покращення рівня розпізнавання номерних знаків автомобілів.

Задачу ідентифікації транспортних засобів можна вирішити шляхом розпізнавання номерних знаків. Дана технологія зараз використовується в багатьох сферах: контроль при в'їзді на певну територію, контроль при паркуванні, контроль за вантажами в аеропортах та портах, контроль дорожнього трафіку, контроль швидкості та ін. Для ідентифікації транспортних засобів розроблено декілька комерційних програмних продуктів, але вони не дають бажаного результату у випадку, якщо зображення транспортних засобів доступне в різних ракурсах і форматах [2-4]. Запропоновані у дипломному проекті алгоритми дозволяють уникнути даного недоліку шляхом поєднання методів: виявлення та виділення області зображення, яка включає номерний знак автомобіля, з відеопотоку та розпізнавання символів, що розміщені на номерному знаці.

Для виявлення і відокремлення номерного знаку і символів використані такі методи обробки зображень як виявлення границі, порогова класифікація, повторна дискретизація. Для розпізнавання символів номерного знаку

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використано штучні нейронні мережі. Після того як за допомогою номерного знаку ідентифіковано транспортний засіб, його можна інспектувати у різноманітних базах даних. Якщо, наприклад, за цією інформацією транспортний засіб є підозрілим, то відповідні заходи можуть бути прийняті спецслужбами практично миттєво.

Мета і задачі досліджень. Метою дипломного проекту роботи є скорочення часу, необхідного для проведення інспектування транспортних засобів автоматизованих систем обробки, збереження та передачі зображень шляхом програмної реалізації за рахунок розроблення алгоритмів розпізнавання номерних знаків автомобілів. Дана мета досягається виконанням наступних задач:

- аналіз існуючих програмно-апаратних комплексів розпізнавання номерних знаків автомобілів;
- аналіз існуючих методів розпізнавання алфавітно-цифрової інформації;
- визначення оптимальної структури організації програмної системи для розпізнавання номерних знаків автомобіля;
- розроблення алгоритму виділення номерного знаку автомобіля на зображенні;
- розроблення алгоритму виділення символів на номерному знаку автомобіля;
- програмна реалізація алгоритму розпізнавання алфавітно-цифрової інформації;
- експериментальні дослідження розробленої системи розпізнавання алфавітно-цифрової інформації для ідентифікації номерних знаків автомобілів.

Об'єкт дослідження. Процес перетворення, збереження та розпізнавання зображень в автоматизованих системах обробки інформації і управління.

Методи дослідження. При виконанні дипломного проекту використовувалися методи теорії інформації, теорія обробки сигналів, теорія математичної морфології, методи об'єктно-орієнтованого програмування.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Предмет дослідження. Методи, алгоритми та інструментальні засоби розпізнавання зображень в автоматизованих системах переробки інформації і управління.

У першому розділі дипломного проекту аналізуються задачі розпізнавання алфавітно-цифрової інформації як підрозділ технічного зору. У другому розділі представлено математичне забезпечення та алгоритми, що дозволяють здійснювати ідентифікацію положення номерного знаку автомобіля на зображенні та виділяти і розпізнавати символи номерного знаку. У третьому розділі наведено експериментальні дослідження та структуру розробленого програмного забезпечення алгоритмів розпізнавання номерних знаків автомобілів. У четвертому розділі представлено вимоги щодо охорони праці, які використані при розробці програмного продукту та дослідженні алгоритмів.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ВІДОМИХ МЕТОДІВ ТА АЛГОРИТМІВ РОЗПІЗНАВАННЯ АЛФАВІТНО-ЦИФРОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

1.1 Зміст та постановка задачі розпізнавання образів

1.1.1 Поняття образу

Одна із задач при розпізнаванні номерних знаків автомобілів тісно пов'язана із процесом розпізнавання образів. В даному параграфі представляються основні поняття образу та процесу розпізнавання.

Образ – це структура, яка характеризується більшою мірою розташуванням її елементів, ніж їх внутрішньою природою [5, 6]. Під образом розуміється деяка впорядкована сукупність дескрипторів. У літературі по розпізнаванню образів ці дескриптори часто називають признаками [6-9]. Класом образів (або просто класом) називається сукупність образів, що володіють деякими загальними властивостями. Позначатимемо класи символами w_1, w_2, \dots, w_W , де W — число класів. Під машинним розпізнаванням образів розуміються методи, що дозволяють відносити образи до класів автоматично або з мінімальним втручанням людини.

У практичних задачах набули поширення три форми впорядкованого представлення признаков: у вигляді векторів признаков (для кількісних дескрипторів), у вигляді символічних стрічок, а також у вигляді дерев (термін дерево застосовуються для структурних описів). Образи, представлені векторами признаков, мають форму (1.1) [6]:

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix}, \quad (1.1)$$

де кожна з компонент x_i представляє i -й дескриптор, а n - загальне число дескрипторів, пов'язаних з даним образом. Образи представляються вектор-

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стовбцями (тобто матрицями порядку $n \times l$) вигляду (1.1) або в еквівалентній формі $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$, де T — операція транспонування.

Інколи розпізнавання образів представляють як процес класифікації [10]. Класифікація базується на прецедентах. Прецедент - це образ, правильна класифікація якого відома. Прецедент - раніше класифікований об'єкт, що приймається як зразок при вирішенні завдань класифікації. Ідея прийняття рішень на основі прецедентності – базова в природно-науковому світогляді.

Вважатимемо, що всі об'єкти чи явища розбиті на кінцеве число класів. Для кожного класу відомо і вивчено кінцеве число об'єктів - прецедентів. Завдання розпізнавання образів полягає в тому, щоб віднести новий розпізнаваний об'єкт до якого-небудь класу. Саме тому і введене поняття класифікації.

Завдання розпізнавання образів є основним в більшості інтелектуальних систем [6-10]. Розглянемо приклади інтелектуальних комп'ютерних систем:

- 1) Машинний зір, – це системи, призначення яких полягає в отриманні зображення через камеру і представлення його опису в символному вигляді (які об'єкти присутні, в якому взаємному відношенні знаходяться і так далі).
- 2) Символьне розпізнавання - це розпізнавання букв або цифр:
 - Optical Character Recognition (OCR);
 - введення і зберігання документів;
 - pen Computer;
 - обробка чеків в банках;
 - обробка пошти.
- 3) Діагностика в медицині:
 - мамографія, рентгенографія;
 - постановка діагнозу по історії хвороби;
 - електрокардіограма.
- 4) Геологія.
- 5) Розпізнавання природньої мови.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) Розпізнавання в дактилоскопії (відбитків пальців), розпізнавання особи, підпису, жестів.

1.1.2 Признаки і класифікатори

Вимірювання, що використовуються для класифікації образів, називаються признаками. Признак – це деяке кількісне вимірювання об'єкту довільної природи [6-11]. Сукупність признаков, що відносяться до одного образу, називається вектором признаков. Вектори признаков приймають значення в просторі признаков. В рамках завдання розпізнавання вважається, що кожному образу ставиться у відповідність єдине значення вектора признаков і навпаки: кожному значенню вектора признаков відповідає єдиний образ.

Класифікатором або вирішальним правилом називається правило віднесення образу до одного з класів на підставі його вектора признаков.

Для ілюстрації понять признаков і класифікатора та ідеї розпізнавання (класифікації) розглянемо задачу діагностики печінки за наслідками інструментального дослідження [6]. Доброякісні (ліва частина рисунку 1.1 - клас А) і злоякісні (права частина рисунку 1.1 - клас В) зміни дають різні зображення.

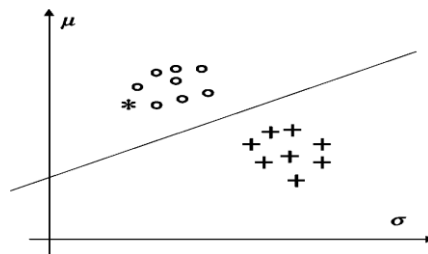


Рисунок 1.1 – Розподіл векторів признаков прецедентів класу А (кола) і класу В (хрестики). Признаки - середні значення і середні відхилення яскравості в образах. Пряма лінія розділяє вектори з різних класів

Припустимо, що є декілька препаратів в базі даних, про які відома їх приналежність до класів А і В (правильна класифікація). Очевидно, що зразки відрізняються інтенсивністю точок зображення. Як вектор ознак виберемо пару: середнє значення (μ) і середньоквадратичне відхилення (σ) інтенсивності на

зображенні. На рисунку 1.1 представлені зображення цих образів в просторі ознак. Точки, що відповідають прецедентам різних класів, розділяються прямою лінією. Класифікація невідомого образу (відповідна точка на рисунку, що зображена зірочкою) полягає в перевірці положення точки щодо цієї розділяючої прямої.

Практична розробка системи класифікації здійснюється по наступній схемі (рисунок 1.2) [6,10].

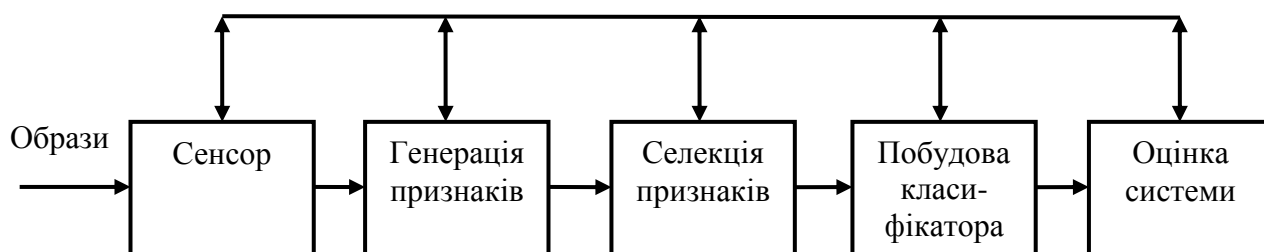


Рисунок 1.2 – Основні елементи системи розпізнавання образів (класифікації)

В процесі розробки необхідно вирішити наступні задачі:

- 1) Задача генерації признаков - це вибір тих признаков, які з достатньою повнотою описують образ.
- 2) Задача селекції признаков - відбір найбільш інформативних признаков для класифікації.
- 3) Задача побудови класифікатора - вибір правила, за яким на підставі вектора признаков здійснюється віднесення об'єкту до того чи іншого класу.
- 4) Задача кількісної оцінки системи (вибрані ознаки + класифікатор) з погляду правильності або помилковості класифікації.

1.1.3 Класифікація з навчанням і без навчання

Залежно від наявності або відсутності прецедентної інформації розрізняють задачу розпізнавання образів з навчанням і без навчання. Задачу розпізнавання на основі наявної множини прецедентів називається класифікацією з навчанням (або з вчителем).

В випадку, якщо є множина векторів признаков, отриманих для деякого набору образів, але правильна класифікація цих образів невідома, виникає задача розділення цих образів на класи по схожості відповідних векторів признаков. Така задача називається кластеризацією або розпізнаванням без навчання (без вчителя).

Наприклад, розглянемо процес фотографування планети з супутника і класифікацію поверхні по відбитій енергії (рисунок 1.3). На рисунку 1.3 зображено знімок з космосу (зліва) і результат кластеризації векторів признаков, розрахованих для різних елементів зображення (справа). Розподіл образів, зображених точками (x_1, x_2) по класах здійснюється на основі аналізу «скупчень» цих точок в просторі признаков.

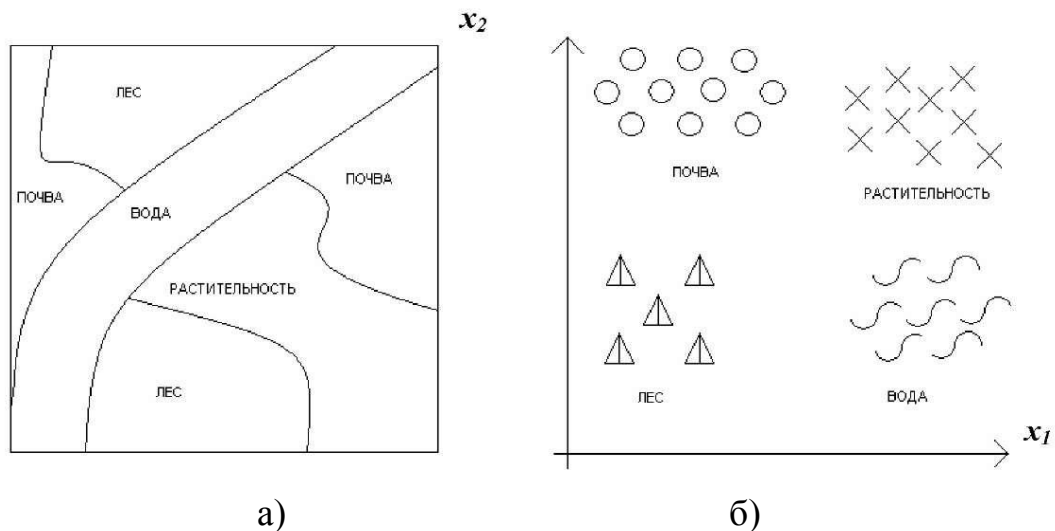


Рисунок 1.3 – Процес розпізнавання образів: а) зображення різних типів поверхні планети; б) кластеризація відповідних векторів признаков

1.1.4 Формальна постановка задачі класифікації

Для постановки задачі класифікації використаємо наступну модель (рисунок 1.4) та позначення [10]:

Ω - безліч об'єктів розпізнавання (простір образів);

ω : $\omega \in \Omega$ - об'єкт розпізнавання (образ);

$g(\omega): \Omega \rightarrow M$, $M = \{1,2,\dots,m\}$ - індикаторна функція, що розбиває простір образів Ω на m непересічних класів $\Omega^1, \Omega^2, \dots, \Omega^m$. Індикаторна функція невідома спостерігачу;

X - простір спостережень, що сприймаються спостерігачем (простір признаков);

$x(\omega): \Omega \rightarrow X$ - функція, що ставить у відповідність кожному об'єкту (точку $x(\omega)$) в просторі ознак. Вектор $x(\omega)$ - це образ об'єкту, що сприймається спостерігачем. У просторі ознак визначені непересічні множини точок $K_i \subset X$, $i=1,2,\dots,m$, що відповідають образам одного класу;

$g(x): X \rightarrow M$ - вирішальне правило - оцінка для $g(\omega)$ на підставі $x(\omega)$, тобто $g(x) = g(x(\omega))$.

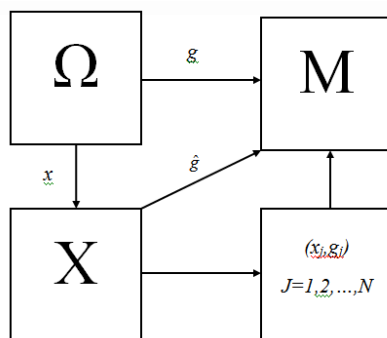


Рисунок 1.4 – Графічне представлення моделі розпізнавання образів

Нехай $x_j = x(\omega_j)$, $j = 1, 2, \dots, N$ - доступна спостерігачеві інформація про функції $g(\omega)$ і $x(\omega)$, але самі ці функції спостерігачеві невідомі. Тоді (g_j, x_j) , $j=1, 2, \dots, N$ - є множиною прецедентів.

Задача полягає в побудові такого вирішального правила $g(x)$, щоб розпізнавання проводилося з мінімальним числом помилок.

Типовий випадок - вважати простір признаков евклідовим, тобто $X = R^l$. Якість вирішального правила вимірюють частотою появи правильних рішень. Зазвичай його оцінюють, наділяючи безліч об'єктів Ω деякою імовірнісною мірою. Тоді завдання записується у вигляді $gP \{g(x(\omega)) \neq g(\omega)\}$.

1.1.5 Основні методи розпізнання образів [6-11]:

1) Шаблонні системи, методи суміщення з еталоном (шаблоном, маскою, набором еталонів):

- кореляційний метод розпізнавання - розпізнавання накладанням зображень (якщо немає геометричних відмінностей, а тільки оптичні);
- просторово-частотний метод;
- структурні системи, складання зображення з елементарних частин (як мозаїки).

2) Квазітопологічний, синтаксичний (лінгвістичний) метод - на основі математичної лінгвістики, зокрема формальної граматики. Об'єкт представляється у вигляді ланцюжка символів, який розпізнається. В основному для одновимірні (мовні) сигнали. Для зображень використовуються двохвимірні граматики.

3) Логічні методи, засновані на дискретному аналізі і обчисленні висловлювань. З використанням логічних ознак об'єкта розв'язується система булевих рівнянь і знаходяться невідомі величини – класи.

4) Ознакові методи. Розпізнавання у просторі признаков, дискримінантні методи (ймовірнісні і детерміновані), об'єкт – точка у просторі ознак:

- кластерний аналіз (cluster-скупчення), за допомогою певної функції точки зображення об'єднуються в кластери, які мають бути максимально компактними;
- метод потенціалів – ознака об'єкту розглядається як його електричний потенціал, який зменшується зі зростанням відстані до об'єкта;
- Байєсівські методи;
- метод опорного словника;
- метод зондів.

5) Нейронні мережі.

6) Експертні системи.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином в даному параграфі представлено основні поняття та методи розпізнавання образів, які використовуються для класифікації об'єктів, що дозволяє представити формалізацію процесу постановки задачі класифікації.

1.2 Системи оптичного розпізнавання образів

Для розпізнавання образів існує множина методів, що представлено у попередньому параграфі дипломного проекту. З метою розпізнавання символів номерних знаків автомобілів найбільший інтерес становлять системи оптичного розпізнавання образів. В даному параграфі представлено сучасний стан системи оптичного розпізнавання образів, що може бути використано для номерних знаків автомобілів.

На сьогоднішній день існує досить багато потужних програм по розпізнаванню символів [12-13], але слід зазначити, що здатність людини розпізнавати друкований текст низької якості перевершує здатності комп'ютера.

Кожен друкований текст має первинну властивість — шрифти, якими він надрукований. Виходячи з цього, існують два класи алгоритмів розпізнавання друкованих символів: шрифтовий та безшрифтовий. Шрифтові або шрифтозалежні алгоритми використовують апріорну інформацію про шрифт, яким надруковано букви. Це означає, що програмі повинна бути надана повноцінна вибірка тексту, надрукованого даним шрифтом. Програма вимірює й аналізує різні характеристики шрифту й заносить їх у свою базу еталонних характеристик. По закінченні цього процесу шрифтова програма оптичного розпізнавання символів готова до розпізнавання даного конкретного шрифту.

Недоліки зазначеного підходу:

- алгоритм повинен заздалегідь знати шрифт, що йому представляють для розпізнавання, тобто він повинен зберігати в базі різні характеристики цього шрифту;

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- якість розпізнавання тексту, надрукованого довільним шрифтом, буде прямо пропорційна кореляції характеристик цього шрифту зі шрифтами, наявними в базі програми.

Ці фактори обмежують універсальність таких алгоритмів.

Для роботи програми розпізнавання необхідний блок настроювання на конкретний шрифт. Очевидно, що цей блок буде вносити свою частку помилок в інтегральну оцінку якості розпізнавання, або функцію встановлення шрифту доведеться покласти на користувача.

Програма, що базується на шрифтовому алгоритмі розпізнавання символів, вимагає від користувача спеціальних знань про шрифти взагалі, про їхні групи й відмінності один від одного, про шрифти, якими надруковано документ користувача. У випадку якщо паперовий документ не створений самим користувачем, а прийшов до нього ззовні, не існує загального способу довідатися, з використанням яких шрифтів був надрукований цей документ.

З іншого боку, у шрифтового підходу є перевага, завдяки якій його активно використовують й, очевидно, будуть використовувати в майбутньому. А саме, маючи детальну апріорну інформацію про символи, можна побудувати досить точні й надійні алгоритми розпізнавання. Взагалі, при побудові шрифтового алгоритму розпізнавання, на відміну від безшрифтового, надійність розпізнавання символу є інтуїтивно ясною й математично вираженою величиною. Ця величина визначається як відстань у якому-небудь метричному просторі від еталонного символу, пред'явленого програмі в процесі навчання, до символу, що програма намагається розпізнати.

Другий клас алгоритмів — безшрифтові або шрифтонезалежні, тобто алгоритми, що не мають апріорних знань про символи, що надходять до них на вхід. Ці алгоритми вимірюють й аналізують різні характеристики (ознаки), що властиві буквам як таким безвідносно шрифту й абсолютного розміру, яким вони надруковані. У граничному випадку для шрифтонезалежного алгоритму процес навчання може бути відсутнім. У цьому випадку характеристики символів

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимірює, кодує й поміщає в базу програми сама людина. Однак, на практиці рідко зустрічаються випадки, коли такий шлях у повній мірі вирішує поставлене завдання. Більш загальний шлях створення бази характеристик полягає в навчанні програми на вибірці реальних символів.

Недоліком даного підходу є нижча якість розпізнавання, ніж у шрифтових алгоритмів. Це пов'язане з тим, що рівень узагальнення при вимірах характеристик символів набагато більший, ніж у випадку шрифтозалежних алгоритмів. Фактично це означає, що різні допуски й спрощення при вимірах характеристик символів для роботи безшрифтових алгоритмів можуть бути в 2-20 разів більші в порівнянні зі шрифтовими.

Переваги цього підходу тісно пов'язані з його недоліками. Основними перевагами є:

- універсальність. Це означає, з одного боку, можливість застосування цього підходу у випадках великої різноманітності символів, які можуть надійти на вхід системи; з іншого боку, за рахунок закладеної в них здатності узагальнювати, такі алгоритми можуть екстраполювати накопичені знання за межі навчальної вибірки, тобто стійко розпізнавати символи, на вигляд далекі від тих, які були присутні в навчальній вибірці.

- технологічність. Процес навчання шрифто незалежних алгоритмів звичайно є більше простим й інтегрованим у тому розумінні, що навчальна вибірка не фрагментована на різні класи. При цьому відсутня необхідність підтримувати в базі характеристик різні умови спільного існування цих класів (некорельованість, незмішуваність, систему унікального іменування й т.п.). Проявом технологічності є також той факт, що часто вдається створити майже повністю автоматизовані процедури навчання.

- зручність у процесі використання програми. У випадку, якщо програма побудована на шрифто незалежних алгоритмах, користувач не зобов'язаний знати що-небудь про сторінку, яку він хоче ввести в комп'ютерну пам'ять і повідомляти програму про ці знання. Також спрощується інтерфейс користувача програми за

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рахунок відсутності набору опцій і діалогів, що обслуговують навчання й керування базою характеристик. У цьому випадку процес розпізнавання можна представляти користувачеві як “чорний ящик” (при цьому користувач повністю не має змоги керувати, або якимось чином модифікувати хід процесу розпізнавання). У підсумку це приводить до розширення кола потенційних користувачів за рахунок включення в нього людей, що наділені мінімальною комп'ютерною грамотністю.

При розпізнаванні символів досить широко використовуються штучні нейронні мережі. Алгоритми, що використовують нейронні мережі для розпізнавання символів, часто будуються в такий спосіб. Зображення символу (растр), що є вхідним для розпізнавання, приводиться до деякого стандартного розміру. Як правило, використовується растр розміром 16x16 пікселів.

Значення яскравості у вузлах нормалізованого растра використовуються, як вхідні параметри нейронної мережі. Число вихідних параметрів нейронної мережі дорівнює числу розпізнаваних символів. Результатом розпізнавання є символ, якому відповідає найбільше зі значень вихідного вектора нейронної мережі. Підвищення надійності таких алгоритмів пов'язано, як правило, або з пошуком більш інформативних вхідних ознак, або з ускладненням структури нейронної мережі.

Надійність розпізнавання й потреба програми в обчислювальних ресурсах багато в чому залежать від вибору структури й параметрів нейронної мережі. Зображення цифр приводяться до єдиного розміру (16x16 пікселів). Отримане зображення подається на вхід нейронної мережі, що має три внутрішніх рівні й 10 вузлів у верхньому рівні. Нижні шари мережі не є повнопов'язаними. Вузли нижчого рівня спільно використовують загальний набір ваг. Все це, за задумом розроблювачів, повинне підвищити здатність нижчих рівнів мережі до виділення первинних ознак у зображеннях. Отримана в такий спосіб нейронна мережа має 1256 вузлів й 9760 незалежних параметрів. Для збільшення здатності мережі до узагальнення й зменшення обсягу необхідних обчислень і пам'яті проводиться

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

видалення маловикористовуваних ваг. У результаті число незалежних параметрів зменшується в чотири рази. Навчання нейронної мережі проведено на наборі з 7300 символів, тестування на наборі з 2000 символів. Помилки розпізнавання становлять приблизно 1% на навчальному наборі й 5% на перевірконому.

Як вхідні параметри нейронної мережі, замість значень яскравості у вузлах нормалізованого растра можуть використовуватися значення, що характеризують перепад яскравості. Такі вхідні параметри дозволяють краще виділяти межі букви. Об'єкти розпізнавання приводяться до розміру 16x16 пікселів. Після цього вони піддаються додатковій обробці з метою виділення ділянок з найбільшими перепадами в яскравості.

Одним із широко використовуваних методів підвищення точності розпізнавання є одночасне використання декількох різних розпізнавальних модулів і наступне об'єднання отриманих результатів (наприклад, шляхом голосування). При цьому дуже важливо, щоб алгоритми, використовувані цими модулями, були як можна більше незалежні. Це може досягатися як за рахунок використання розпізнавальних модулів, що використовують принципово різні алгоритми розпізнавання, так і спеціальним підбором навчальних даних.

Один з таких методів був запропонований кілька років тому і заснований на використанні трьох розпізнавальних модулів (машин). Перша машина навчається звичайним чином. Друга машина навчається на символах, які були відфільтровані першою машиною таким чином, що друга машина бачить суміш символів, 50% з яких були розпізнані першою машиною вірно й 50% невірно. Нарешті, третя машина навчається на символах, на яких результати розпізнавання 1-ої й 2-ий машин різні. При тестуванні розпізнавані символи подаються на вхід всім трьом машинам. Оцінки, одержувані на виході всіх трьох машин складаються. Символ, що одержав найбільшу сумарну оцінку видається як результат розпізнавання.

Як правило, алгоритм розпізнавання заснований на виділенні з растра із зображенням букви первинних ознак і наступному використанні штучної нейронної мережі для оцінки близькості вхідного зображення із символами із

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заданого набору букв. Результатом роботи є набір оцінок, що відбивають ступінь близькості розпізнаваного символу із символами із заданого набору символів. Набір розпізнаваних символів може включати букви й цифри. Вхідні матеріали для розпізнавання зображення символів перетворюються до єдиного розміру.

Відмінною рисою реалізованого алгоритму є використання нейронної мережі з досить великою кількістю вхідних ознак. На вихідному зображенні виділяються первинні ознаки, що характеризують перепади яскравості у вузлах растра. Нейронна мережа має один внутрішній рівень, що містить 100 вузлів і є загальнопов'язаною, тобто кожен вузол внутрішнього рівня з'єднаний з усіма вхідними вузлами, а кожен вузол верхнього рівня з'єднаний з усіма вузлами внутрішнього рівня. Для зменшення обсягу обчислень при розпізнаванні для кожного розпізнаваного зображення символу використовуються не всі вхідні ознаки, а тільки частина, іншими словами вектор вхідних параметрів нейронної мережі є сильно розрідженим.

Навчання нейронної мережі відбувається звичайним чином, тобто використовується алгоритм зворотнього поширення помилки. Програма навчання одержує на вхід файл із зображеннями символів. При навчанні символи із цієї бази перебираються циклічно. Для кожного зображення з бази виділяються первинні ознаки, після чого виконуються прямий і зворотний проходи по мережі. Модифікація ваг мережі при навчанні виконується після кожного символу. Крок зміни ваг мережі постійний.

Для прискорення й поліпшення навчання погано розпізнавані символи проглядаються частіше за інші. Для цього використовується кеш, у якому зберігаються важко розпізнавані зображення. Растри для навчання вибираються як із вхідного файлу, так і з кешу. Вибір символу з кешу відбувається з урахуванням якості його розпізнавання, тобто погано розпізнавані символи вибираються частіше.

Крім того, при навчанні мережі використовується регуляризація ваг мережі, тобто вводиться їхнє експонентне згасання.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якість розпізнавання залежить не тільки від алгоритмів, що використовуються програмами розпізнавання й навчання нейронної мережі, але й від того, яким чином навчалася нейронна мережа. На якість навчання нейронної мережі впливають наступні фактори: параметри бази з навчальними растрамиб, розмір, спосіб відбору растрів, порядок растрів у базі, наявність брудних символів і помилок у розмітці.

На різних етапах навчання можливе використання різних оптимізуючих факторів:

- 1) Крок зміни коефіцієнтів мережі.
- 2) Використання регуляризації мережі.
- 3) Історія навчання мережі.
- 4) Використання додаткового шуму й перекручувань символів.
- 5) Момент зупинки навчання. Бажано уникати як недостатнього навчання мережі, так і перенавчання.

б) Розмір кешу поганих растрів і відносна частота вибору растрів з навчальної бази даних і з кешу поганих символів.

Параметри навчання взаємозалежні й повинні вибиратися узгоджено. Так, наприклад, при невеликому розмірі навчальної бази використання перекручувань символів може приводити до поліпшення якості навчання, а при збільшенні розміру бази приводить до його погіршення. Використання кешу поганих символів на самому початку навчання не має особливого сенсу. Навпаки, після декількох проходів по базі з навчальними символами більша частина символів з бази розпізнається з дуже великою надійністю. Зміна ваг мережі відбувається головним чином за рахунок растрів, що втримуються в кеші поганих символів.

Регуляризація (тобто введення експонентного згасання ваг при навчанні) приводить до деякого погіршення якості розпізнавання. Однак використання дуже невеликого коефіцієнта згасання дозволяє підвищити стійкість мережі без помітних втрат для розпізнавання.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення найкращого моменту зупинки мережі можна періодично тестувати якість розпізнавання на невеликій незалежній базі даних.

Порівняння якості різних алгоритмів розпізнавання символів ускладнене тим, що відносне значення числа правильно розпізнаних символів істотно залежить від конкретної бази даних, на якій проводиться тестування. На якість розпізнавання також впливають: обсяг набору розпізнаваних символів, технологія навчання нейронної мережі, методика й алгоритми виділення первинних ознак, технологія підготовки навчальної бази даних й інші фактори.

Алгоритм може бути вдосконалений шляхом пошуку більш адекватного подання структурних ознак розпізнаваних символів. Використання більшої навчальної бази даних і збільшення пам'яті нейронної мережі також може дати деяке поліпшення якості розпізнавання. Проектована система має працювати у режимі, близькому до реального часу, а отже розроблюваний алгоритм має бути досить швидким і, в той же час, мати достатню точність розпізнання.

Для реалізації поставленої мети доцільно буде спочатку виділити на фотознімку номерний знак, а потім, використовуючи адаптовані до реальних умов існуючі алгоритми розпізнавання символів, розпізнати власне державний номер.

З цією метою вхідне зображення проходить етап первинної обробки наступним чином:

- пікселам, колір яких відповідає кольору тла номерного знаку (білий, жовтий, блакитний), присвоюється білий колір — \$00FFFFFF у форматі RGB;
- пікселам, колір яких не відповідає кольору тла номерного знаку, присвоюється чорний колір — \$00000000 у форматі RGB;

Цей етап можливо проводити як окрему процедуру попередньої обробки, так і в якості складової під час більш детального аналізу зображення.

Зображення аналізується починаючи з верхнього лівого кута і закінчується правим нижнім. Мета аналізу – визначити місця переходу між білою та чорною областю зображення, на їх основі визначити прямі лінії, а на перетині прямих ліній визначити кути отриманої рамки номерного знаку. Дослідним шляхом

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

визначається така кількість послідовних точок переходу, що може трактуватися як пряма лінія. Слід зазначити, що перебирати все зображення попіксельно недоцільно. Після знаходження першого перепаду кольору пряма лінія визначається різницею між кольорами сусідніх пікселів. Для цього використаємо функцію:

$$f(i) = A * \sin\left(\frac{2 * \pi * (i + C)}{B}\right), \quad (1.1)$$

де A – амплітуда, відстань по осі ординат аналізованого пікселя від прогнозованої границі (підбирається експериментально);

B – коефіцієнт розтягнення по осі абсцис (оптимальне значення $B=4$ – забезпечує прямолінійне діагональне сканування);

C – забезпечує початкові умови для сканування (з якого пікселя обчислюється перехід кольору).

Коефіцієнти A , B , C доцільно обирати серед множини натуральних чисел. Таким чином кількість аналізованих пікселів можливо скоротити в два рази.

Таким чином, в даному параграфі проаналізовано основні методи оптичного розпізнавання текстової інформації, що дозволило сформулювати їх переваги та недоліки. Слід зазначити, що сучасні методи для рішення задачі якісного розпізнавання образів не враховують в достатній мірі проблеми фіксації й розпізнавання текстових зображень і прийняття відповідних рішень. На основі аналізу переваг та недоліків відомих методів розпізнавання алфавітно-цифрової інформації вибрано апарат штучних нейронних мереж, який дозволяє гнучко адаптуватись до різних видів шрифтів, що буде використано для розпізнавання символів номерних знаків автомобілів і представлено у наступних розділах дипломного проекту.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Відомі системи розпізнавання номерних знаків автомобілів

Як було представлено у попередньому параграфі дипломного проекту, існує множина методів, які здатні розпізнавати алфавітно-цифрову інформацію. На сьогоднішній день є багато технічних систем, що використовують такі методи для розпізнавання номерних знаків автомобілів і досить широко рекламують власну продукцію в Інтернеті. В даному параграфі представлено декілька систем, які пропонують компанії для ідентифікації номерних знаків та проведено їх порівняльний аналіз.

1.3.1. Апаратно-програмний комплекс «ПОТІК» [14]

Апаратно-програмний комплекс «Поток» призначений для автоматичного розпізнавання реєстраційних номерів автомобілів та дистанційного контролю транспортного потоку (технічні характеристики представлені у додатку А). Основна задача системи – повністю автоматизувати процес:

- ідентифікації автомобілів за номерним знаком;
- формування бази даних транспортних засобів, що проходять вздовж зони контролю (для кожного автомобіля зберігається дата и час реєстрації, напрям руху та зображення);
- перевірки номерних знаків транспортних засобів у базах даних;
- нагляд за дотриманням правил дорожнього руху, у тому числі і швидкісного режиму.

Основні реалізації програмно-апаратного комплексу «Поток» представлені на рисунку 1.5.

До складу АПК «ПОТІК» входить:

- телекамера, сигнал від якої по лінії зв'язку (коаксіальному кабелю) передається на пост;
- комп'ютер із спеціальною платою введення відеосигналу;
- програмне забезпечення.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а)



б)



в)

Рисунок 1.5 – Застосування системи «Поток»: а) контроль проїзду транспорту на території, що охороняються, і парковки; б) мобільний апаратно-програмний комплекс; в) стаціонарний апаратно-програмний комплекс

При проходженні автомобіля через зону контролю (ділянка дорожнього полотна в полі зору телекамери) відбувається автоматичне розпізнавання державного реєстраційного знака, його запис і перевірка на збіг з номерами, занесеними в бази розшуку (рисунок 1.6).

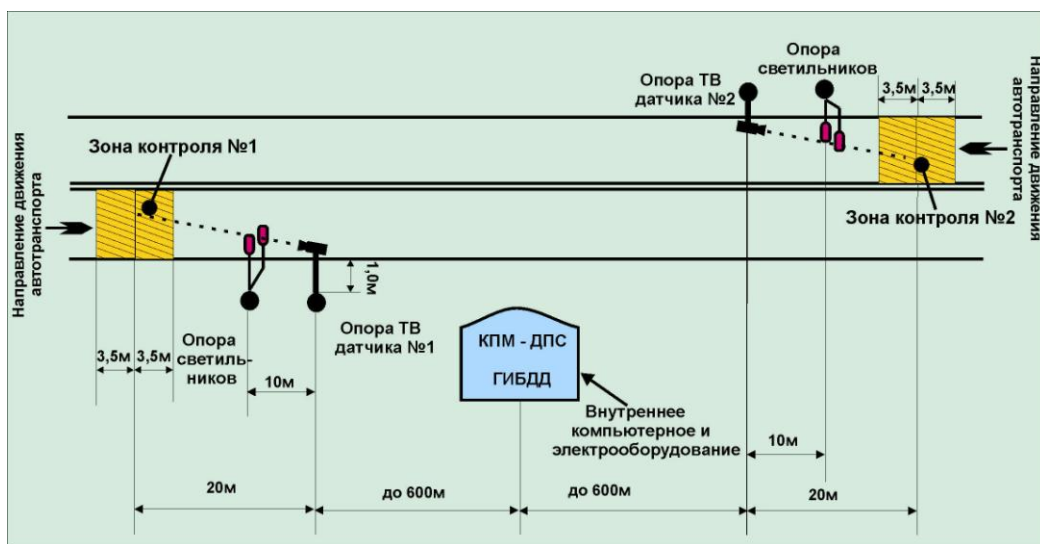


Рисунок 1.6 – Система «Поток» [14]

Особливості АПК «Поток»

При фронтальному розміщенні телекамер до транспортного потоку ширина її зони контролю становить 3 м. Але при встановленні телекамер з відхиленням від вектора руху ширина може бути збільшена. За рахунок цього знижується імовірність пропуску автомобіля через порушення ним рядності. Крім того,

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

усунений вплив вібрації телекамер на результати розпізнавання при їх розміщенні на консолі і кронштейни.

Допускається установка телекамер із значним нахилом, що дозволяє фіксувати номери навіть при малих дистанціях між автомобілями.

Можливе одночасне розпізнавання в зоні контролю відразу декількох номерів автомобілів, що особливо актуальне при роботі з трасами багаторядності.

Розпізнаються всі однорядкові російські і більшість європейських типів номерних знаків. Тобто допускається робота одночасно з кириличними і латинськими буквами. Це дозволяє використовувати систему в будь-якому регіоні світу.

1.3.2. Апаратно-програмний комплекс SIAMS 640 [15]

Система автоматичного контролю на автотрасі призначена для контролю і реєстрації автотранспорту (технічні характеристики представлено у додатку А).

Основні функції комплексу:

- реєстрація в базі даних номерів, кольору, типу і марки всіх автомобілів;
- автоматичне виявлення автомобілів, що знаходяться в розшуку, з повідомленням співробітників автоінспекції;
- статистичний аналіз інтенсивності руху і основних ознак проходячих автомашин: державної і адміністративно-територіальної приналежності, типу і марки;
- формування звітів за зібраними даними.

Схема роботи контрольного пункту

Автомобіль, проїжджаючи повз датчик, викликає спрацьовування двох відеокамер, розташованих на певній відстані (20-30 метрів) спереду і ззаду від датчика. Отримані відеокадри передаються у комп'ютер. За допомогою оригінального програмного забезпечення кадри переробляються в алфавітно-цифровий номер і набір типових ознак, які поміщаються в базу даних і стають доступні для подальшого аналізу.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ситуації, коли система не може розпізнати номер та інші ознаки (через забруднення, погане освітлення або нестандартний номерний знак), автоматично визначаються завдяки подвійній відеозйомці. Для таких автомобілів в базу даних поміщаються також початкові зображення, що дозволяють оператору уточнити номер і ознаки уручну.

Ефективність роботи комплексу досягається завдяки новим методам морфологічної реконструкції зображення, що дозволяють швидко відшукати на відеокадрі номерний знак і інші відмітні ознаки автомобіля. Знайдені ознаки обробляються алгоритмами розпізнавання образів; зокрема, для "читання" знайденого номера використовуються стандартні алгоритми розпізнавання тексту (OCR).

Реалізовані в даній системі алгоритми дозволяють провести аналіз одного автомобіля за декілька секунд на комп'ютері IBM AT Pentium 100. В базі даних можна розмістити інформацію про декілька мільйонів минулих автомобілів і не менше ніж про мільйон розшукуваних. Формування звітів і запитів до бази даних реалізовано в новій технології Executable Page, що дозволяє легко вказати, яка інформація про автомобілі і в якому вигляді потрібна користувачу.

Приклади роботи алгоритму розпізнавання представлено на рисунку 1.8.



а) зображення автомобіля б) виділення номеру

A719UT66

в) зображення для розпізнавання

Рисунок 1.8 – Етапи розпізнавання номерних знаків комплексом SIAMS 640.

Мінімальні вимоги до програмно-апаратних засобів

- датчик реєстрації руху;

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 2 відеокамери;
- комп'ютер типу IBM AT 486/Pentium з 8Mb оперативної пам'яті і жорстким диском 800Mb або більш, оснащений платою відеовводу і платою для зв'язку з датчиком;
- операційна система MS Windows 9x/NT.

1.3.4 Система розпізнавання номерних знаків автомобіля "MegaCar" [16]

MegaCar - система для визначення номерних знаків автотранспортних засобів, як рухомих так і не рухомих . Алгоритм розпізнавання працює в реальному часі та дозволяє визначати знак автомобіля з імовірністю 98% при максимальній швидкості руху до 150 км/год (при використанні одного каналу). Зображення автомобілів, що проїхали вздовж фіксаторів і номери зберігаються в базі даних. Система підтримує також базу подій і розраховує час перебування транспортного засобу на території, що охороняється. Залежно від виникаючої ситуації система здатна управляти периферійними пристроями (шлагбауми, ворота, світлофорам і т.п.). Технічні характеристики комплексу MegaCar представлено у додатку А.

Алгоритм розпізнавання номерних знаків.

- 1) Виділення на відеозображенні ділянки з автомобільним номером (рисунок 1.9). MegaCar використовує спеціалізовану плату вводу і обробки відео, що дозволяє одночасно приймати 4 незалежні відеосигнали і розпізнавати на кожному з них автомобільні номери.



Рисунок 1.9 – Виділення номеру автомобіля системи "MegaCar"

- 2) .Виявлення символів, що становлять автомобільний номер (рисунок 1.10).

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

А 720 ОМ 77

Рисунок 1.10 - Виявлення символів номера автомобіля системи "MegaCar"

- 3) .Ідентифікація символів номера. Імовірність правильного розпізнання - 98% (рисунок 1.11).

А 720 ОМ 77

Рисунок 1.10 - Ідентифікація символів номера автомобіля системи "MegaCar"

Для роботи системи необхідні телевізійні камери високого розширення (близько 580 телевізійних ліній). Об'єктиви повинні бути забезпечені автоматичною діафрагмою. Залежно від типу системи (Parking або Traffic) телевізійні камери повинні мати режим відключення автоматичного управління.

Варіанти системи

На основі базової конфігурації MegaCar розроблені спеціалізовані варіанти програми (рисунок 1.11):

- MegaCar Parking – для контролю доступу на автостоянках, таможнях, вантажних терміналах.
- MegaCar Traffic – варіант програми для цілей ДАІ



а) MegaCar Parking



б) MegaCar Traffic

Рисунок 1.11 – Варіанти реалізацій системи MegaCar

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Існує ще багато інших реалізацій систем розпізнавання номерів автомобілів [17-20]: таких як: "Авто-Инспектор", "CarGo Enterprise", "RMS", "ЭЛВИС-НеоТек" та ін. Проте усім їм властиві такі особливості: жорсткі вимоги до положення камер відносно автомобіля, використання особливих апаратних засобів, притаманних лише компанії-виробнику і розрахованих в основному на одну позицію зйомки без розрахунку відхилень від орієнтованої області розпізнавання, виконання аналізу відеопотоку, виділення номеру та розпізнавання. В той же час не усі компанії представляють ціновий діапазон розроблених продуктів, (в цілому становить від 3000 USD і вище в залежності від комплектації), відсоток коректного розпізнавання номерів, а також не представляють алгоритми роботи. Такий стан розвитку даних систем призводить до жорсткої комерціалізації і приховує можливості для удосконалення існуючих методів розпізнавання номерних знаків автомобілів.

В подальших розділах дипломного проекту пропонується розробка алгоритмів та програмних комплексів для розв'язання задачі номерних знаків автомобілів.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 АЛГОРИТМИ РОЗПІЗНАВАННЯ НОМЕРНОГО ЗНАКУ АВТОМОБІЛЯ

2.1 Алгоритм попередньої обробки відеозображення

Розпізнавання номерних знаків автомобілів передбачає виконання процедур попередньої обробки відеозображень. Одним із етапів при розпізнаванні номерних знаків полягає у їх класифікації на зображенні автомобіля. В той же час під час руху автомобіля в динаміці, отримане зображення може бути не чітким через повільну обробку отриманих кадрів апаратними засобами. В даному параграфі представлено алгоритм попередньої обробки відеозображень, що дозволяє підвищити чіткість зображення за рахунок об'єднання декількох відеокадрів, отриманих під час руху автомобіля.

Під час опрацювання вмісту зображень у системах технічного зору часто використовуються модулі попередньої цифрової обробки. Зокрема однією із суттєвих причин, що спричиняють отримання зображень низької якості є рух об'єкту внаслідок динамічного переміщення автомобіля. Такі зображення отримуються розмитими та розфокусованими. Аналогічні спотворення можуть отримуватись і при скануванні зображень чи при використанні іншої цифрової техніки внаслідок різної віддаленості об'єктів від скануючої матриці, а також внаслідок встановлення різної чутливості сенсорної панелі.

Одним із способів вирішення даної задачі полягають у використанні високошвидкісних відеокамер, що дозволяють отримувати велику кількість зображень за одиницю часу [21]. Проте такі пристрої на сьогоднішній день є досить дорогими, що ускладнює їх практичне застосування.

В даному розділі пропонується алгоритм, що дозволяє отримати якісне зображення із відеопотоку на основі об'єднання декількох відеокадрів отриманих в один момент часу із різним фокусом відфільтрувавши сильно розмиті та зашумлені ділянки. Для досліджень використовуються растрові зображення із 8-розрядною шкалою яскравості, отримані від цифрової камери у цифровому вигляді із роздільною здатністю 480x640 пікселів.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При розробленні алгоритму розглядається ситуація, де два або більше об'єктів однієї сцени знаходяться на різних відстанях від камери. Надзвичайно важко, отримати зображення, які є повністю зфокусованими, використовуючи недорогі камери. Отримані зображення не сфокусовані по всій поверхні відеокадру, тобто, якщо один об'єкт знаходиться у фокусі по центру, то інший може бути поза фокусом в інших ділянках зображення. Незважаючи на таку ситуацію можливо покращити якість зображення, використовуючи техніку поєднання зображень з різними показниками фокусування. Злиття зображень передбачає таку обробку, при якій отримується нове покращене зображення комбінацією двох або більше відеокадрів. Результуюче зображення стає більш придатним для подальших задач обробки зображень, таких як, наприклад, сегментація, розпізнавання образів та ін. Прикладом системи отримання зображень автомобіля представлено на рисунку 2.1.

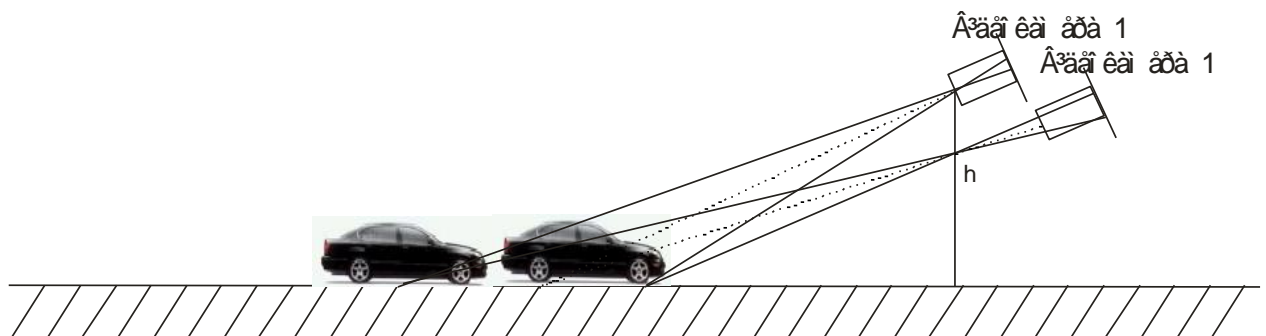


Рисунок 2.1 – Спосіб формування зображень автомобіля

Згідно рисунку, автомобіль, що проходить повз діапазон дії камер долає деяку відстань. За рахунок використання двох відеокамер з різною фокусною відстанню отримуються декілька відеокадрів. При цьому, в залежності від швидкості руху автомобіля, кількість зроблених кадрів може бути різною, тому пропонується використати лише декілька з них які гарантовано можуть бути отримані при максимально-допустимій швидкості. Для детектування автомобіля, що потрапляє у відеокадр камери існує достатньо багато можливих способів [14-20]. Наприклад, для цієї мети можна використати порівняння двох відеозображень (2.1) і у випадку, коли різниця буде більшою за деяке порогове значення, що

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлюється емпірично, як чутливість відеосистеми (величина порогу залежить від розміру автомобіля, що детектується) – можна стверджувати про наявність автомобіля, який потрапив у відеокадр. Після детекції запам'ятовуються декілька відеокадрів, що фіксують автомобіль та його номерний знак.

$$\Delta = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N |PICT1(i, j) - PICT2(i, j)|, \quad (2.1)$$

Найпростіший метод злиття зображень використовує усереднення величин яскравості пікселів множини відеокадрів. Проте, такі підходи призводять до небажаних побічних ефектів, наприклад, зменшення контрасту. Основна ідея запропонованого методу полягає у виконанні декомпозиції зображень на ділянки із різною величиною різкості з метою подальшої реконструкції (об'єднань) усіх цих декомпозицій за певним признаком, щоб сформувати найбільш якісне відновлене зображення. Подібні підходи використані при застосуванні перетворень Лапласа, градієнтних перетворень, низькочастотних фільтрів, морфологічних та wavelet перетворень [6,22-24].

У даному дипломному проєкті запропоновано алгоритм, що базується на використанні величини середнього контрастності. Цей метод в обчислювальному відношенні простий і може бути використаний в реальному часі для практичних застосувань.

Структура алгоритму може бути представлена наступною узагальненою схемою (рисунок 2.2). Для підвищення якості зображень необхідно отримати два відеокадри із відеопотоку, які формують відеокамери. На кожному із зображень виконується процес його декомпозиції на окремі шаблони визначеного розміру, після чого відбувається розрахунок параметрів кожного із зображень. Аналізуючи розраховані на попередньому етапі параметри відбувається відбір того шаблону, який має кращі характеристики щодо якості зображення. Тобто вихідне зображення складається із тих ділянок двох відеокадрів, що містять кращі характеристики стосовно чіткості шаблонів (рисунок 2.2).

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

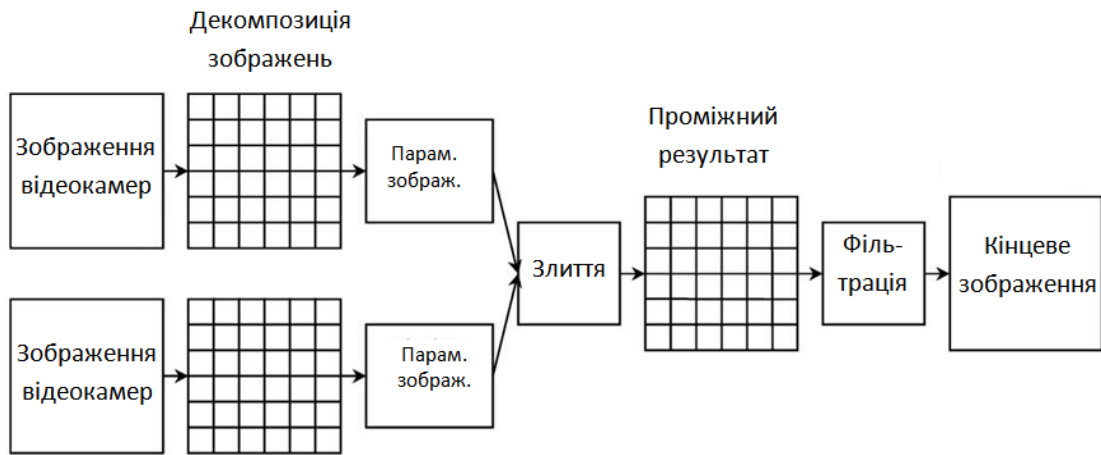


Рисунок 2.2 – Графічне представлення алгоритму підвищення чіткості зображення

Алгоритм методу фільтрації відеозображень містить наступні основні кроки:

1) Створити шаблон растрового зображення із роздільною здатністю $M \times N$ пікселів на основі початкового зображення $PIC T(m, n)$. Такий шаблон переміщується у горизонтальному і вертикальному напрямках обох зображень зміщенням на один піксел.

2) Розрахувати середнє значення контрасту для кожної позиції шаблону (2.2):

$$TF = |RF + CF|, \quad (2.2)$$

де TF – значення контрасту шаблону;

RF – показник контрасту в рядках;

CF – показник контрасту у стовпцях.

Значення RF та CF розраховуються на підставі (2.3, 2.4):

$$RF = \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N |PIC T(m, n) - PIC T(m + 1, n)|}{(M - 1) * (N - 1)}, \quad (2.3)$$

$$CF = \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N |PIC T(m, n) - PIC T(m, n + 1)|}{(M - 1) * (N - 1)}, \quad (2.4)$$

де $P ICT(m, n)$ - значення яскравості кольору пікселя шаблону розміщено в m - стрічці і n - стовпці;

M, N - розмірність шаблону.

Показники контрасту шаблону обчислюються для кожного з відеозображень відеопотоку.

3) Кожен піксель відфільтрованого зображення формується процедурою вибору більш чіткої ділянки k того зображення відеопотоку, яке містить більші значення TF обмежені деяким порогом $Treashold$ (2.5):

$$P ICT_RES = \begin{cases} P ICT_k(j, j), & \text{if } \max(TF_k - TF_{k-1}) < Treashold; \\ \frac{1}{k} * \sum_k P ICT_k(i, j), & \text{else,} \end{cases} \quad (2.5)$$

де $P ICT_k(i, j)$ і $P ICT_{k-1}(i, j)$ - пікселі, розміщені в центрі шаблонів, отриманих від початкових відеозображень, що підлягають злиттю.

Більш детально схема алгоритму запропонованого методу представлена у додатку Б.

Залежність величини TF (2.2) від величини зашумлення і розмитості вихідного зображення можна представити наступним прикладом: на рисунку 2.3 зображено 64 x 64 зображення після додавання Гаусівського шуму з радіусом 0,5, 0,8, 1 і 1,5 відповідно.

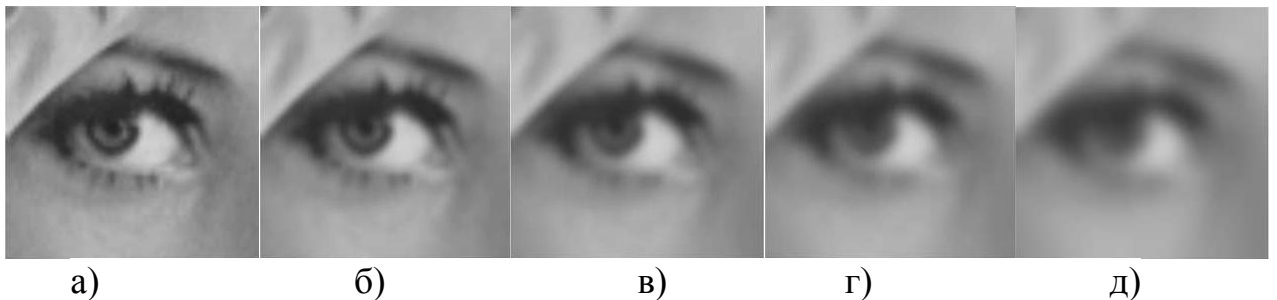


Рисунок 2.3 – Вплив шуму Гауса на зображення (частина від оригінального зображення *Lena*): а) – оригінальне зображення; б) – вплив шуму Гауса з радіусом 0,5; в) – вплив шуму Гауса з радіусом 0,8; г) – вплив шуму Гауса з радіусом 1; д) – вплив шуму Гауса з радіусом 1,5

Як видно із табличних значень (таблиця 2.1) при збільшенні зашумлення зображення величина TF згідно (2.2) змінюється пропорційно. Аналогічні значення отримано при використанні шуму типу «сіль і перець». Таким чином величину TF згідно (2.2) можна використовувати як критерій фільтрації ділянок зображень при використанні у запропонованому алгоритмі.

Таблиця 2.1 – Залежність середнього значення контрасту TF від рівня зашумленості зображення (рисунок 2.3)

	Рисунок 2.3а	Рисунок 2.3б	Рисунок 2.3в	Рисунок 2.3г	Рисунок 2.3д
TF	16,10	12,09	9,67	8,04	6,49

Для того, щоб дослідити запропонований алгоритм, розглянемо ситуації коли номерний знак автомобіля знаходиться у різному фокусі (рисунок 2.4а і рисунок. 2.4б).



а)



б)

Рисунок 2.4 – Приклади розфокусування зображень

Для роботи алгоритму використано шаблон зображення з 5×5 пікселями. Результати виконання запропонованого методу на підставі штучно розфокусованих зображень (рисунок 2.4) представлено на рисунку 2.5.

Таким чином, запропоновано новий метод фільтрування зображень, який з допомогою аналізу величин контрасту у визначених ділянках різнофокусованих зображень відеопотоку дозволяє отримати більш якісне зображення ніж кожне

окреме. Експериментальні дослідження методу представлені у третьому розділі дипломного проекту.



Рисунок 2.5 – Результат роботи запропонованого алгоритму підвищення чіткості зображення

2.2 Алгоритм виділення символів номерного знаку автомобіля на відеозображенні

Як представлено у попередньому параграфі дипломного проекту, запропоновано алгоритм, що дозволяє підвищувати чіткість зображення динамічного автомобіля і може бути поза фокусом відеокамери. В даному параграфі представлено алгоритм, який відображає технологію виділення сегменту зображення автомобіля, який містить номерний знак для подальшого його розпізнавання.

Одним із етапів при розпізнаванні номерних знаків автомобіля є виділення номерного знаку, що може займати довільне положення на зображенні. Такий процес містить найбільшу обробку і є одним із найскладніших на предмет реалізацій та коректності виконання. Складність даного процесу полягає у застосуванні деякої технології, яка дозволяла би знаходити номерний знак автомобіля, який може розміщуватись у будь-якому місці зображення. Ще більш складною є дана процедура, якщо враховувати різноманітне освітлення, що може впливати на зображення. Така особливість притаманна саме задачі розпізнавання

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

номерних знаків автомобілів, що є типовою при зовнішніх застосуваннях у навколишньому середовищі, де є велика кількість сегментів.

2.2.1 Ідентифікація номерного знаку

Існує досить багато реалізацій по виявленню позиції номерного знаку автомобілів на зображенні. Однією із них є застосування перетворень Hough [6,22]. Перетворення Hough є методом призначеними для виявлення ліній на зображенні. В загальному робота методу полягає у пошуку перетину множини ліній із використанням рівнянь прямих. Згенеровані таким чином точки перетину аналізуються на предмет пошуку горизонтальних та вертикальних ліній, що комбінуються з метою пошуку прямокутних ділянок на зображенні. Множина знайдених альтернатив прямокутних ділянок зображення пізніше аналізуються на предмет відповідності номерному знаку автомобіля, використовуючи певні ознаки прямокутників (наприклад, приймається ознака, при якій номерний знак автомобіля повинен бути розміщений горизонтально, що дозволяє стверджувати про більшу величину ширини ніж довжини знайденого прямокутника сегменту зображення). В той же час перетворення Hough може лише застосовуватись при отриманні надзвичайно якісних зображень і при сонячних погодних умовах. Також важливим є високі вимоги щодо розміщення номерних знаків на кузовах автомобілів, які повинні займати горизонтальні положення. За інших умов (рисунок 2.6) даний підхід є мало малоефективним з точки зору виділення сегментів номерних знаків автомобілів на зображенню.



Рисунок 2.6 – Приклад не горизонтального розміщення номерного знаку автомобіля на зображенні

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наявність шумів різної природи на відеозображенні чи відсутність достатньої яскравості при отриманні відеокадру призводить до розривів ліній і як наслідок унеможливорює коректне застосування перетворення Hough. За таких умов виникають значні похибки та хибні виявлення ділянок зображень, які можуть містити номерний знак автомобіля. Окрім того даний підхід ставить високі вимоги до обчислювальних ресурсів і передбачає опрацювання всіх точок зображення, коли не усі з них можуть становити інтерес для виділення сегменту номерного знаку автомобіля (наприклад ділянки фону, тощо). Отже, вище наведені складності призводять до постановки задачі, яка полягає у необхідності нових, покращених алгоритмів виділення номерного знаку автомобіля на зображенні.

Пропонується система розпізнавання номерних знаків автомобілів, яка містить ітераційні порогові операції. Для визначення місцезнаходження номерного знаку виконується порогова сегментація (2.6), яка забезпечує перехід від зображення у градаціях сірого кольору до бінарного. Тобто усім кольорам зображення, значення яких більші за деякий поріг *Treashold* присвоюються значення 1, а решту - значення 0.

$$PICT3(i, j) = \begin{cases} 1, & \text{if } PICT_REZ(j, j) > Treashold; \\ 0, & \text{else.} \end{cases} \quad (2.6)$$

Причому, ділянки зображення із значенням кольору рівним 1 стають білим кольором і відображають сегменти, які можуть містити номерний знак автомобіля, а значення пікселів, що рівні 0 відображають фон зображення (рисунок 2.7).

Значення порогу *Threashold* залежить значною мірою від рівня освітленості зображення, а тому задається емпірично враховуючи час та погодні умови використання системи розпізнавання номерних знаків автомобіля.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

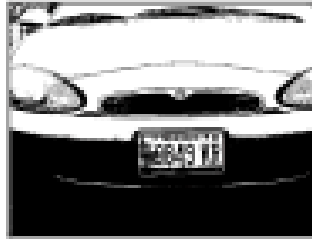


Рисунок 2.7 – Результат порогової бінаризації зображення

Після проведення бінаризації виконується процес позначення кожного із сегментів зображення, що рівний 1 (2.7) і при цьому пікселі повинні бути зв'язані між собою зв'язками типу 8-зв'язних сусідів.

$$PICT(i, j) = Number, \quad \text{if} \quad PICT(i, j) = 1 \cap \begin{cases} PICT(i-1, j) = 1 \cup \\ PICT(i+1, j) = 1 \cup \\ PICT(i, j-1) = 1 \cup \\ PICT(i, j+1) = 1, \end{cases} \quad (2.7)$$

де $PICT(i, j)$ – піксель зображення з координатами i -рядка та j -стовпця;

$Number$ – мітка сегменту зображення, яка відображає деяке число, що інкрементується з кроком в 1 для кожного сегменту 8-зв'язності пікселів.

Мітками сегментів зображення є число $Number$, яке присвоюється усім пікселям виділеного сегменту зображення. При цьому, до такого сегменту належать пікселі, що є дотичними один до одного за 8-сусідами. Принцип 8-зв'язних сусідів представлено на рисунку 2.8

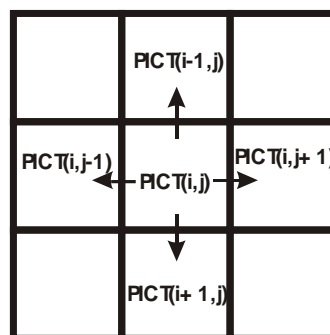


Рисунок 2.8 – Принцип 8-зв'язних сусідів

Таким чином, по завершенні даної процедури, буде сформовано набір сегментів зображення, які є кандидатами на приналежність до сегменту, що містить номерний знак автомобіля.

Отже, кожен виділений сегмент аналізується на предмет схожості до геометричних розмірів номерного знаку автомобіля. Для того щоби детектувати номерний знак серед виділених сегментів пропонується використати 4 метрики:

- сумарна кількість пікселів у сегменті;
- висота сегменту;
- ширина сегменту;
- наявність символів у сегменті.

Експериментальні дослідження показали, що використовуючи наведену метрику, сегмент відноситься до номерного знаку, якщо сумарна кількість пікселів сегменту є в межах від 2000 до 8000 (2.8)

$$Segm(Numb) = \begin{cases} LPR, \text{ if } 2000 \leq \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N PICT(i, j) \leq 8000, PICT(i, j) = Numb; \\ No_LPR, \text{ else,} \end{cases} \quad (2.8)$$

де LPR – признак належності сегменту $Numb$ до номерного знаку;

No_LPR – признак неналежності сегменту $Numb$ до номерного знаку;

$PICT(i, j)$ - пікселі сегменту $Numb$.

Іншою обов'язковою умовою, якою повинен задовільняти сегмент, з метою віднесення його до номерного знаку автомобіля, це співвідношення висоти до ширини описаного прямокутника сегменту. Експериментальні дослідження показали, що таке співвідношення повинно бути в межах від 0,1 до 0,25 (2.9).

$$Segm(Numb) = \begin{cases} LPR, \text{ if } 0.1 \leq \frac{High(Numb)}{Width(Numb)} \leq 0.25; \\ No_LPR, \text{ else,} \end{cases} \quad (2.9)$$

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де LPR – признак належності сегменту $Numb$ до номерного знаку;

No_LPR – признак неналежності сегменту $Numb$ до номерного знаку;

$High(Numb)$ – функція визначення висоти описаного прямокутника для сегменту Num ;

$Width(Numb)$ – функція визначення ширини описаного прямокутника для сегменту $Numb$.

Якщо вищенаведені умови (2.8) та (2.9) виконуються то необхідно виконати останню перевірку щодо відповідності до метрики наявності символів у сегменті. Для цього «вирізається» прямокутна область сегменту, що відповідає критеріям (2.8) та (2.9) із зображення та інвертується (2.10).

$$Block(i, j) = \begin{cases} 1, & \text{if } Block(i, j) = 0; \\ 0 & \text{if } Block(i, j) = 0; \end{cases} \quad Block(i, j) \in Segm(Numb), \quad (2.10)$$

де $Block(i, j)$ – пікселі прямокутної області сегменту;

$Segm(Numb)$ – сегментована область зображення, що підлягає аналізу.

Після інвертування позначаються усі елементи, що більші або рівні 1 (повинні відповідати цифрам сегменту, у випадку, якщо сегмент містить номерний знак) аналогічно як (2.7). Якщо сумарна кількість сегментів є не меншою за кількість символів у номерному знаку автомобіля і в той же час не більшою деякого порогу, то виділений сегмент вважається сегментом зображення, що містить номерний знак (рисунок 2.9), в іншому випадку виконується пошук наступного сегменту зображення, що підлягає аналізу.



Рисунок 2.9 – Виділення сегменту зображення, що містить номерний знак автомобіля

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Експериментальні дослідження показали, що порогове значення кількості об'єктів сегменту для уникнення хибної детекції номерного знаку повинно бути не більшим за 20. Винятком є лише номерні знаки автомобілів американського стандарту, що допускає внесення малюнків в склад номерного знаку, що спричиняє виділення системою додаткових елементів (відмінних від символів номерного знаку), наприклад наведено на рисунку 2.10. Для такого стандарту, застосування розроблених алгоритмів є обмеженим і повинно бути адаптованим за рахунок відсікання частини сегменту, а тому не розглядається.



Рисунок 2.10 – Зразок номерного знаку автомобіля США

Схема алгоритму ідентифікації номерного знаку автомобіля представлено у додатку В.

2.2.2 Виділення символів з номерного знаку

Для того, щоби забезпечити використання номерного знаку автомобіля, наприклад, для пошуку у базах даних, необхідно розпізнати усі символи сегментованої ділянки зображення із використанням засобів штучного інтелекту. Для розпізнавання символів, що знаходяться на зображенні номерного знаку автомобіля необхідно виконати процедуру, яка дозволить виділити окремі символи. Є декілька підходів для знаходження границь символів. Найпростіший підхід - це використання статичних границь, припускаючи, що кожний символ номерного знаку розташований на своїй позиції. З цією метою вибрану в попередньому алгоритмі область потрібно розділити на рівні клітинки, що можуть містити символи. Перевагою цього підходу є простота реалізації та незалежність від якості зображення. Недоліком є те, що клітинки можуть містити фон, а не символи при зсунутому номерному знаці на досліджуваній області зображення.

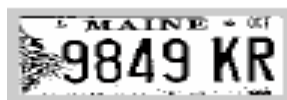
					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Можливе використання гістограм сумарної кількості пікселів у кожному стовпчику і рядку номерного знаку замість статичних границь. У цьому випадку можна відкинути область з фоном (що не містить символів) від зображення номерного знаку. Тоді максимумами і мінімумами гістограми будуть вказувати на символи номерного знаку. Цей метод залежить від якості зображення номерного знаку, але він дуже ефективний, так як на його роботу не впливають позиції символів.

Враховуючи описані вище переваги та недоліки, запропоновано наступний алгоритм для ефективного виділення символів із зображення номерного знаку, який складається із 7 основних кроків (додаток Г):

1) вирізати область зображення з номерним знаком, отриману на попередній стадії, щоб прискорити виконання запропонованого алгоритму;

2) здійснити порогову класифікацію вирізаної області для покращення якості зображення номерного знаку (аналогічно формулі (2.6)). Порогове значення вибирається з врахуванням норми пікселів між фоном і символами. Така норма рівна близько 69 % від фону (рисунок 2.11а);



а)



б)

Рисунок 2.11 – Обробка зображення номерного знаку автомобіля

3) інвертувати зображення номерного знаку, отриманого на попередньому кроці (рисунок 2.11б);

4) застосувати медіанний фільтр до інвертованого зображення, щоб відкинути шуми;

5) перенумерувати кожен відібраний об'єкт враховуючи критерій зв'язності, беручи до уваги наступні необхідні параметри:

- ширина відібраного об'єкту, який перенумеровується,
- висота відібраного об'єкту, який перенумеровується,

- загальна сума білих пікселів у відбраному об'єкті (пікселі вибираються як одиниця).

Такі параметри повинні бути пропорційними з шириною, висотою і сумою до символу номерного знаку автомобіля. Якщо відібраний об'єкт не задовольняє вищезгаданих параметрів в межах деякого порогового значення, тоді виділяється і перенумеровується наступний об'єкт. Відібрана область, що задовільняє параметрам пункту 5 представлено на рисунку 2.12.



Рисунок 2.12 – Відібрана область на зображенні номерного знаку, що відповідає параметрам символу

- б) Вирізати область із символом з максимальними і мінімальними параметрами висоти і ширини (рисунок 2.13).



Рисунок 2.13 – Область зображення номерного знаку автомобіля із вирізаним символом

- 7) Змінити розмір області символу до стандартних параметрів ширини і висоти, використовуючи бі-кубічну інтерполяцію, щоб використати таке зображення на наступному етапі розпізнавання (рисунок 2.14).



Рисунок 2.14 – виділений символ номерного знаку автомобіля, який масштабовано до розмірності, що необхідна для розпізнавання

Таким чином, в даному параграфі представлено алгоритм ідентифікації номерного знаку автомобіля, який за допомогою порогової та параметричної сегментації дозволяє виділяти область номерного знаку на відеозображенні незалежно від її розміщення. Використання запропонованого алгоритму на відміну від існуючих OCR (optical character recognition) алгоритмів дозволяє виділяти також область номерного знаку автомобіля на зображенні, коли його розміщення на зображенні відхиляється від горизонтального положення. Також у даному параграфі представлено алгоритм, що за допомогою аналізу гістограми, та порогово-параметричної сегментації дозволяє виділяти окремі символи на зображенні у формат, придатний для подальшого розпізнавання нейронною мережею.

Процедуру розпізнавання символу номерного знаку автомобіля представлено у наступному параграфі дипломної роботи.

2.3 Алгоритм розпізнавання символів номерного знаку автомобіля

Як представлено у попередньому параграфі, для розпізнавання символів номерного знаку автомобіля виділено ділянки зображення, що містять образи символів і підлягають розпізнаванню. В даному параграфі представлено алгоритм використання засобів штучного інтелекту, який дозволяє розпізнати символи номерного знаку автомобіля.

Алфавітно-цифрові символи номерного знаку однозначно ідентифікують транспортний засіб. Пропонується використати штучні нейронні мережі для розпізнавання символів номерних знаків, беручи до уваги їх узагальнюючі властивості та властивість класифікації. Використання штучних нейронних мереж має переваги над існуючими кореляційними і статистичними методами [21]. Крім того, штучні нейронні мережі є стійкими до шумів і деяких модифікацій положення символів номерного знаку автомобіля.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нейронні мережі досить ефективно використовуються як один з інструментів вирішення важкоформалізованих завдань і зокрема розпізнавання образів. Обґрунтування вибору інструменту штучних нейронних мереж можна вяснити з ряду причин:

- для розпізнавання символів досить важко скласти формалізований (не інтелектуальний) алгоритм за умов різних форматів шрифтів;
- завдання є актуальним і має відношення до OCR (optical character recognition);
- існує вільно поширювана база символів MNIST [25], доступна для скачування і експериментів;

Як вхідні дані пропонується використовувати базу даних MNIST, яка містить 60000 навчальних наборів і 10000 тестових наборів. Зображення нормалізовані за розміром і відцентровані. Кожна цифра є фіксованого розміру і вписана в квадрат.

Таким чином завдання формулюється наступним чином: створити і навчити штучну нейронну мережу для розпізнавання символів номерних знаків автомобілів, приймаючи їх зображення на вході і активуючи один з виходів. Під активацією розумітимемо значення 1 на виході. Значення решти виходів при цьому повинні (у ідеалі) бути рівні -1.

Під штучними нейронними мережами розумітимемо повнозв'язні нейронні мережі прямого поширення із зворотним поширенням помилки (рисунок 2.15), що є типовим прикладом класичної нейронної мережі персептронного типу [21,26].

Як впливає з назви, в такій мережі кожен нейрон пов'язаний з будь-яким іншим, між шарами мережі сигнал йде тільки в напрямі від вхідного шару до вихідного і немає ніяких рекурсій.

Для представлення вхідних даних виразимо двовимірну матрицю зображення у вигляді одновимірного вектора. Наприклад, для зображення символа розміром 28x28 буде 784 входи. Далі необхідно здійснити вибір архітектури. Існує безліч різних методик редукції мережі (наприклад, OBD [27]), а

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

також різні евристики і емпіричні правила. Якщо взяти до уваги, що перетворення із зображення в індикатор класу досить складне та суттєво нелінійне, тому пропонується структура нейронної мережі, яка складається із трьох рівнів (шарів). Перший, вхідний рівень містить кількість нейронів, що співмірна із кількістю пікселів одного символу зображення (для випадку, коли один символ містить 28x28 пікселів, кількість входів рівна 784). Другий рівень нейронної мережі містить порядку 50 схованих нейронів. Вихідний рівень містить стільки нейронів, скільки класифікаторів міститься в наборах зображень (наприклад, для розпізнавання цифрових значень необхідно 10 нейронів, що відображають числа 0..9).

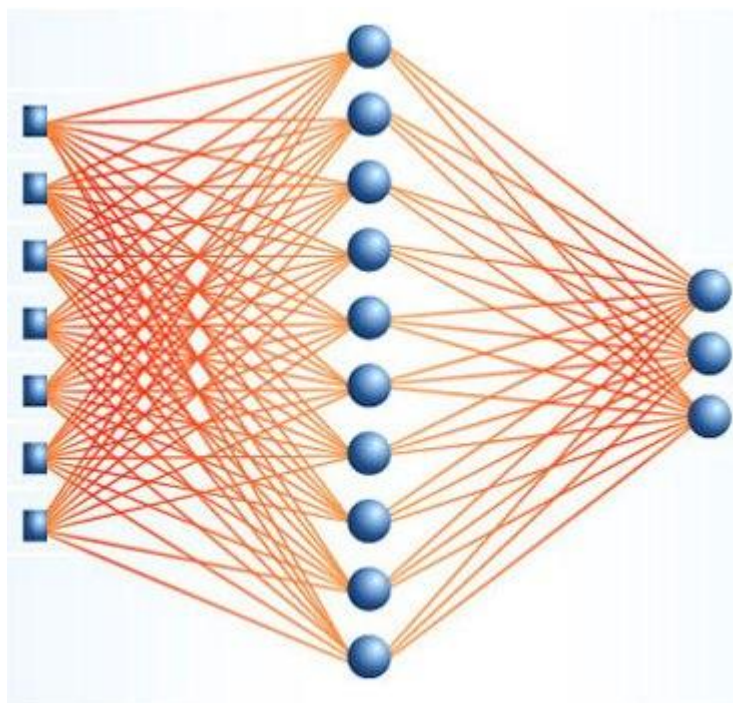


Рисунок 2.15 – Нейронна мережа прямого поширення

Зображення символів (30x19 пікселів) утворюють навчальний набір штучної нейронної мережі. Навчальний вектор нейронної мережі складається з 570 елементів (також це і кількість нейронів вхідного рівня) і створюється векторами рядків зображення символів номерного знаку автомобіля у двійковому форматі. Число вихідних нейронів нейронної мережі дорівнює розміру навчального набору або встановлюється на стадії навчання. Кожний рівень нейронної мережі містить

матрицю вагових коефіцієнтів W , вектор порогів b і вектор вихідних значень a (рисунок 2.16).

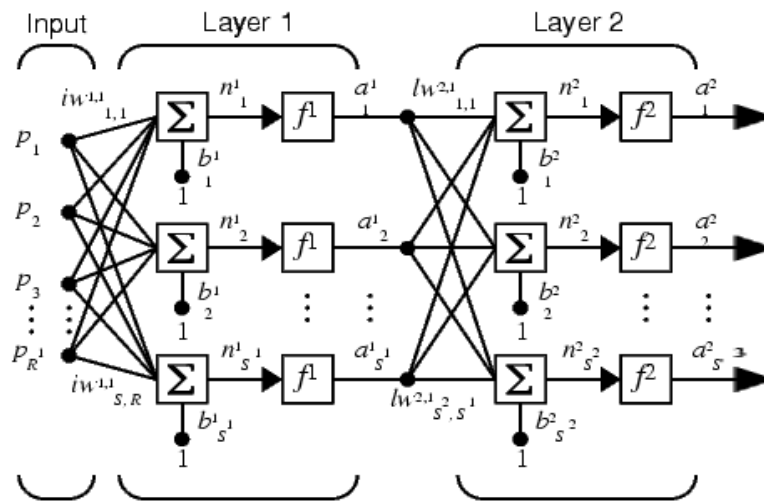


Рисунок 2.16 – Структура нейронної мережі для розпізнавання номерних знаків автомобілів

Вихід кожного рівня нейронної мережі представляється верхнім індексом і розраховується наступним чином (11):

$$a^1 = f^1 \left(W^{1,1} p + b^1 \right); \quad a^2 = f^2 \left(W^{2,1} a^1 + b^2 \right);$$

$$a^2 = f^2 \left(W^{2,1} f^1 \left(W^{1,1} p + b^1 \right) + b^2 \right). \quad (2.11)$$

Нейронна мережа, що показана на рисунку 2.16, містить R^1 входів, S^1 нейронів прихованого рівня і S^2 нейронів вихідного рівня. Виходи кожного проміжного рівня є входами для наступного. Таким чином, вихідний рівень 2 може розглядатися як однорівнева нейронна мережа з S^1 входами, S^2 нейронами і матрицею вагових коефіцієнтів $W^2 = S^2 \times S^1$. Вектор a^1 - це вхід для рівня два з a^2 виходами. Такий самий підхід можна застосувати для будь-якого рівня нейронної мережі.

Методи навчання нейронної мережі експериментально досліджені у наступному розділі по критеріях швидкодії та ефективності. При цьому, на етапі навчання здійснюється представлення виходів нейронної мережі для

запам'ятовування образів вхідних зображень. У всіх цих методах тренувальний процес зупиняється тоді, коли виконується будь-яка з наступних умов:

- 1) досягнута максимальна кількість епох навчання,
- 2) перевищений максимальний час навчання,
- 3) досягнуто значення заданої мінімальної помилки,
- 4) досягнуто значення мінімального градієнта,
- 5) похибка навчання збільшилася в певну кількість разів, після того, як вона постійно зменшувалася.

Таким чином у даному параграфі розглянуто інструмент штучних нейронних мереж, який дозволяє розпізнавати символи номерного знаку, що виділені із зображення автомобіля, отриманого відеокамерою.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ

3.1 Структура програмної системи розпізнавання номерного знаку автомобіля

На основі представленої у попередніх розділах дипломної роботи інформації видно, що з метою розпізнавання номерних знаків автомобілів потрібно виконати ряд процедур. В даному параграфі представлено структурну схему роботи системи розпізнавання номерних знаків автомобілів та її опис.

Узагальнено, систему розпізнавання номерних знаків автомобілів можна представити сукупністю задач, які можна поділити на два основних класи: задача, що полягає у пошуку та виділенні елементів номерного знаку автомобіля та задача, що полягає у розпізнаванні виділених на попередньому етапі елементів номерного знаку із використанням засобів штучного інтелекту. Узагальнену схему роботи системи представлено на рисунку 3.1.

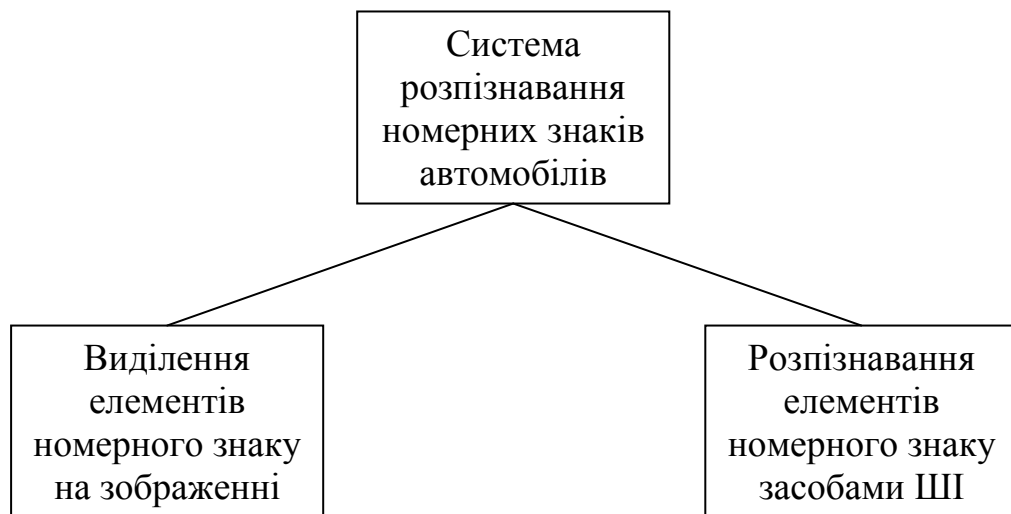


Рисунок 3.1 – Узагальнена схема системи розпізнавання номерного знаку автомобіля

Процес розпізнавання номерних знаків автомобіля можна представити п'ятьма основними етапами: отримання відеозображення з відеокамери чи інших

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

джерел, попередньої обробки відеозображення, виділення зображення номерного знаку автомобіля на відеозображенні, виділення відеозображення символів номерного знаку автомобіля, розпізнавання символів засобами штучного інтелекту (рисунок 3.2, додаток Д).

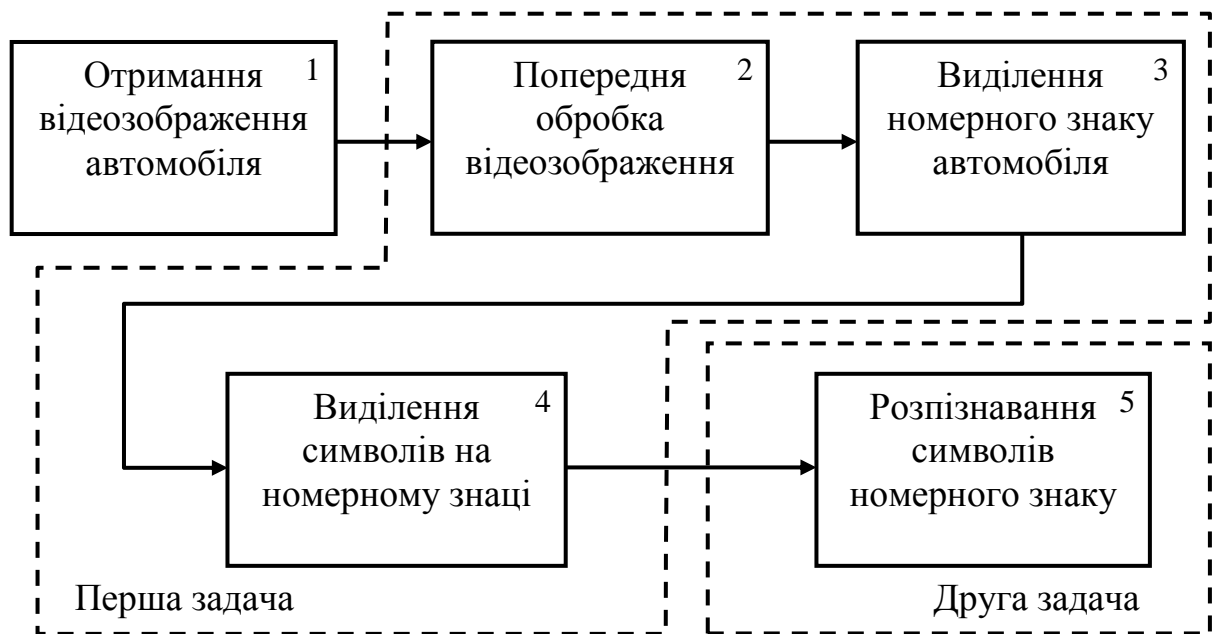


Рисунок 3.2 – Деталізована схема роботи системи розпізнавання номерних знаків автомобілів

Процес отримання відеозображення (див. рисунок 3.2) передбачає отримання цифрового растрового зображення і як правило на сьогоднішній день реалізований апаратно у сучасних відеокамерах. Тому в рамках дипломного проекту не розглядається. Також передбачається отримання растрових відеозображень із файлу на носіях інформації.

На другому етапі, для рішення задачі виділення елементів номерного знаку автомобіля необхідно виконати наступні підзадачі: попередня обробка зображення; виділення положення номерного знаку автомобіля на зображенні, що може знаходитись у будь якому положенні зображення; виділення символів та цифр в межах номерного знаку автомобіля (рисунок 3.2).

Процес попередньої обробки відеозображення полягає у підвищенні чіткості та якості зображення з метою полегшення виконання наступних етапів розпізнавання номерного знаку автомобіля. Процес попередньої обробки базується на поєднанні декількох відеокадрів відеопотоку і складається із трьох основних етапів (рисунок 3.3): виділення шаблону (template) на зображеннях відеокадрів (перший етап), розрахунок показників якості зображення шаблонів зображення (другий етап) і формування обробленого зображення як результат вибору кращого шаблону (третій етап).

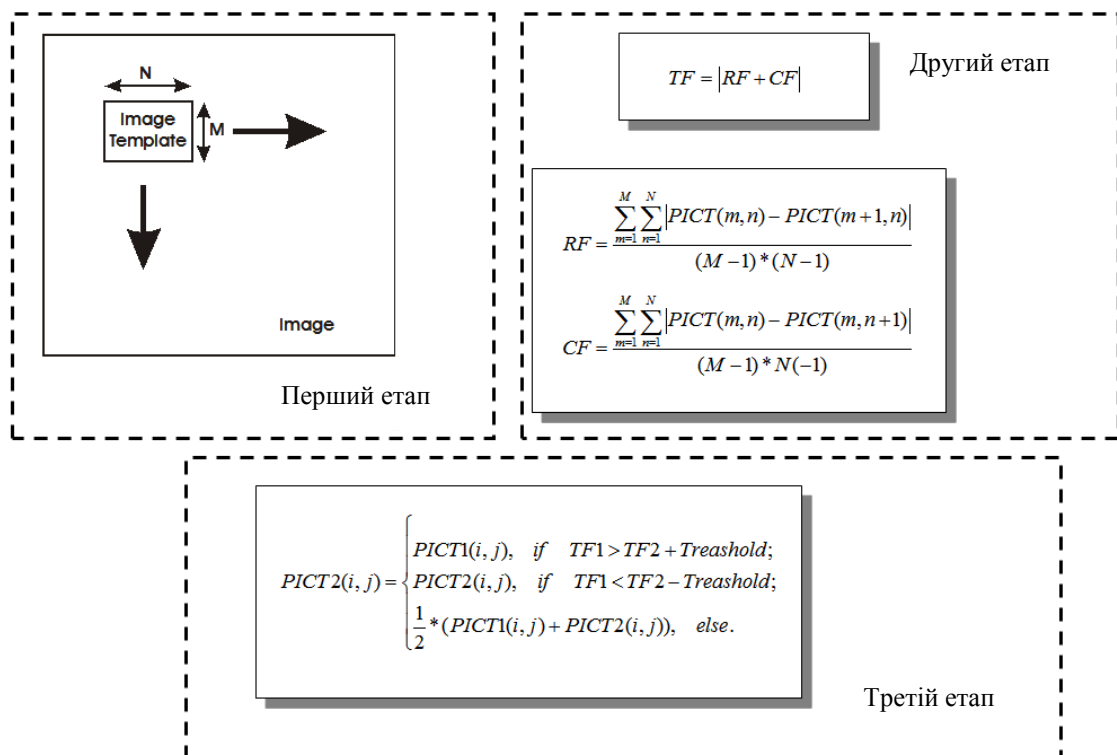


Рисунок 3.3 – Етапи попередньої обробки відеозображень

Для виділення номерного знаку автомобіля використовуються три основні етапи: порогова сегментація обробленого зображення; виділення ділянок, підозрюваних на номерний знак; ідентифікація номерного знаку; виділення номерного знаку автомобіля (рисунок 3.4).

Порогова сегментація растрового зображення (рисунок 3.4) призначена для відсікання таких сегментів, де наявність номерного знаку автомобіля відсутня.

Даний процес характеризується величиною порогу, що задається емпірично як параметер чутливості до яскравості зображення.

Метою процесу виділення ділянок растрового зображення, підозрюваних на номерний знак (рисунок 3.4) є пошук альтернативних сегментів растру, що за своїми параметрами подібні до номерного знаку автомобіля. Для цієї процедури аналізуються параметри, що властиві номерному знаку і представлені у попередньому розділі дипломного проекту.

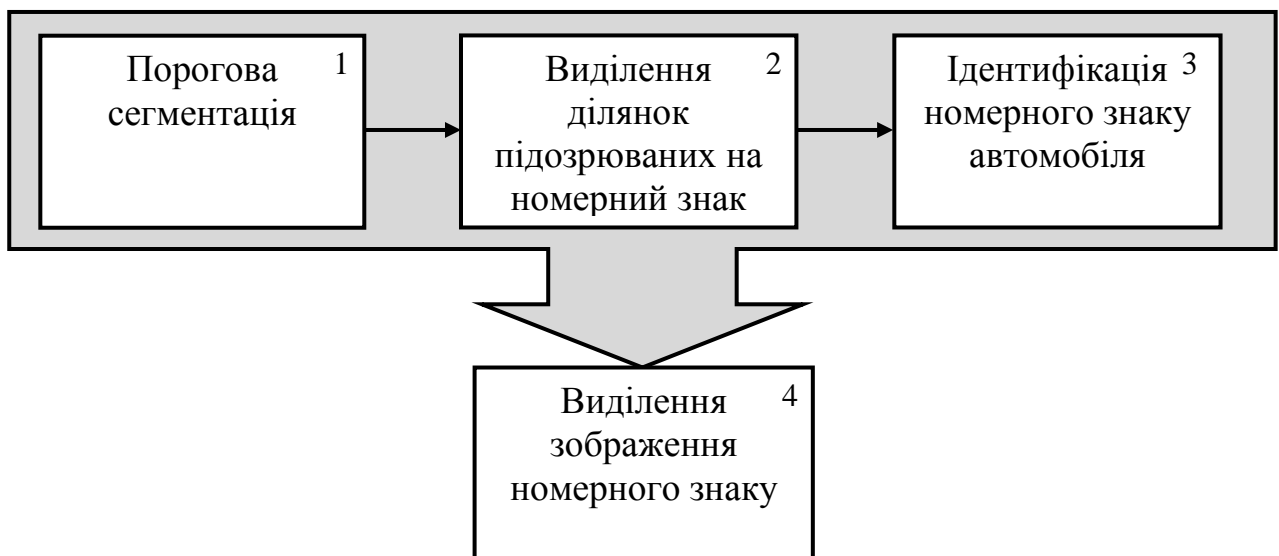


Рисунок 3.4 – Основні етапи процесу виділення зображення номерного знаку автомобіля

Етап ідентифікації номерного знаку автомобіля передбачає вибір єдиного сегменту зображення, що відповідає номерному знаку серед множини альтернатив, вибраних на попередньому етапі (рисунок 3.4). При цьому також можлива ситуація, коли не буде відібрано жодного сегменту у випадку відсутності номерного знаку або сильного зашумлення растрового зображення.

На останньому етапі процесу виділення зображення номерного знаку автомобіля виконується описування виділеного на попередньому етапі сегменту зображення прямокутною областю, яка "вирізається" із зображення і трактується як область растру, що містить номерний знак автомобіля (рисунок 3.4).

Після виділення ділянки зображення із номерним знаком автомобіля необхідно виділити зображення символів для їх розпізнавання. З цією метою запропоновано виконати три основні етапи (рисунок 3.5).

На першому етапі (рисунок 3.5) відбувається відеобробка растру номерного знаку автомобіля, що виконується за допомогою інвертування кольорів растру.

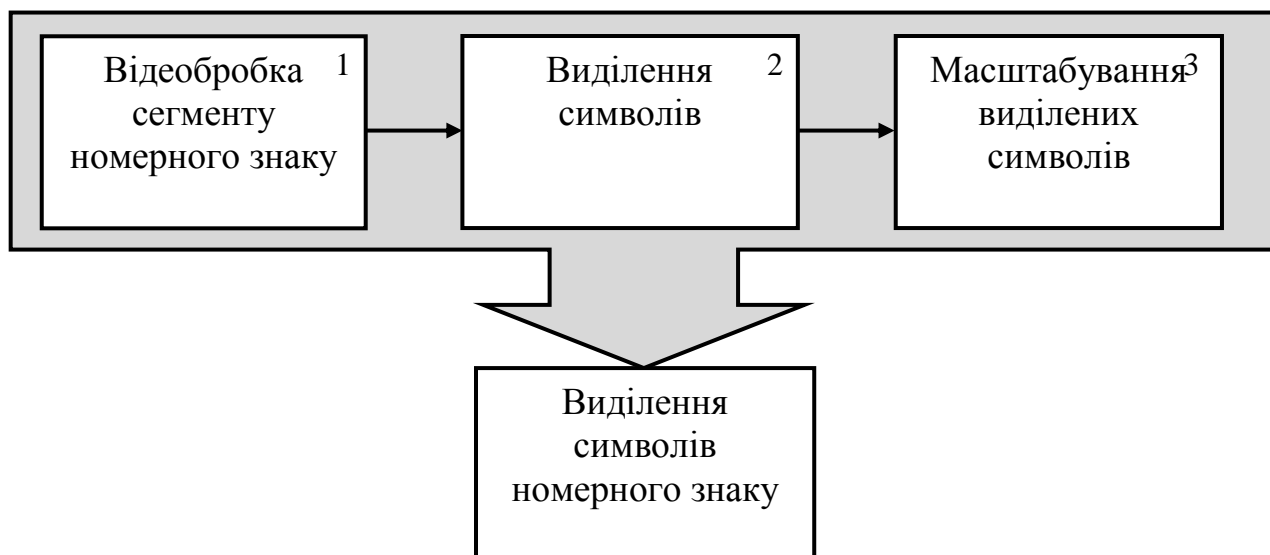


Рисунок 3.5 – Основні етапи процесу виділення зображення символів на зображенні номерного знаку автомобіля

На другому етапі (рисунок 3.5) виконується безпосереднє виділення тих сегментів зображення номерного знаку автомобіля, які відповідають символам. Результатом даного процесу є растр символу (аналогічно рисунку 2.11).

На останньому, третьому етапі здійснюється масштабування зображення виділеного символу номерного знаку автомобіля до розміру, що придатний для подальшого процесу розпізнавання.

Таким чином, результатом виконання першої задачі є виділення символів номерного знаку автомобіля і приведення його розмірів до таких, що придатні для обробки засобами розпізнавання алфавітно-цифрової інформації.

Як видно із рисунку 3.2 останнім етапом системи розпізнавання номерних знаків автомобілів є забезпечення розпізнавання виділених зображень (алфавітно-цифрових символів) елементів номерного знаку, що і є результатом поставленої задачі. Для виконання процесу розпізнавання використано засіб штучних нейронних мереж, що забезпечує розпізнавання образів зображень символів номерних знаків. Для використання нейронних мереж передбачається два режими їх роботи (рисунок 3.6): режим навчання та режим використання.

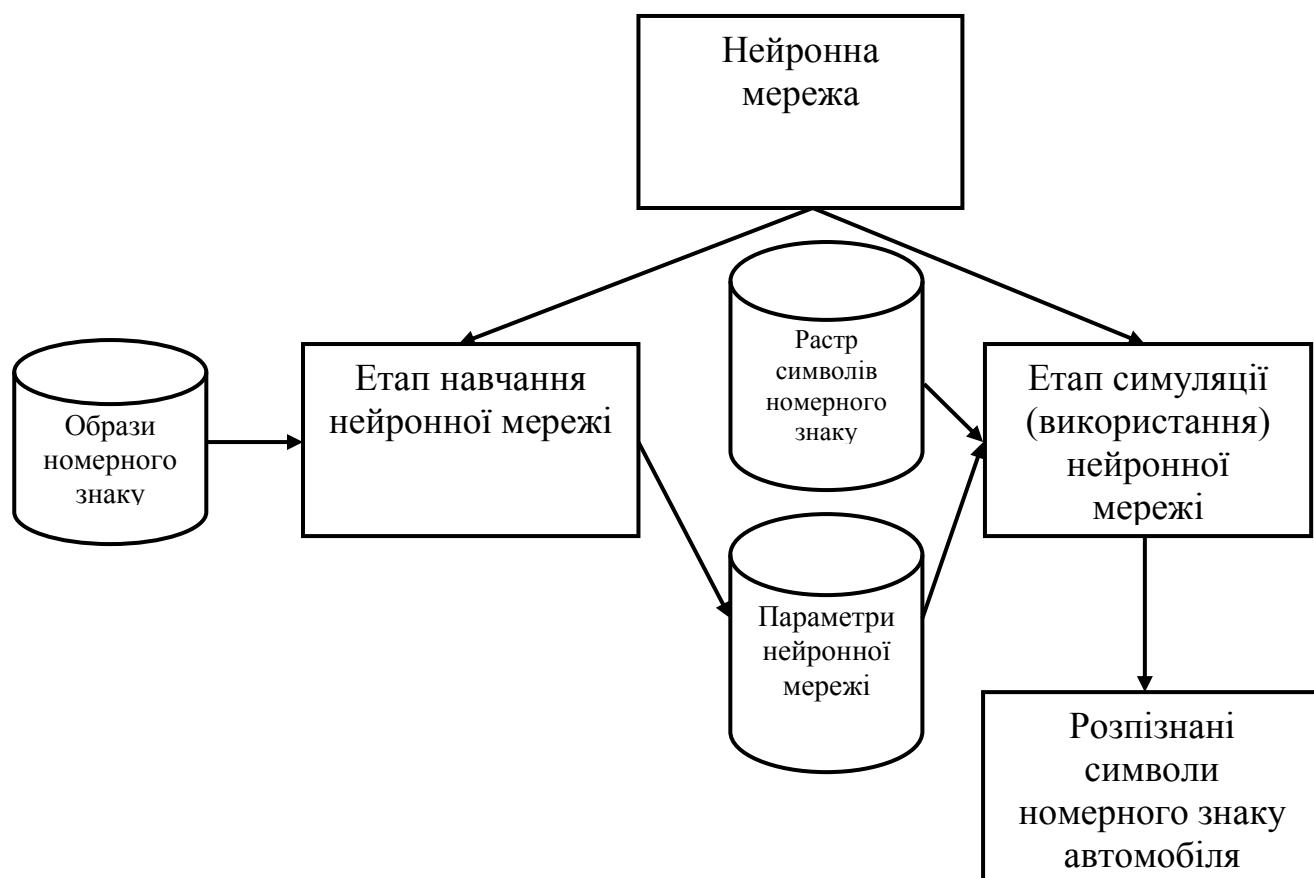


Рисунок 3.6 – Використання штучних нейронних мереж для розпізнавання символів номерного знаку автомобіля

В режимі навчання забезпечується формування параметрів та стурктури нейронної мережі. При цьому навчання відбувається на основі бази даних образів символів номерних знаків автомобів із наперед відомим значенням результату розпізнавання. Збережені параметри нейронної мережі використовуються при другому режимі її роботи: під час розпізнавання символів номерного знаку.

Таким чином в даному параграфі представлено схему роботи розробленої технічної системи, що дозволяє розпізнавати номерні знаки автомобілів на основі їх растрових відеозображень. Експериментальні дослідження якості розпізнавання номерних знаків представлені у наступному параграфі дипломного проекту.

3.2 Експериментальні дослідження роботи системи розпізнавання номерних знаків автомобіля

Як представлено у попередньому параграфі дипломного проекту для виконання процесу розпізнавання номерних знаків автомобілів необхідно виконати п'ять основних етапів. В даному параграфі представлено результати експериментальних досліджень.

Експериментальні результати отримані з використанням програмного забезпечення, створеного в середовищі Matlab 6.5 [28]. Для отримання відеозображення TP3 цифрову фотокамеру Fuji MX-1700 з роздільною здатністю 640x480 пікселів, що під'єднувалася до комп'ютера через USB-порт. Така камера дозволяє отримати відеозображення із швидкістю до 25 кадрів за секунду.

Для розпізнавання номерного знаку автомобіля може бути використанна нейронна мережа прямого поширення (рисунк 2.16), що містить 366 входів, один схований рівень із 50 нейронами та вихідний рівень із 46 нейронами. Кожен рівень містить "log-sigmoid" передавальну функцію. Для навчання нейронної мережі використано метод "gradient descent backpropagation" [30].

Даний метод навчання адаптує вагові коефіцієнти та та значення порогів нейронної мережі з використанням градієнтного спуску.

Моментами зупинки навчання нейронної мережі є:

- Досягнення максимуму епох, щозадано користувачем.
- Досягнення максимального часу протягом якого навчається нейронна мережа (час обмежується користувачем).
- Досягнення середньо-квадратичної похибки навчання.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Навчання нейронної мережі відбувається на якісних зображеннях із вчителем. При цьому, кожен вихід нейронної мережі відображає символ який розпізнається нейронною мережею. Одне найбільше значення на виходах нейронної мережі трактується як результат розпізнавання того символу, якому відповідає вихід нейронної мережі. Нейронна мережа забезпечує навчання із використанням величини середньоквадратичної помилки, яка задана і рівна 0,00001. Графічно швидкість навчання нейронної мережі (швидкість досягнення середньоквадратичної помилки) представлено на рисунку 3.7.

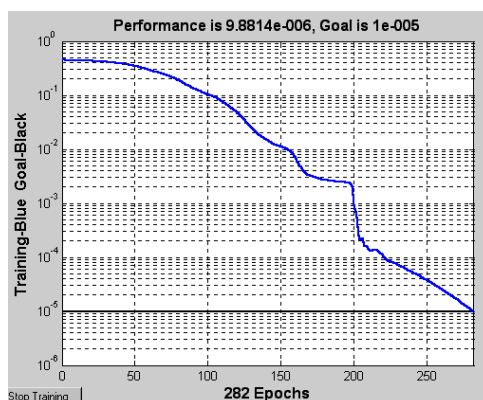


Рисунок 3.7 – Швидкість навчання нейронної мережі

Для аналізу впливу шуму на процес розпізнавання номерних знаків, отримані зображення спотворені випадковим шумом типу "сіть та перець" із нормально розподіленим законом розподілу [6,22-24]. Зашумлені зображення подавались на вхід нейронної мережі для класифікації. Результати розпізнавання цифр номерних знаків автомобілів представлено на рисунку 3.8.

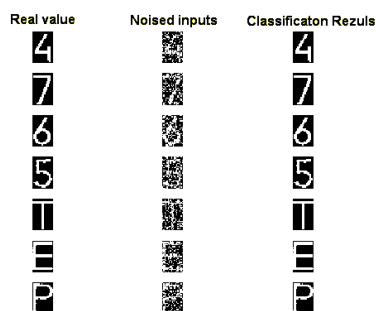


Рисунок 3.8 – Розпізнавання символів штучною нейронною мережею

На рисунку 3.8 у першій колонці представлено образи символів, на яких навчалась нейронна мережа. У другій колонці рисунку 3.8 представлено зашумлені символи першої колонки (використовується шум "сіть та перець"), які подавались на вхід нейронної мережі для розпізнавання. У третій колонці рисунку 3.8 представлено результат розпізнавання символів, що зображені у другій колонці нейронною мережею.

Для дослідження впливу шуму на коректність розпізнавання алфавітно-цифрової інформації нейронною мережею, зображення кожного символу зашумлювалось 50 разів одним рівнем шуму і подавалось на вхід нейронної мережі. Залежність між рівнем шуму та коректністю розпізнавання алфавітно-цифрової інформації представлено на рисунку 3.9.

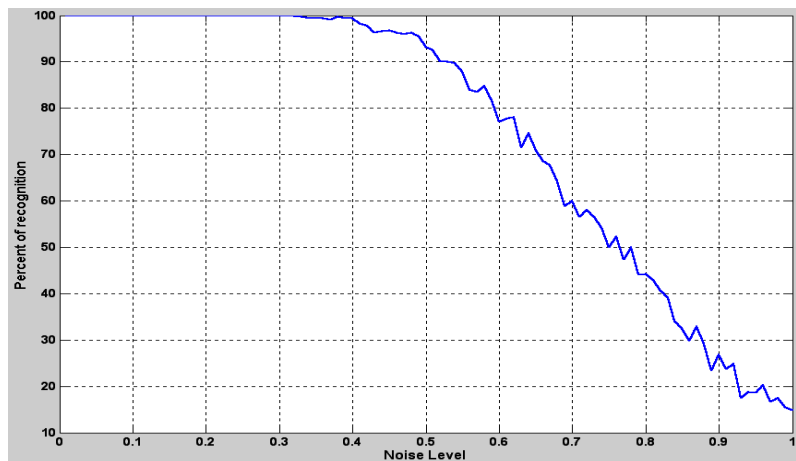


Рисунок 3.9 – Відсоток коректного розпізнавання алфавітно-цифрової інформації в залежності від рівня зашумленості символів

Із рисунка 3.9 видно, що використання нейронної мережі прямого поширення дозволяє коректно розпізнавати символи номерного знаку автомобіля з імовірністю 95% при рівні шуму, що спотворює 50% пікселів вхідних образів.

Для тестування в реальних умовах зроблено знімки декількох машин з номерами різного ступеню зашумленості (рисунок 3.10). Із символів з найкращою якістю сформовано тренувальний набір (рисунок 3.11), а інші символи використано для тестування навченої нейронної мережі (рисунок 3.12).



Рисунок 3.10 – Зображення транспортних засобів для розпізнавання номерних знаків засобами штучних нейронних мереж

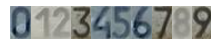


Рисунок 3.11. Зображення символів для навчання нейронної мережі



Рисунок 3.12 – Зображення символів для розпізнавання нейронною мережею

Образи тренувального набору попередньо не обробляються. В результаті даного перетворення створюється двійковий масив розмірністю 30x19 для кожного зображення-символу (рисунок 3.13). В свою чергу бінарний масив трансформується у вектор, який готовий для подачі на вхід нейронної мережі.

Багаторівневий перцептрон для розпізнавання номерного знаку включав вхідний рівень з 570 нейронами, один прихований рівень та вихідний рівень з 10 нейронами. Кожен рівень використовує сигмоїдну функцію активації нейронів.

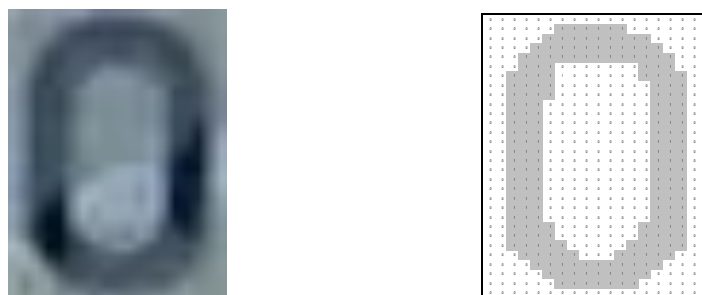


Рисунок 3.13 – Двійкове перетворення зображення символу

Важливою задачею на цій стадії є вибір розмірності прихованого рівня нейронної мережі (нейрони цього рівня здійснюють обробку вхідної інформації)

та алгоритму навчання нейронної мережі. Мала кількість нейронів не дає високої точності розпізнавання, якщо ж вона перевищує розмірність тренувального набору, то погіршуються узагальнюючі властивості (мережа просто “запам’ятовує” вхідні образи і перетворюється в асоціативну пам’ять). Як показали дослідження (рисунок 3.14) оптимальна кількість нейронів для прихованого рівня дорівнює 7, що забезпечує 90% розпізнавання символів номерного знаку. Досліди проведено 5 разів для кожного значення кількості прихованих нейронів нейронної мережі.



Рисунок 3.14 – Залежність між кількістю прихованих нейронів і рівнем розпізнавання символів нейронною мережею

При виборі методу навчання важливими є критерії швидкості (мала кількість епох) та стабільності (швидке сходження та невелика ймовірність попадання в локальні мінімуми) процесу навчання. Але найважливішим є забезпечення високої точності функціонування мережі. На основі експериментальних досліджень (досліди проведено 5 разів по кожному алгоритму) вибрано оптимальний алгоритм навчання – метод зворотного поширення помилки з використанням моментів та адаптивного кроку навчання (таблиця 3.1). Цей метод відмічений у другій лінійці таблиці, всі назви у таблиці наведено на англійській мові з метою точної відповідності по назвах з системою Matlab 6.5.

Таблиця 3.1 – Порівняння алгоритмів навчання нейронної мережі для розпізнавання символів номерного знаку

Алгоритм навчання	К-сть перезапусків	Сер. к-сть епох	Рівень розпізнавання, %		
			Макс	Мін.	Сер.
Resilient backpropagation	5	48	72	58	68
Gradient descent backpropagation	1	2592	90	84	87
Scaled conjugate gradient	0	1793	88	76	83
Polak-Ribière	5	3062	80	66	72
One step secant	8	2982	88	84	86

Середній рівень розпізнавання нейронної мережі з 7 прихованими нейронами, навченою цим методом, становить 87%, а мінімальний – 84%. Хорошу точність продемонстровано також алгоритмами One step secant (середній рівень – 86%, мінімальний – 84%) і Scaled conjugate gradient (83%, 76%). Найстабільнішими є Scaled conjugate і Gradient descent backpropagation, кількість повторних стартів яких рівна відповідно 0 і 1. Resilient backpropagation виявився найшвидшим методом, так як середня кількість епох навчання рівна лише 50, але точність розпізнавання є низькою (71% і 68%).

3.3 Опис програмного забезпечення

3.3.1 Структура програмного забезпечення

З метою розробки програмного забезпечення для сегментації текстур цифрових відеозображень використано середовище програмування MATLAB. MATLAB, як мова програмування була розроблена Клівом Моулером в кінці 1970-х років. Мова MATLAB є високорівневою інтерпретуючою мовою програмування, що включає засновані на матрицях структури даних, широкий спектр функцій, інтегроване середовище розробки об'єктно-орієнтовані можливості та інтерфейси до програм, написаних на інших мовах програмування.

Програми, написані на MATLAB, бувають двох типів - функції і скрипти. Функції мають вхідні і вихідні аргументи, а також власний робочий простір, для зберігання проміжних результатів обчислень і змінних. Скрипти ж використовують загальний робочий простір. Як скрипти, так і функції не компілюються в машинний код і зберігаються у вигляді текстових файлів. Існує також можливість зберігати так звані pre-parsed програми - функції і скрипти оброблені у вигляді, зручної для машинного виконання. В загальному випадку такі програми виконуються швидше звичайних, особливо, якщо функція містить команди побудови графіків.

MATLAB надає користувачу велику кількість (декілька сотень) функцій для аналізу даних, покриваючи практично всі області математики.

MATLAB надає зручні засоби для розробки алгоритмів, включаючи високо-рівневі з використанням концепцій об'єктно-орієнтованого програмування. В ньому є всі необхідні засоби інтегрованого середовища розробки, включаючи відладчик і профайлер. Функції для роботи з цілими типами даних полегшують створення алгоритмів для мікроконтролерів і інших додатків, де це необхідне.

У складі пакету MATLAB є велика кількість функцій для побудови графіків, у тому числі тривимірних, візуального аналізу даних і створення анімованих роликів. Вбудоване середовище розробки дозволяє створювати графічні інтерфейси користувача з різними елементами управління, такими, як кнопки, поля введення і іншими. За допомогою компоненту MATLAB Compiler ці графічні інтерфейси можуть бути перетворені в самостійні додатки, для запуску яких на інших комп'ютерах необхідна встановлена бібліотека MATLAB Component Runtime.

Пакет MATLAB включає різні інтерфейси для отримання доступу до зовнішніх підпрограм, написаних на інших мовах програмування, даних, клієнтів і серверів, що спілкуються через технології Component Object Model або Dynamic Data Exchange а також периферійним пристроям, які взаємодіють напямую з MATLAB. Багато хто з цих можливостей відомий під назвою MATLAB API.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пакет MATLAB містить функції, які дозволяють йому діставати доступ до інших додатків середовища Windows, рівно як і цим додаткам діставати доступ до даних MATLAB, за допомогою технології динамічного обміну даними (DDE). Кожний додаток, може бути DDE-сервером, має своє унікальне ідентифікаційне ім'я. Для MATLAB це ім'я - Matlab.

В MATLAB існує можливість викликати методи веб-сервісів. Спеціальна функція створює клас, ґрунтуючись на методах API веб-сервісу. MATLAB взаємодіє з клієнтом веб-сервісу за допомогою ухвалення від нього посилки, їх обробки і посилки відповіді. Підтримуються наступні технології: Simple Object Access Protocol (SOAP) і Web Services Description Language (WSDL).

Інтерфейс для послідовного порту пакету MATLAB забезпечує прямий доступ до периферійних пристроїв, таким як модеми, принтери і наукове устаткування, що підключається до комп'ютера через послідовний порт (COM-порт). Інтерфейс працює шляхом створення об'єкту спеціального класу для послідовного порту. Наявні методи цього класу дозволяють прочитувати і записувати дані в послідовний порт, використовувати події і обробники подій, а також записувати інформацію на диск комп'ютера в режимі реального часу. Це необхідне при проведенні експериментів, симуляції систем реального часу і для інших додатків, та ще багато функцій.

Аналіз даних є невід'ємною частиною процесу дослідження систем будь-якого типу. Matlab активно використовує дані різного типу. Існує багато класичних методів аналізу, які базуються на математичному апараті (математична статистика, математичне програмування, лінійна алгебра тощо), та чудово зарекомендували себе протягом свого існування.

3.3.2 Опис програмного засобу

Після завантаження програми на виконання у середовищі Matlab з'явиться розроблений графічний інтерфес (рисунок 3.1) розробленого програмного продукту для розпізнавання номерних знаків автомобілів. При цьому використані

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стандартні для Matlab можливості об'єктного програмування інтерфесів з користувачем GUI.

На рисунку 3.15 представлено головне меню програми, що відображає інтуїтивний хід процедур, які повинен виконати користувач для розпізнавання відеозображень номерних знаків автомобіля. Зокрема зліва-направо відображаються наступні пункти головного меню: довідка, отримати зображення, підвищення чіткості, виділення номеру, розпізнавання символів, автоматичний процес, вихід.

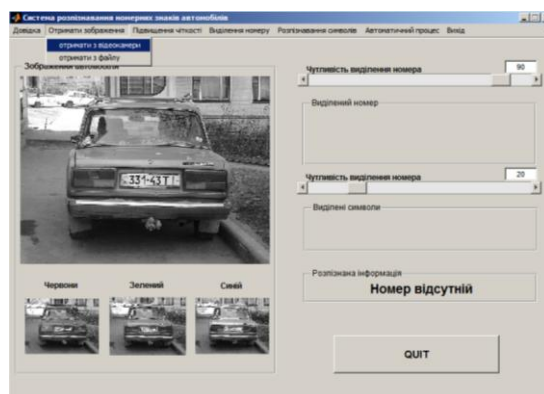


Рисунок 3.15 – Головне меню програми

Режим довідки відображає користувачу довідкову інформацію про функціонування розробленого програмного продукту, принципи проведення розрахунків та розробника програми.

Режим "отримати зображення" передбачає два варіанти отримання відеокадрів: з допомогою відеокамери та із збереженого на жорсткому диску файлу. При виборі користувачем пункту формування відеокадру з допомогою відеокамери завантажується додаткове діалогове вікно (рисунок 3.16), в якому задаються параметри налаштування відеокамери. Даний режм функціонує лише із використанням відеокамер, що під'єднані до USB порту комп'ютера.

У меню "Driver" даного діалогового вікна, користувач забезпечує вибір однієї відеокамери, від якої безпосередньо отримуватиметься відеозображення у випадку, коли під'єднано декілька відеокамер. При цьому вибір забезпечується

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за типом встановленого в операційній системі драйвера для зв'язку із відеокамерою.



Рисунок 3.16 – Діалогове вікно формування відеокадру від USB відеокамери

У меню “Configure” діалогового вікна змінюються деякі налаштування програми за допомогою двох пунктів підменю (рисунок 3.17): source і format.



Рисунок 3.17 – Меню “Configure” діалогового вікна

Підменю “Source” дозволяє змінити яскравість, контраст, насиченість, гамму кольорів, та ін. параметри отриманого відеокадру, що змінюватиметься в реальному часі (рисунок 3.18).

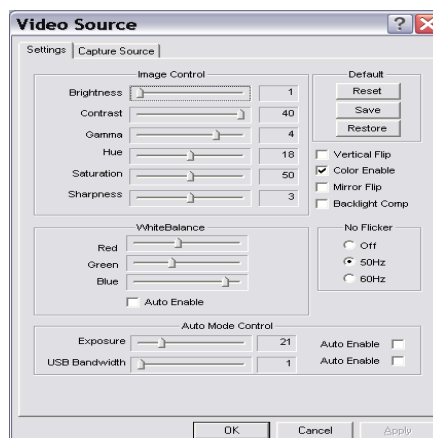


Рисунок 3.18 – Підменю Source діалогового вікна

У режимі "Підвищення чіткості", користувач здійснює обробку отриманого відеозображення (рисунок 3.21) для підвищення його якості. Така процедура представляється візуально, де в основному вікні відображаються декілька кадрів із різною якістю та результат їхньої обробки.



Рисунок 3.21 –Режим підвищення чіткості зображення

Для виконання процедури "виділення номеру" пропонується інтерфейс, що представлений на рисунку 3.22. Користувачу дається можливість вибору порогових значень виділення номерного знаку на зображенні та власне символів номерного знаку. Окрім того відображається сегментоване зображення та сегменти зображення, які підозрюються як альтернативи номерного знаку.



Рисунок 3.22 – Процедура виділення номеру

В кінцевому результаті виділяється ділянка зображення із номерним знаком на зображенні (у лівій частині) та сам номер і виділені та промасштабовані символи (у правій частині).

Представлені символи подаються на вхід нейронної мережі і після виконання процесів навчання штучної нейронної мережі, у меню "Розпізнавання символів" виконується процедура її симуляції, яка розпізнає виділені на попередньому етапі сегменти символів номерного знаку автомобіля (рисунок 3.23). В даній версії програмної реалізації процес навчання нейронної мережі жорстко запрограмований і передбачає встановлення параметрів та структури нейронної мережі програмно на основі базових функцій Matlab.



Рисунок 3.23 – Розпізнавання символів номерного знаку автомобіля

У розробленому програмному засобі передбачено використання автоматично опрацювання відеокадрів. Для цього, активуючи пункт меню "Автоматичний процес" забезпечує зчитування та опрацювання даних з відеокамер.

Для виходу із програми можна використати пункт головного меню: "Вихід", кнопку "Quit" або ж використати стандартний засіб Windows вибравши відповідний атрибут вікна у формі літери "X".

Лістинг окремих модулів розробленого програмного продукту представлено у додатку Е.

Таки чином у даному параграфі представлено опис розробленого у середовищі Matlab програмного модуля розпізнавання номерних знаків автомобіля, який в результаті впровадження чи компіляції може бути інтегрований для систем технічного зору при виконанні відеоспостереження за рухом автомобілів.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Основною метою розділу охорони праці є уникнення можливості виробничого травматизму, професійних отруень і захворювань, пожеж і вибухів, аварій, забруднення довкілля при використанні об'єкта проектування.

Даний дипломний проект передбачає розробку методів кодування відеозображень на основі відеоінформації.

В розділі охорона праці проводиться розрахунок безпечних умов праці для приміщення з комп'ютерами.

Обслуговування апаратного забезпечення виконується у лабораторії, де розміщене обладнання контролера базових станцій. Обслуговуючий персонал займається контролюванням роботи апаратури, виявленням аварій та їх усуненням.

Контроль за роботою здійснюється за допомогою комп'ютерного обладнання, тому ця робота відноситься до категорії легких, тобто робіт, які виконуються в сидячому, стоячому положенні або зв'язані з рухом, але вона не відноситься до систематичної фізичної роботи або до перенесення важких предметів.

Виходячи зі СН 245-71 і ГОСТ 12.1.005-88, а також, беручи до уваги характер робіт, відповідно до яких, площа приміщення на одного працівника в приміщенні дорівнює (6 м^2), приймаємо:

$$S_n = n \cdot S_0, \quad (4.1)$$

де S_0 - площа приміщення, що виводиться на одного працівника;

n - кількість працівників.

Оскільки в приміщенні працює 3 чоловік, тоді необхідна площа для роботи повинна становити: $S_n = 3 \cdot 6 = 18 \text{ м}^2$.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Реальна площа приміщення становить 20 м², тобто відповідає вимогам санітарних норм.

Згідно ГОСТ 12.1.005-88 в приміщенні повинні підтримуватися певні метеорологічні умови, що визначаються температурою відносною вологстю повітря, тиском та швидкістю руху повітря. Ці фактори впливають на термо-регуляцію, тобто спроможністю організму людини підтримувати нормальну температуру тіла (в межах 36—37 °С).

Тепловіддача від організму може здійснюватись шляхом тепловипромінення, конвекції і випаровування. При підвищеній температурі навколишнього середовища тепловіддача здійснюється лише за рахунок випаровування поту. Перегрівання тіла до 40—41 °С приводить до порушення водно-сольового обміну, виникнення судорожної хвороби і теплового удару з втратою свідомості.

Робота в умовах пониженої температури повітря, особливо при підвищеній вологості і швидкості руху, призводить до переохолодження тіла, що супроводжується виникненням простудних захворювань. Мінусова температура повітря призводить до обморожування, що розглядається, як виробнича травма.

Для робочої зони нашого, приміщення, оптимальні і допустимі значення температури, відносної вологості і швидкості руху повітря, встановлюються з врахуванням трудоемності і складності роботи, яка виконується, а також пори року. Користувачі персональних комп'ютерів належать до групи 1а — легкі роботи.

Відповідно з цим і ГОСТ 12.1.005-88 вибираємо необхідні метеорологічні умови (таблиця 4.1).

Для підтримання відповідних метеорологічних умов в приміщенні встановлено обладнання системи центрального опалення, але в зимовий період його тепловіддача є недостатньою. Доцільним є проведення ущільнення конструктивів вікон і дверей, щоб припинити втрати тепла.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Оптимальні і допустимі метеоумови

Період року	Категорія робіт	Температура t, °С		Відносна вологість повітря, %		Швидкість повітря	
		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
Холодний	Легка 1а	22—24	21-25	40—60	<75 <55	0,1 0,1	<0,1
Теплий	Легка 1а	23-25	22-28	40—60			0,1—0,2

Решту метеорологічних умов забезпечує обладнання повного кондиціонування повітря. Воно забезпечує постійність температури, вологості, руху і чистоти повітря.

Сприятливі умови роботи забезпечують як високу продуктивність праці, так і позитивно впливають на психологічний стан людини, на її працездатність і здоров'я. Особливо важливе біологічне і гігієнічне значення для людини має природне освітлення, тому при проектуванні виробничих приміщень важливо передбачити наявність природного освітлення СНіП II-4-79.

Проведемо розрахунок природного освітлення, згідно зі СНіП II-4-79 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування», а при необхідності розрахуємо додаткове штучне освітлення приміщення.

Розрізняють три системи природного освітлення: бокове, верхнє, комбіноване. Для кількісної оцінки виробничого освітлення важливою технічною характеристикою є освітленість робочої поверхні. Густина світлової енергії на площі $E(лк)$ визначається за формулою:

$$E = dF/dS, \quad (4.2)$$

де dF світловий потік, який характеризує потужність світлового випромінювача (лм), рівномірно розподілений по площі dS (m^2).

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт природного освітлення, який являє собою відношення освітленості в даній точці середини приміщення E_v до зовнішнього горизонтального освітлення E_z визначаємо за формулою:

$$I = E_v / E_z. \quad (4.3)$$

Заміри натурального освітлення проводяться люксометром 10116.

Розміри приміщення становлять:

$E_n \cdot V = 4 \cdot 5 \text{ м}^2$; висота приміщення $h = 3 \text{ м}$, S – світловий отвір вікон $1 \cdot 1,9 \text{ м}^2$.

Віконне скло подвійне. Характеристика зорової роботи відноситься до високої точності.

Це відповідає нормі природного освітлення КПО $I_n = 2 \%$ при боковому освітленні.

При боковому освітленні використовується формула:

$$100 \frac{S_0}{S_n} = \frac{I_n \cdot K_z \cdot \eta_{10}}{\tau_0 \cdot VI} K_b, \quad (4.3)$$

де S_0 — площа світлових отворів, м^2 ;

S_n — площа підлоги, м^2 ;

K_z — коефіцієнт світлопроникнення;

η_{10} — світлова характеристика вікон;

τ_0 — загальний коефіцієнт світлопроникності;

VI — коефіцієнт, який враховує відбивання світла від поверхні;

K_b — коефіцієнт, який враховує затемнення будинками, що стоять навпроти.

Для приміщення розмірами $4 \cdot 5 \cdot 3$ площа $S = 20 \text{ м}^2$;

Для $L_n/V = 5/4 = 1,25$; $V/H = 4/3 = 1,33$; $\eta_{10} = 16$;

Для середньозваженого коефіцієнта відображення стелі, стін і підлоги, який дорівнює $0,4$, коефіцієнт VI становить $2,4$. K_b приймаємо $- 1,4$.

Для приміщень з повітряним середовищем, в якому концентрація пилу менше 1 мг/м^3 $K_z = 1,4$;

Оскільки $I_n = 2 \%$, коефіцієнт τ_0 визначаємо за формулою:

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (4.5)$$

де τ_1, τ_2, τ_3 - коефіцієнти світлопропускання матеріалу вікна, виду вікна і його конструкції: для віконного, листового, подвійного скла $\tau_1=0,8$; для дерев'яних подвійних роздільних оправ до вікон $\tau_2=0,6$; для залізобетонних конструкцій $\tau_3=0,8$.

τ_4 – коефіцієнт, який враховує витрати світла в сонцезахисних конструкціях: для жалюзі і штор, що регулюються, дорівнює 1.

τ_5 – коефіцієнт, який враховує втрати світла в захисній сітці, що встановлюється під світильником — дорівнює 0,9.

Отже: $\tau_0 = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,35$.

Визначаємо площу світлових отворів S_0 :

$$S_0 = \frac{I_n \cdot K_z \cdot \eta_{l0} \cdot S_n}{100 \cdot \tau_0} = K_6, \quad (4.6)$$

Кількість вікон визначаємо за формулою:

$$S_0 = \frac{2 \cdot 1,4 \cdot 16 \cdot 1,4 \cdot 20}{100 \cdot 0,35 \cdot 24} = 1,49(m^2), \quad (4.7)$$

де S_1 , — стандартна площа вікна.

Відповідно: $n = 1,49/1,9 = 0,78 = 1$ вікно.

Таким чином, для забезпечення КПО $I_n = 2\%$ у приміщенні повинно бути одне вікно площею $1,9 m^2$.

Для освітлення приміщення, коли природного освітлення недостатньо, або взагалі немає, використовується штучне освітлення.

Світловий потік Φ – це потужність світлової енергії, що оцінюється за світловим відчуттям, яке воно справляє на органи зору людини:

$$\Phi = dQ/dt. \quad (4.8)$$

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сила світла I – це відношення світлового потоку до величини тілесного кута, в якому рівномірно розподілено випромінювання:

$$I = dF/d\omega. \quad (4.9)$$

Освітленість E – густина світлового потоку на освітлюваній поверхні.

$$E = d\Phi/dS. \quad (4.10)$$

Яскравість L – поверхнева густина сили світла у заданому напрямку.

$$L = dl/dS \cdot \cos(\alpha). \quad (4.11)$$

Коефіцієнт відбиття β — відношення відбитого світлового потоку до падаючого:
 $\beta = \Phi_{\text{відб.}}/\Phi_{\text{пад.}}$

До якісних показників можна віднести фон, контраст, коефіцієнт пульсації, розміри приміщення та ін.

Фон — поверхня, що прилягає безпосередньо до об'єкта розпізнавання, на який цей об'єкт сприймається. Фон характеризує коефіцієнт відбиття (залежить від кольору поверхні та від її фактури). Фон світлий $\Phi > 0,4$; середній – $\Phi = 0,2—0,4$; темний $\Phi < 0,2$;

Контраст – ступінь розпізнавання яскравості об'єкта і фону.

$$K = (L_0 - L_{\text{ф}}) / L_0. \quad (4.12)$$

Контраст великий $K > 0,5$; середній $K = 0,2 - 0,5$; маленький - $K < 0,2$;

Коефіцієнт пульсацій $K_{\text{п}}$ - критерій оцінки відносної глибини коливань освітленості в результаті зміни в часі світлового потоку газорозрядних ламп при живленні їх змінним струмом.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_n = (E_{\max} - E_{\min}) \cdot 100\% / (2 \cdot E_{\text{ср}}), \quad (4.13)$$

де \mathcal{E} — значення освітленості за період.

Розміри приміщення: $A = 4$ м, $B = 5$ м, $H = 3,5$ м.

Нормована освітленість повинна бути рівна 300 лк.

Показник приміщення: $i = A \cdot B / (H \cdot (A+B)) = 4 \cdot 5 / (3,5 \cdot (4+5)) = 0,29$, де A, B, H – відповідно розміри приміщення.

Вибираємо світильник НОДЛ з коефіцієнтом використання світлового потоку $\eta = 49\%$.

Сумарний світловий потік:

$$\Phi = ((E_n \cdot S \cdot k \cdot Z) / \eta) \cdot 100\%, \quad (4.14)$$

де E_n — нормована освітленість, лк;

S — площа приміщення, м^2 ;

k — коефіцієнт запасу;

Z — коефіцієнт мінімальної освітленості;

η — коефіцієнт використання світлового потоку.

$$\Phi = ((300 \cdot 20 \cdot 1,75 \cdot 1,1) / 49) \cdot 100\% = 23\,571 \text{ лм.}$$

Вибираємо лампи ЛТБ-80 р, $\Phi_{\text{л}}$ — 4300 лм, тоді кількість ламп дорівнює:

$$N = \Phi / \Phi_{\text{л}} = 23571 / 4300 = 6 \text{ шт.}$$

Кількість світильників:

$$N_c = N / 2 = 3 \text{ шт.}$$

Перерахуємо значення E :

$$E = \frac{N \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot \eta}{S \cdot k \cdot Z \cdot 100\%} = \frac{6 \cdot 4300 \cdot 49}{20 \cdot 1,75 \cdot 1,1 \cdot 100\%} = 328,4 \quad (4.15)$$

Отже, штучне освітлення забезпечує освітленість $E = 328$ лк, що є більшим за E_n ($E_n = 300$ лк), тобто розрахунок проведений правильно.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рівень шуму дорівнює 75 дБ, що відповідає вимогам ГОСТу, тому захисних заходів не передбачається.

Електричний струм при дії на людину може викликати як місцеві, так і загальні пошкодження. Місцеві електротравми — це опіки, нагрівання внутрішніх органів, механічні пошкодження (розрив тканин м'язів), порушення біоелектричних процесів у організмі, електроліз органічних рідин. Зовнішніми проявами електротравм можуть бути термічні опіки, електричні ознаки на шкірі, металізація поверхні шкіри, електроофтальмія (ураження зору під дією ультрафіолетових променів при іскровому розряді). Загальне ураження струмом відбувається при проходженні струму через нервові центри, центри дихання і роботи серця (електричний удар).

Небезпека ураження тим більша, чим більший струм проходить через людину, але крім цього, впливають: тривалість і шлях проходження струму, його вид, частота і виробничі умови.

Умови ураження людини електричним струмом такі:

- двофазне дотикання (двофазне включення людини в мережу);
- однофазне дотикання, наближення на небезпечну віддаль до неізольованих дротів з напругою більше 1000 В;
- дотик до корпусу обладнання, що не проводить струм, але опинилося під напругою;
- перебування в зоні дії атмосферної електрики;
- вхід у зону дії електромагнітного поля.

Згідно класифікації приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом (ПУЕ 1.1.6) приміщення роботи системи відноситься до першого (без підвищеної небезпеки).

Електричні установки, до яких відноситься переважна більшість обладнання системи, вимагають дотримання правил електробезпеки, оскільки в процесі експлуатації або проведення профілактичних робіт людина може доторкнутись до частин, що знаходяться під напругою 220 В, тому виникає необхідність у захисті

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

персоналу від ураження електричним струмом. Дуже велике значення для запобігання електротравматизму має правильна організація експлуатації; обслуговування системи . Під цим розуміється точне виконання ряду організаційних та технічних заходів, які встановлені діючими «Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів і правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів» (ППЕ і ПТБ споживачів) і «Правилами побудови електропристроїв» (ППЕ). Основними технічними засобами, які забезпечують безпеку робіт в електроустановках, є: захисне заземлення, занулення, вирівнювання потенціалів, захисне включення, електричний розподіл мереж, мала напруга, подвійна ізоляція. Використання цих засобів у різноманітних поєднаннях дозволяє захистити людину від ураження струмом.

Захисне заземлення — це навмисне електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих неструмопровідних частин, які можуть бути під напругою. У приміщенні розміщення контролера базових станцій заземлено всі шафи з обладнанням, а також вся комп'ютерна техніка. Приміщення, де знаходиться система, обладнується контуром-шиною захисного заземлення, яка з'єднується із заземлювачем. Контур-шина виготовляється з мідного дроту діаметром 6 мм у перерізі і вкладається по периметру приміщення. Місця перетину дротів пропаюються з застосуванням бікислотного флюсу. Для під'єднання заземлювальних провідників на шину наварюються гвинти М8. У дипломній роботі проведу розрахунок захисного заземлення згідно порядку, встановленого ПУЕ.

Згідно вимог ПУЕ 1.7.65 в електроустановках з напругами до 1 кВ при потужності трансформатора менше 100 кВт опір заземлювача повинен бути не більше 10 Ом.

1) Визначаємо розрахунковий опір землі

$$r_{0p.з.} = \Phi \cdot r_{0з.} \quad (4.16)$$

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Φ — коефіцієнт сезонності, який враховує коливання питомого опору при зміні вологості ґрунту протягом року; використовується стержневий заземлювач довжиною $l = 2$ м при глибині закладання від вершини $h = 0,5$ м $\Phi = 1,1$ - четвертої кліматичної зони. Питомий опір ґрунту: $\rho_{03} = 300$ Ом·м - для піску;

$$\rho_{p.z.} = 1,1 \cdot 300 = 330 \text{ Ом}\cdot\text{м}. \quad (4.17)$$

2) Визначаємо опір R , розтання струму в землі від одного вертикального заземлювача:

$$R_B = \frac{\rho_{0п.з.}}{2 \cdot 3,14 \cdot l} \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right), \quad (4.18)$$

де l - довжина заземлювача ($l = 2$ м); $d = 0,05$ м – діаметр заземлювача за таблицею при $U < 1$ кВ та при $S < 100$ кВА; t – відстань від поверхні землі до середини заземлювача; $t = h + l/2 = 0,5 + 2/2 = 1,5$ м;

$$R_B = \frac{330}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0,05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 1,5 + 2}{4 \cdot 1,5 - 2} \right) = 133,3 \text{ (Ом)},$$

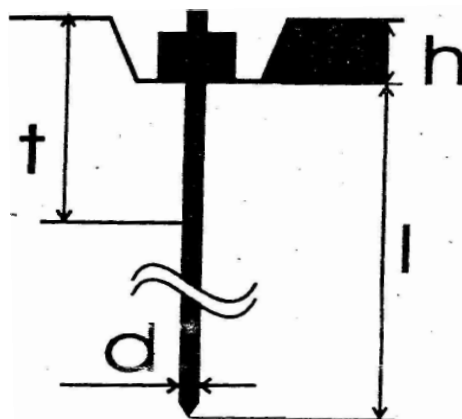


Рисунок 4.1 – Схема розташування одного заземлювача в ґрунті.

3) Приблизна кількість заземлювачів

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{R_{\text{в}}}{R_{\text{в.норм}}} = \frac{133,3}{10} = 13,3 \approx 14. \quad (4.19)$$

4) Знаходимо із таблиць коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів, який враховує ефект екранування при вибраному значенні $k = a/l$, де a — віддаль між заземлювачами, м; $k = 1,2$ при $a = 2,4$ м; отже коефіцієнт використання вертикального заземлювача за таблицями дорівнює $\eta_{\text{в}} = 0,56$.

5) Кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням $\eta_{\text{в}}$ обчислюємо за формулою:

$$n = \frac{R_{\text{в}}}{R_{\text{в.норм}} \cdot \eta_{\text{в}}} = \frac{133,277}{10 \cdot 0,56} = 23,799 = 24. \quad (4.20)$$

6) Довжина горизонтального заземлювача для розміщення по контуру

$$L = a \cdot \pi = 2,4 \text{ м} \cdot 24 = 57,6 \text{ м}. \quad (4.21)$$

7) Опір горизонтального заземлювача $R_{\text{г}}$ (Ом), прокладеного на глибині $h = 0,5$ м від поверхні землі:

$$R_{\text{г}} = \frac{r_{\text{о.р.к.}}}{2 \cdot 3,14 \cdot L} \ln \frac{2 \cdot L}{b \cdot h} = \frac{330}{2 \cdot 3,14 \cdot 57,6} \ln \frac{2 \cdot 57,6}{0,04 \cdot 0,5} = 7,3 \quad (4.22)$$

де $b = 0,04$ м — ширина штабової сталі, з якої виготовлений заземлювач.

8) Обчислюємо загальний опір:

$$R_{\text{к}} = \frac{R_{\text{в}} \cdot R_{\text{о}}}{n \cdot R_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{в}} + R_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{д}}} = \frac{133,3 \cdot 7,3}{24 \cdot 7,3 \cdot 0,56 + 133,3 \cdot 0,27} = 7,5 \text{ (Ом)}. \quad (4.23)$$

Розраховане значення є менше 10 Ом, тобто виконується нормуюча умова $R_{\text{з}} < R_{\text{з.норм}}$ (див. вище).

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Велика увага приділяється дотриманню обслуговуючим персоналом правил роботи в приміщенні, яке призначене для експлуатації системи. У приміщенні не повинно бути сторонніх людей. Працівники повинні використовувати спец-одяг. Безпека роботи обслуговуючого персоналу в приміщенні забезпечується:

- наявністю нормальних проходів між обладнанням;
- використанням спеціальних технічних меблів;
- використанням електрозахисних засобів (діелектричних килимків, гумових рукавиць);
- наявністю аварійного освітлення ($E=2$ лк);
- обладнанням атки розеток з напругою 220 В;
- заземленням корпусів обладнання і апаратури освітлювальних пристроїв.

Одне з основних місць в охороні праці займає пожежна безпека.

Першочергове завдання пожежної профілактики — це запобігання пожеж. Під пожежною профілактикою розуміють комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки людей, на запобігання пожеж, обмеження їх розповсюдження, а також на створення умов для успішного гасіння пожеж. Пожежно-профілактичні заходи розробляються та виконуються разом, в тісному взаємозв'язку з усіма проектними, будівельними та експлуатаційними роботами.

Приміщення чергування технічного персоналу забезпечується проти-пожежним інвентарем (вуглекислотними вогнегасниками типу ВВ-2). Проходи між рядами і вихід не повинні загроможуватись. У випадку виникнення пожежі перш за все потрібно виключити джерело живлення, сповістити про пожежу в пожежну частину. Евакуювати сторонніх людей, які могли опинитися в небезпечній зоні і лише після цього приступити до гасіння пожежі і рятування цінного обладнання.

Один вуглекислотний вогнегасник ВВ-2 розрахований на 40—50 м² приміщення. Для ліквідації невеликих пожеж можна використовувати деякі порошкові

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

матеріали (хлориди лужних металів, соду, пісок і т. д.), що подаються в зону горіння порошковими вогнегасниками.

Будівля, в якій знаходиться наше приміщення обов'язково має резервний вихід на випадок екстреної евакуації працівників і неможливості використання основного виходу.

За вибухопожежною і пожежною небезпекою приміщення і будівлі згідно ОНТП-24-86 і СНТП 2.09, СНТП 02-85 діляться на категорії А, Б, В, Г, Д.

Для нашого приміщення чергування персоналу ЛАЦ встановлена категорія пожежної безпеки Д (СНП 2.09.02-85) при ступені вогнестійкості (СНП Н-90-81), що означає наявність у приміщенні негорючих речовин та матеріалів у холодному стажі.

Для швидкого сповіщення пожежної сخорони при виникненні пожежі приміщенні використовується електрична пожежна сигналізація. Система електричної пожежної сигналізації виявляє пожежу на початковій стадії і сповіщає про місце її виникнення, а також автоматично включає стаціонарні установки гасіння пожеж.

Автоматичні сповіщувачі при ознаках пожежі здійснюють посилення сигналу. Сповіщувачі типу АТИП-1, АТИП-3 і АТИП ЗМ спрацьовують внаслідок теплової деформації (при 80—100 °С) біметалічних пластинок і мають розраховану площу обслуговування в приміщеннях до 15 м². Комбіновані теплові і димові сповіщувачі типу КИ-1 мають чутливий елемент у вигляді іонізуючої камери (реагування на дим) і терморезистори (реагування на тепло). Температура спрацювання цих сповіщувачів 50—80°С, площа обслуговування 100 м².

Передбачені нами заходи з охорони праці в першу чергу призначені для уникнення нещасних випадків, що можуть виникнути на підприємстві.

В іншому передбачені заходи з охорони праці відповідають вимогам нормативних документів і актів та забезпечують нормальну, ефективну і безпечну для здоров'я людини виробничу діяльність.

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті розглянуто розв'язок задачі розробки алгоритмів ідентифікації та розпізнавання номерних знаків автомобілів, які можуть бути використані для систем відеоспостереження для інспектування руху автотранспорту у системі технічного зору.

На основі розглянутих у першому розділі дипломного проекту основних методів розпізнавання образів, які використовуються для класифікації об'єктів, представлено формалізовану постановку задачі класифікації.

На основі аналізу основних методів оптичного розпізнавання текстової інформації, слід зазначити, що сучасні методи для рішення задачі якісного розпізнавання образів не враховують в достатній мері проблеми фіксації та розпізнавання текстових зображень і прийняття відповідних рішень. На основі аналізу переваг та недоліків відомих методів розпізнавання алфавітно-цифрової інформації вибрано апарат штучних нейронних мереж, який дозволяє гнучко адаптуватись до різних видів шрифтів, що використано для розпізнавання символів номерних знаків автомобілів.

У дипломному проекті, запропоновано новий метод фільтрування зображень, який з допомогою аналізу величин контрасту у визначених ділянках різнофокусованих відеокадрів відеопотоку дозволяє отримати більш якісне зображення ніж кожне окреме.

Для алгоритм ідентифікації номерного знаку автомобіля розроблено новий алгоритм, який за допомогою порогової та параметричної сегментації дозволяє виділяти область номерного знаку на відеозображенні не залежно від її розміщення. Використання запропонованого алгоритму на відміну від існуючих OCR (optical character recognition) алгоритмів дозволяє виділяти область номерного знаку автомобіля на зображенні, у випадках коли його розміщення на зображенні відхиляється від горизонтального положення. Також розроблено алгоритм, що за допомогою аналізу гістограми, та порогово-параметричної

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сегментації дозволяє виділяти окремі символи на зображенні у формат, придатний для розпізнавання нейронною мережею.

У дипломному проекті розроблено архітектуру штучних нейронних мереж, яка дозволяє розпізнавати символи номерного знаку, що виділені із зображення автомобіля, отриманого відеокамерою.

У дипломному проекті представлено структурну схему роботи розробленої технічної системи, що дозволяє розпізнавати номерні знаки автомобілів на основі їх растрових відеозображень.

Проведені експериментальні дослідження розпізнавання номерних знаків показав, що середній рівень розпізнавання нейронної мережі з 7 прихованими нейронами, навченою методом зворотного поширення помилки з використанням моментів та адаптивного кроку навчання, становить 87%, а мінімальний – 84%. Хорошу точність продемонстровано також алгоритмами One step secant (середній рівень – 86%, мінімальний – 84%) і Scaled conjugate gradient (83%, 76%). Найстабільнішими є Scaled conjugate і Gradient descent backpropagation, кількість повторних стартів яких рівна відповідно 0 і 1. Resilient backpropagation виявився найшвидшим методом, так як середня кількість епох навчання рівна лише 50, але точність розпізнавання є низькою (71% і 68%).

На основі представлених алгоритмів розроблено програмний продукт у середовищі Matlab розпізнавання номерних знаків автомобіля, який в результаті впровадження чи компіляції може бути інтегрований для систем технічного зору при виконанні відеоспостереження за рухом автомобілів

Розроблений програмний продукт прийнято до впровадження у науково-дослідному інституті інтелектуальних комп'ютерних систем Тернопільського національного економічного університету, що підтверджується довідкою (додаток Ж).

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тестирование систем распознавания автомобильных номеров
<http://www.procctv.ru/>
2. Kamat V. and Ganesan S. An Efficient Implementation of the Hough Transform for Detecting Vehicle License Plates Using DSP'S. Cellular Neural Networks and Their Applications // Proceedings of the IEEE 31st Annual 1997 International Carnahan Conference. – 1997. – P. 209-218.
3. Nijhuis J., Brugge M., Helmholt K. License Plate Recognition Using DTCNNs // Security Technology. – 1997. – P. 212-217.
4. Cui Y., Huang Q. Automatic license extraction from moving vehicles // In the International Conference on Image Processing. – Vol. 3. – 1997. – P. 115-165.
5. Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. / Пер. с англ. И.В. Соловьева и Г.Н. Поварова; Под ред. Г.Н. Поварова. – 2-е издание. – М.: Наука; Главная редакция изданий для зарубежных стран, 1983. – 344 с.
6. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера. – 2005. – 1072 с.
7. Патрик Э.А. Основы теории распознавания образов. М.: "Советское радио", 1980. - 864 с.
8. Фукунага К. Введение в статистическую теорию распознавания образов. М.: Наука, 1979. - 368 с.
9. Колерс П., Мюррей Д., Распознавание образов. М.: Мир, 1970. - 288 с.
10. Местецкий Л.М. Непрерывная морфология бинарных изображений: фигуры, скелеты, циркуляры // Москва, Физматлит. - 2009. - 288 с.
11. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен. – М.: Мир, 1976. - 507 с.
12. [http://eos.com.ua/eos/reshenija/orc.htm#Как работает система оптического распознавания.](http://eos.com.ua/eos/reshenija/orc.htm#Как%20работает%20система%20оптического%20распознавания.)

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. <http://www.cedar.buffalo.edu/Publications/TechReps/OCR/ocr.html#OCR>
14. <http://www.rossi-potok.ru/page.php?id=3>
15. <http://www.siams.com/index.html>
16. <http://mpixel.ru/cf.htm>
17. <http://www.iss.ru/products/auto/>
18. <http://intteks.com.ua/transport.html>
19. <http://it.rms.com.ua/contacts>
20. <http://elvees.ru/?id=?id=493>
21. Kroese B. An Introduction to Neural Networks // Amsterdam. - University of Amsterdam. – 1996. - 120 p.
22. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. Кн. 1,2. - М.: Мир, 1982. – 788с.
23. Ярославский Л.П. Введение в цифровую обработку изображений. - М.: Мир, 1992. – 344 с.
24. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход. – М.: Издательский дом «Вильямс». –2004. – 928 с.
25. <http://www.cs.nyu.edu/~roweis/data.html>
26. Головки В. Нейроинтеллект: теория и применение. Книга 2. – БПИ, Брест. – 1999. – 227 с.
27. LeCun Y., Denker J., Solla S., Howard R. Optimal Brain Damage, Advances in Neural Information Processing Systems. - Morgan Kaufman, Denver. - 1990. – P. 47-61.
28. Chapman S.J. MATLAB programming for engineers, 2nd edition. – Brooks/Code Publishing Company. – 2002. – 444 p.
29. Moller, M. F., A scaled conjugate gradient algorithm for fast supervised learning // Neural Networks, Vol. 6. - 1993. – P. 525-533.
30. <http://radio.feld.cvut.cz/matlab/toolbox/nnet/backpr54.html>

					ДП.КСМ.07387/08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		