Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)
кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Метод розпізнавання об’єкта на базі відео реєстратора

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи РРм-61
спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Ликавський Б.А. (прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) Дунець В.Л. (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль (підпис) Хвостівська Л.В. (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри (підпис) Дунець В.Л. (прізвище та ініціали)

Рецензент (підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2020

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Дунець В.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)
«__» _____ 2020 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Ликавський Богдан Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Метод розпізнавання об'єкта на базі відео реєстратора

Керівник роботи Дунець Василь Любомирович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» листопада 2020 року № 4/7-870

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи Об'єкт дослідження: відеодані, що застосовуються для розпізнавання об'єктів; Предмет дослідження: методи і алгоритми розпізнавання об'єктів на відеоданих з метою поліпшення систем їх відео фіксації і контролю

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітична частина
2. Основна частина
3. Науково-дослідна частина
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та	Зелінський І.М., доц. каф. ПВ		
безпека в надзвичайних	Клепчик В.М., стар. викл. каф. ОХ		
ситуаціях			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання		
2	Аналіз завдання		
3	Виконання розділу 1		
4	Виконання розділу 2		
5	Виконання розділу 3		
6	Виконання розділу 4		
7	Оформлення пояснювальної записки		
8	Оформлення графічного та презентаційного матеріалу		
9	Перевірка роботи на антиплагіат		
10	Попередній захист		
11	Захист		

Студент _____ *Ликавський Б.А.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ *Дунець В.Л.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Метод розпізнавання об’єкта на базі відео реєстратора» // Кваліфікаційна робота // Ликавський Богдан Андрійович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РРм-61 // Тернопіль, 2020 // с. – 57, рис. – 33, табл. – 4, додат. – 1, бібліогр. – 36.

Ключові слова:

ЙМОВІРНІСТЬ, ВИЯВЛЕННЯ, РОЗПІЗНАВАННЯ Б'ЄКТІВ, БІНАРИЗАЦІЯ, АЛГОРИТМ ВИЯВЛЕННЯ, ШУМ.

В кваліфікаційній роботі проведено зіставлення алгоритмів детектування об'єктів і розпізнавання на підставі їх ознак текстових символів автомобільного номера.

ANNOTATION

Theme of qualification work: " Method of object recognition based on video recorder " // Qualification work // Lykavsky Bohdan Andriyovych // Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyuy, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, group PPM-61 // Ternopil, 2020 // with. - 80, fig. - 33, table. - 4, appendix. - 1, bibliogr. - 60.

Keywords: PROBABILITY, DETECTION, OBJECT RECOGNITION, BINARIZATION, DETECTION ALGORITHM, NOISE.

In the qualification work the comparison of algorithms of detection of objects and recognition on the basis of their signs of text symbols of car number is carried out.

ЗМІСТ

ВСТУП 7
РОЗДІ 1. ОСНОВНА ЧАСТИНА 10
1.1 Розпізнавання об'єктів за допомогою нейронних мереж 10
1.2 Методи порівняння за зразком на основі кореляції 13
1.3 Розпізнавання об'єктів на основі обчислення їх ознак 17
1.4 Висновки до розділу 1 20
РОЗДІЛ 2. ОСНОВНА ЧАСТИНА 21
2.1. Методи побудови системи розпізнавання об'єктів 21
2.2. Попередня обробка перед розпізнаванням 25
2.3. Детектування об'єктів 26
2.4. Висновки до розділу 2 30
РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА 31
3.1. Дослідження методів на прикладі номерного знаку 31
3.2. Обробка знімка розташування номерного знака 31
3.3. Розпізнавання символів 37
3.4 Розпізнавання об'єктів за ознаками 39
3.5 Вплив шуму на виявлення символів 44
3.6. Висновки до розділу 3 46
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 48
4.1. Охорона праці 48
4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях 50
4.3. Висновки до розділу 4 53
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 54
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 56

ВСТУП

Актуальність роботи. У сучасному суспільстві широкого поширення набули системи відео фіксації, що дозволяють розпізнавати об'єкти. В значній більшості інтелектуальних систем відео моніторингу та визначення предметів через їх зображення приймаються на розгляд такі об'єкти, як людські особи, друковані видання, державні реєстраційні номери. При цьому обставини прийняття зображення досить суворі, так як існує ліміт на освітленість, фон, місце розташування щодо об'єктива та інше. Це все істотного полегшує спільну роботу людини з ЕОМ, породжує передумови для використання всіляких систем штучного походження розуму.

Першочерговою метою при розробці методу та програмного забезпечення автоматизованого проектування системи відеоспостереження вважається призначення розпізнавання об'єкта, зображення якого передається через камеру. Оскільки зображення всякого об'єкта знаходиться в залежності від безлічі моментів його спрямованості по відношенню до відеокамери, підсвічуванні, характеристик реєстратора, статичних і динамічних характеристик предмета, то знімок досить непросто оформити та подати в образі конкретної математичної моделі. Тому, способи здійснення комп'ютерного представлення значимо знаходяться в залежності від розв'язуваних цілей і зрідка поступаються генералізації. У підсумку, основна маса цих методів вважається нелінійної. Власне, це і впливає на потребу накопичення розрахунку потужності ЕОМ і утруднення алгоритмів роботи, придбаної по технічних каналах одержуваного зображення.

Доповненням до технологічними показниками, які спотворюють якість цифрового зображення, вважається ряд зовнішніх моментів, а це: освітлення навколишнього сцени, переміщення об'єктів в її межах і т.д. У слідстві, щоб вийшла найкраща точність розпізнавання символів, які є, наприклад, на державному реєстраційному номері, потрібен розвиток методів, які дозволяють вирішити мети детектування і визначення в перебуванні шумів, при невисокій

різкості і контрастності зображення, невірному балансі перешкод, які враховуються в рамках області цифрової обробки зображень (ЦОИ).

Існують успішні просування при вибудовуванні відео фіксації і комплексі виявлення будь-якого роду об'єктів. Втім, є невиконані виникають проблеми з переміщенням до найбільшого вирішенню вступної в відеоряді через використання закріплених характеристик обсягу і позиціонування суб'єкта в знімку. Є певний тип цілей, де особливу значимість набуває полегшення критеріїв функціонування комплексу визначення об'єктів, наприклад, це державний реєстраційний номер автомобіля, і, відповідно, в такий комплекс входитимуть стеження і регулювання переміщення автотранспорту.

Аналіз прогресивних науково-технічних джерел демонструє, власне те, що деякими з багатообіцяючих способів детектування словесних знаків на оцифрованному знімку вважаються способи, які базуються на:

- виявленні головних індивідуальностей або ж особливих точок на оцифрованному знімку;
- розрахунку описів зони зацікавленості;
- поєднанні в застосуванні пари позначених способів.

В даний час існує безліч завдань, в яких потрібно прийняти деяке рішення в залежності від присутності на зображенні об'єкта або класифікувати його. Це пов'язано з масовим впровадженням інформаційних технологій в різні сфери людського життя. Зазвичай вони представляють собою набір взаємозалежних функціональних систем, таких як системи збору інформації з детекторів транспорту і телекамер. Внаслідок різноманіття зовнішніх умов, в яких доводиться працювати зазначених систем, методики, використовувані при їх створенні, можуть відрізнятися одне від одного. Однак більшість існуючих на сьогоднішній день систем має в своєму складі два основні блоки: отримання зображення (відеокамера) і системи його подальшого аналізу.

При цьому під аналізом зображень в таких системах найчастіше розуміють розпізнавання об'єктів, представлених на цих зображеннях. Для вирішення задачі розпізнавання об'єктів розроблено безліч різних методів, в зв'язку з чим потрібне проведення дослідження з оцінки їх застосовності і характеристик виявлення.

Для вирішення поставленої мети визначення предметів, важливим фактором є пошук алгоритмів, які не тільки визначають дані про особливості будь-якої певної області, а також дозволяють розпізнавати будь-який символ при присутності впливу шуму на зображення.

Надана робота приурочена до вивчення візуального визначення об'єктів та здійснення придбаних методів в якості програмного додатки, які функціонують в експлуатаційному режимі теперішнього моменту часу.

Основною метою роботи є дослідження алгоритмів розпізнавання об'єктів для вирішення завдання автоматичного державного реєстраційного номера автомобіля.

Об'єктом дослідження є відеодані, що застосовуються для розпізнавання об'єктів.

Предметом дослідження є методи і алгоритми розпізнавання об'єктів на відеоданих з метою поліпшення систем їх відео фіксації і контролю.

Завдання дипломної роботи:

- Провести огляд існуючих методів розпізнавання;

- реалізувати метод детектування об'єктів і розпізнавання об'єктів з використанням особливих ознак;

- розробити алгоритми і програмну реалізую обраних методів;

- провести експериментальні дослідження, на основі порівняння методів детектування об'єктів, розпізнавання об'єктів з використанням особливих ознак.

РОЗДІЛ 1
АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Розпізнавання об'єктів за допомогою нейронних мереж

Нейронні мережі штучного походження мають уявлення математичної моделі, яка працює за рахунок функціонування біологічних нейронних мереж - це мережі нервових клітин живого організму. Так само, як і в біологічній нейронної мережі, головною складовою штучного походження нейронної мережі вважається нейрон. Об'єднані нейрони, формують, так би мовити, пласти, їх чисельність має можливість різнитися залежно від складності нейронної мережі, а також і завдань, які вона вирішує. Абстрактні грунту програмування подібних нейронних мереж мають опис у множинних роботах.

Однією з сучасних завдань вважається визначення зорових образів. Комп'ютер, який має можливість розпізнавати знаки на номерних знаках, людські обличчя, а також печатки та рукописи, значимо спрощує роботу людини і в рази спрощує процес роботи. В результаті, знижується небезпека прорахунку за рахунок відсутності людського коефіцієнта.

Нейромережеві методи - це методи, які ґрунтуються на тому, що використовуються всілякими різновидами нейронних мереж. Нейронні мережі [1, 2, 3] вже здавна і досить ефективно застосовуються для вирішення задачі розпізнавання. Головний задум, існуючий в базисі нейронних мереж - це черговість трансформації сигналу, яка взаємодіє з паралельно з працездатними компонентами, і, незважаючи на значні розбіжності, окремі види нейронних мереж вони мають у своєму розпорядженні деякими загальними рисами. В основі кожної нейронної мережі розташовуються, в деякій мірі прості, і в більшій частині однотипні елементи, так би мовити осередки, які копіюють дія нейронів мозку.

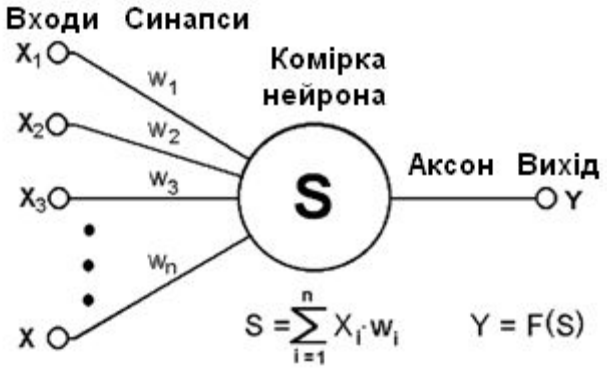


Рисунок 1.1 - Будова формального нейрона

Нейрони характеризуються своїм станом та подібні з нервовими клітинами головного мозку. Сукупний вид нейрона наведено на рисунку 1.1.

Стан нейрона здійснюється за формулою зваженої суми його входів:

$$s = \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot w_i \tag{1.1}$$

$$y = f(s) \tag{1.2}$$

Нелінійна функція f називається задіяної і приймає різноплановий вид. З усіх широко поширених відомою є нелінійна функція - функція з насиченням, її ще можна назвати логічною функцією, функцією сигмоид - функція S-подібного виду.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha x}} \tag{1.3}$$

Іншою особливістю властивої нейронних мереж це в загальному значені паралельної обробки сигналів, такого роду принцип досягається шляхом асоціації нейронів в шари і стикування конкретним способом нейронів різних рівнів, а при деяких комплектаціях і нейронів в загальному шарі між ними, причому, в такому випадку, процесінг спільної роботи всіх нейронів

здійснюється пошарово. На рисунку 1.2 вказана структура одношарової нейронної мережі.

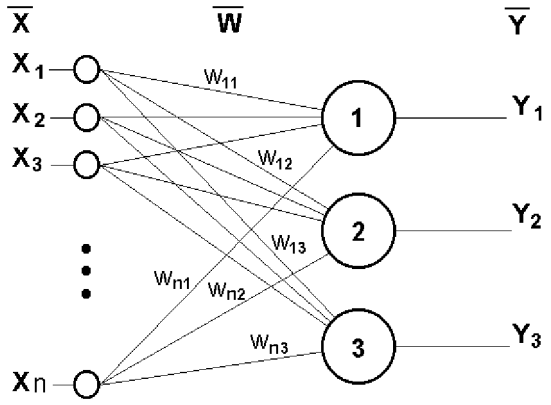


Рисунок 1.2 - Структура зв'язків одношарової нейронної мережі

У застосуванні нейронних мереж є перевага і недолік. У першому випадку для розпізнавання людського обличчя - здатність прийняття класифікатора, який відмінно створює скрутну функцію розкладу зображень людських облич p (x | face). Другий випадок - недолік - потреба при ретельній конфігурації нейромережі, надалі влаштовується підсумку класифікації. Основні переваги, якими володіють нейронні мережі наступні.

Нейромережі розташовують таким собі відмінністю - мінералізуючий майстерністю, це говорить про те, що досвід, який в ході навчання виходить на крайовому комплекті зображень, також нейромережа має можливість досить результативно використовувати на все велика кількість зображень. Крім інтерполяційних мінералізуючий потенціалів, нейронні мережі, наприклад, це багатошарові персептрони, які з позитивним результатом екстраполюють - використовують якийсь стаж на ефективні образи, на відміну від тих, які з'являлися в узагальнюючої вибірці. Існує цілий ряд зразків, під час якого нейронні мережі демонстрували свої якості краще статистичних методів. До того ж, в показаннях відсутні аналоги деяких нейромережевих методів, наприклад, це машина Больцмана, яка потрібна для розпізнавання образів.

Незважаючи на переваги нейронних мереж, є факт, що при їх використанні в плані зображень потрібні особливі старання. Що в першу чергу говорить про

складний характер зображень, зокрема тривимірних об'єктів реального світу, а це особи людей.

Існує орієнтовно десяток ключових видів нейронних мереж, також їх основи продуктивності структур, зроблених на базі автоасоціативною пам'яті (АП). Це сформуровується на відповідної реакції до якогось входить статистичному показнику даних, їх можна назвати «ключем», а також забезпечити до висновку що зберігається в мережі близько розташовану до вступної за величиною статистичне вираз такого ж розміру [4, 5]. Коли відбувається такий момент як впізнання по знімку, то зачіпкою є зображення людської подоби [4, 6, 7, 8, 9, 10].

Процес працездатності нейронних мереж заснований на базисі автоасоціативною пам'яті полягає в деякій послідовності:

1) Зображення оцифровується і кодується у вигляді вектора:

2) Всі координати вектора розміщуються у власній осередку, які з'єднуються з іншими осередками;

3) Вектори переробляються нейронною мережею, і на її виході утворюється близько розташоване до вступного збереженому в АП фотознімку.

Лінійна авто асоціативна пам'ять є одним шаром нейронної мережі, а всякий нейрон такого шару порівнюється з деяким елементом, який походить від декомпозиції зображення особи вектора, по аналогії можна порівняти з методом «власних осіб». З цього випливає що при параметрах зображення ТХП пікселів, шари такої мережі матимуть ТХП нейронів. Крім цього, нейрони мають якийсь зв'язок з іншими нейронами, а лінійна АП конструктурізуєтся на розрахунку ТХП ваг з'єднань нейронної мережі. Це обумовлюється на рівні навчання, при ньому зображення, які представляються АП, залишаються в її пам'яті.

1.2 Методи порівняння за зразком на основі кореляції

Варіантом методу порівняння з еталоном представляється кореляційний метод, який базується на обчисленні взаємної кореляції між еталоном і, власне, зображенням. Взаємна нормована кореляція обчислюється за формулою:

$$p(A,B) = corr(A,B) = \frac{\sum_i \sum_j (A_{i,j} - m_A) \cdot (B_{i,j} - m_B)}{\sqrt{\sum_i \sum_j (A_{i,j} - m_A)^2 \cdot \sum_i \sum_j (B_{i,j} - m_B)^2}} \quad (1.4)$$

де m_A , m_B - середні значення елементів матриць A і B.

Кореляція - статистичний взаємозв'язок двох або ж декількох величин, або ж величин, які можна з деякою допустимої ступенем точності вважати такими. При цьому, перетворення однієї або декількох цих величин доводять до систематичного перетворення інших величин. Математичної мірою кореляція двох або кількох випадкових величин служить коефіцієнт кореляції, він має зміна в межах від -1 до +1:

$$r_{XY} = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2} \sqrt{\sum (Y - \bar{Y})^2}} \quad (1.5)$$

де $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n} X_t, \bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n} Y_t$ - середнє число вибірок.

Кореляційний метод розпізнавання - метод для розпізнавання об'єктів. У слідстві такого методу, для кожної групи об'єктів для розпізнавання в декартовім просторі ознак призначається якась еталонна область, і тоді об'єкт співвідноситься до тієї групи, яка порівнянна близько розташованої еталонної області. Все це будується на допустимих перетвореннях однієї або ж кількох еталонних векторах груп.

Кореляційний метод розпізнавання носить свою назву через його поширеного окремого випадку, коли перегляд близько розташованого еталонного ділянки еквівалентний ототожнення з усіх класів того, для якого буде досягатися досконалий межа скалярного добутку вектора ознак розпізнається об'єкта, також нормованого еталонного вектора, який спирається на параметри допускаються перетворень.

Кореляційний метод розпізнавання може використовуватися, наприклад, для розпізнавання державного реєстраційного номера автомобіля.

Атрибутами є розрахунки клітин двовимірного растра, на якій розташовується розпізнається номер. Еталони - це, так би мовити, стандартні зображення кожного з символів алфавіту на сітківці, тобто растра, опція дозволених перетворень визначає всілякі зміщення еталона по сітківці.

Кореляційний метод розпізнавання ще вважається такою опцією кусково-лінійних методів розпізнавання образів, це означає, що на заміну прямолінійного переліку еталонів кожного стану вноситься їх параметричну несамостійність, що має образ еталонної площі. Перевагою кореляційного методу є інваріантність до поставлених дозволеним трансформацій зображень, і інваріантність до змін вектора.

Вищеописаний метод розпізнавання можна показати, як статистичний алгоритм розпізнавання, це в тому випадку, якщо впровадити якісь припущення про статистичні характеристики розпізнаваних об'єктів. Алгоритм можна розглядати як оптимальний, в ньому можуть сформуровується гранично допустимі достовірності для всіх трансформацій зображень кожного класу.

У методі порівняння за зразком операція ідентифікації ділиться за стадіями, що сполучають, наприклад, розбір окремих характеристик об'єкта. Всі знімки, що входять в початок системи розпізнавання, які є передніми зображеннями, наприклад, людське обличчя, з зазначеним для окремої основи відомостей числом масок, які уособлюють головні до опізнання зони особи. Крім цього, розташування масок зобов'язані перебувати порівну на всіх знімках в підставі відомостей. Коли відбувається розпізнавання, деталі надходить знімка в порядку черги зіставляються з частинами знімка, який знаходиться в зоні, також відбувається розрахунок оцінки, яка виконує функцію відображення результату зіставлення в оцінках, наприклад, одна відмітка за суміщені риси обличчя, це все відбувається на базі нормалізованою обопільною кореляції.

Слідом надходить знімок систематизується згідно з гранично допустимими накопиченими відмітками. У такого методу є і види, зокрема, з Перетворюється під час зіставлення стандартів.

Все вище описане - нескладний екстенсіональності метод розпізнавання. Цей метод використовується в справі, при якому розпізнаються групи проявляються в місці щільними топологічними загонами. Тоді, у вигляді бала - прообразу відбирається осередок топологічного загону групи, або об'єкт, розташований поруч з центром.

Для систематизації невпізнаного об'єкта розшукується поруч, розташований з ним прообраз, тоді цей об'єкт буде посилатися до тієї ж групи, що з цей прообраз, а це говорить про те, що жоден із загальних образів класів в методі не утворюється.

У вигляді запобіжного наближеності можуть використовуватися різнотипні види дистанцій, в основному застосовується відстань Хеммінга, воно однаково квадрату евклідова відстані. У цій дійсності потрібно наголосити на тому що, показується з'єднання прообразно і прізнакових представницьких даних про будову інформації. Застосовуючи наданий перегляд, можливо навіть дуже споконвічний мірний масштаб, яка і є лінійна особливість від величин роздвоєних ознак, враховувати, як теоретичний прообраз. У відповідь на це, якщо тест мірного будови розпізнаються груп дозволяє виконати висновок щодо їхньої теоретичної малогабаритності, тоді все групи досить-таки змінити певним прообразом, насправді рівносильним розпізнаваності об'єкта.

Насправді, звичайно ж, обстановка нерідко доводиться відрізняється від охарактеризованого зразка. У вченого, який цілеспрямовано збирається використовуватися метод розпізнавання, що спирається з зіставленням прообразів, виникають проблеми: підбір заходи наближеності, тобто метрики, тому що може статися так, що від нього значно зміниться просторова комплектація дистрибуції об'єктів; автономної завданням полягає тестування багатогранних будівель досліджуваних відомостей. Все це, так би мовити, є вкрай складною проблемою в контексті найвищих значеннях простору фактів, що відносяться до дійсних завдань.

1.3 Розпізнавання об'єктів на основі обчислення їх ознак

Виходячи з вищеописаного класичного кореляційного методу, який порівнює вихідне зображення з еталоном, з вище викладеного випливає, що він трудомісткий і не настільки точний. Тому наявні варіації кореляційних методів орієнтовані на зменшення простору ознак розпізнавання за рахунок застосування різного роду заходів аналогії, в яких головним завданням буде вибір придатної оцінки подібності зображення з еталоном [28].

Виділення ознак дає можливість полегшити задачу розпізнавання об'єктів [29]. Кожен об'єкт можна описати комплектом деяких ознак. Їх кількість покладається на складність об'єкта. Конкретність підбору ознак буде позначатися на результативності розпізнавання об'єкта, який видається цим комплектом [31]. При виборі найбільш змістовних ознак слід мати на увазі не тільки властивості об'єктів, а й особливість роздільної здатності первинних просвітників сигналу зображення [29].

При обробці переважними є такі ознаки розпізнаваних об'єктів: - площа і периметр зображення об'єктів;

- розміри вписаних найпростіших геометричних фігур, а це кола, прямокутники, трикутники і т.д .;

- число і взаємне розташування кутів.

Головною рисою більшої частини геометричних ознак є інваріантність щодо розвороту зображення об'єкта, а способом нормування геометричних ознак один одного з'являється інваріантність щодо масштабу зображення об'єкта.

У методі розпізнавання об'єктів на основі їх ознак також застосовуються еталони об'єктів, але в якості елементів порівняння застосовуються ознаки об'єкта й еталона, це дає можливість зменшити обсяг еталонних даних і час обробки. Варто зауважити, що на практиці виділення ознак об'єктів здійснюється в якійсь похибкою, а це значить, що слід виявляти і враховувати особливість і ступінь можливого розсіювання оцінок застосовуються ознак для кожного з об'єктів, іншими словами, застосувати гістограми розподілу значень ознак.

При великому числі ймовірності версій об'єктів пропонується багатоступінчастий, тобто ієрархічний алгоритм, при цьому з кожним кроком розпізнавання застосовується будь-якої з ознак об'єкта (площа, периметр, розташування кутів, радіуси кіл). Вхідними даними для алгоритму є характеристики об'єкта - набір ознак, які виділені з тестованого зображення, і модель класу об'єктів, в результаті, класифікатор приймає рішення про належність об'єкта до класу. На малюнку 1.3 зображена схема пошуку об'єктів.

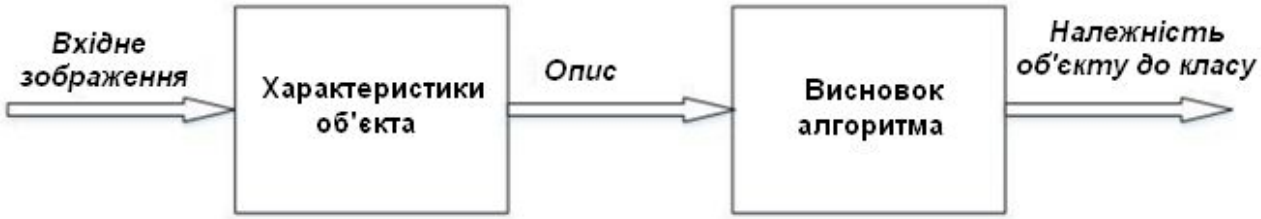


Рисунок 1.3 - Схема пошуку об'єктів, заснована на вилученні характерних їх ознак

На нижніх рівнях алгоритму застосовуються ознаки, які не потребують великих обчислювальних витратах, наприклад, площі і периметри об'єктів, а більш змістовні (момент інерції), вони використовуються на верхньому рівні, де число варіантів сходиться до мінімуму [29].

При розрахунку ряду морфометричних ознак застосовуються механіки твердого тіла. Наприклад, це належить довжинах всій інерції об'єкта. Орієнтації в тілі, які відповідають полуосям еліпсоїда інерції, називають головними осями інерції. Для упіймання головних таких осей, розташованих в площині об'єкта, в функції «regionprops» застосовуються подальші співвідношення [34, 35, 36].

Нехай N - це кількість пікселів, що належать об'єкту. Все велику кількість пікселів $p(x, y)$, які також належать об'єкту, буде позначатися Q. Тоді координати ваги об'єкту будуть обчислюватися за формулами (1.6) і (1.7).

$$x_c = \frac{1}{N} \sum_{p(x,y)\in\Omega} x, \qquad (1.6)$$

$$y_c = \frac{1}{N} \sum_{p(x,y)\in\Omega} y. \tag{1.7}$$

$$U_x = \frac{1}{12} + \frac{1}{N} \sum_{p(x,y)\in\Omega} (x - x_c)^2; \tag{1.8}$$

$$U_y = \frac{1}{12} + \frac{1}{N} \sum_{p(x,y)\in\Omega} (y - y_c)^2; \tag{1.9}$$

$$C = \sqrt{(U_x - U_y)^2 + 4 \cdot U_{xy}{}^2}. \tag{1.10}$$

Довжини першорядних осей інерції застосовуються для розрахунку ексцентриситету і орієнтації розпізнається об'єкта. Він формується співвідношенням:

Тоді довжини $A_{\max}$ = і $A_{\min}$ осей інерції розраховуються як:

$$A_{\max} = 2\sqrt{2} \cdot \sqrt{U_x + U_y + C}; \tag{1.11}$$

$$A_{\min} = 2\sqrt{2} \cdot \sqrt{U_x + U_y - C}. \tag{1.12}$$

Розраховуються кілька додаткових величин:

$$E = \frac{2 \cdot \sqrt{(0.5 \cdot A_{\max})^2 - (0.5 \cdot A_{\min})^2}}{A_{\max}}. \tag{1.13}$$

Орієнтація об'єкта формується як кут в градусах між максимальною вісю інерції і вісю *X*. Якщо $U_y > U_x$, то орієнтація Про розраховується за формулою:

$$O = \frac{180}{\pi} \cdot arctg\left(\frac{U_y - U_x + C}{2 \cdot U_{xy}}\right), \tag{1.14}$$

в іншому випадку Про буде розраховуватися за формулою:

$$O = \frac{180}{\pi} \cdot arctg\left(\frac{2 \cdot U_{xy}}{U_x - U_y + C} \right). \quad (1.15)$$

Нехай, «Area» - це площа об'єкта, тобто кількість пікселів, а «FilledArea» - повна площа об'єкта, це кількість пікселів об'єкта і площа отворів в ньому. «Extent» - коефіцієнт заповнення. «Solidity» - коефіцієнт опуклості. Всі ці ознаки вважаються за такими формулами:

$$Extent = \frac{Area}{FilledArea}, \quad (1.16)$$

$$Solidity = \frac{Area}{ConvexArea}, \quad (1.17)$$

де *Convex* - опукла площа.

1.4. Висновки до розділу 1

У розділі описано методи розпізнавання об'єктів, зокрема, кореляційний метод, метод нейронної мережі, екстенсіональності метод розпізнавання.

РОЗДІЛ 2
ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Методи побудови системи розпізнавання об'єктів

До розпізнаванню об'єктів відносяться завдання побудови і використання офіційних робіт над числовими або ж літерними демонстраціями об'єктів дійсного світу, їх наслідок відображає взаємозв'язок еквівалентності між суб'єктами. Взаємозв'язку еквівалентності виявляють якесь пристосування розглянутих об'єктів до різного виду класів, вони рецензуються як семантичні одиниці, які самостійні. Під час вибудовування алгоритмів розпізнавання, вище описані класи еквівалентності запитуватися власне науковим співробітником, що застосовує персональні плідні погляди або ж він вживає зовнішні крім цього ще й відомості про схожість, а також відмінності об'єктів в рамках поставленої мети. Надалі можна сказати про «розпізнаванні з викладачем», тобто коли комп'ютерна структура вирішує поставлене завдання систематизації поза додавання зовнішньої інформації, що дає знання, тоді це вже автоматична систематизація («розпізнавання без викладача»). Велика кількість алгоритмів розпізнавання об'єктів потребує додавання вкрай істотних обчислювальних місткості, вони можуть містити тільки вкрай високу продуктивність ЕОМ.

Дя розпізнавання образів є топологія методів:

- методи, що базуються на концепції поділу;
- методи, які вибудовуються на базисі «потенційних функцій»;
- методи, які розраховують оцінки, тобто голосування;
- статистичні методи.

Усередині базису вище описаної систематизації є різниця, яка знаходиться в формальних методах розпізнавання об'єктів, так що огляд евристичного підходу, що має повноцінну і розумну розробку в спеціалізованих системах, знижений. Такий підхід базується на складно оформлюваних знаннях, науковець

самостійно виявляє ті дані і способи, які структура повинна застосувати для того щоб домогтися потрібного ефекту розпізнавання.

Аналогічна топологія методів розпізнавання з рівнем подробиці може зустрічатися в багатьох дослідженнях, але не входить до уваги характеристика, яка відображає конкретику шляху погляди пізнання про предметну площі із застосуванням алгоритму розпізнавання об'єктів.

Виділяють два основних способи представлення знань:

- інтенсіиональність, (ознаками).

- екстенсіональність, (об'єкти, приклади).

Отже, розглянемо характеристики цих способів. У екстенціонального способу погляди знань взаємодіють із закріпленням спеціальних об'єктів, вони здійснюються при виконувані дії, їх компонентами виступають об'єкти як цілісні структури.

Між інтенсіональними і екстенсіональними поглядами знань, які знаходяться в базисі активності лівої півкулі і правого людського головного мозку. А так як до правої півкулі належить прообраз уявлення зовнішнього світу, тоді ліва півкуля виконує функцію маніпулювання правомірності, що відображають з'єднання ознак світу.

Така викладена пара міцних способів погляди пізнання дозволяє надати наведену нижче систематизацію методів для операції по розпізнаванню образів:

- інтенсіональні методи, базуються на роботі з зовнішніми атрибутами;

- екстенціональние, вони базуються на роботі з предметами.

Особливо слід акцентувати увагу на те, що буття вищеописаних груп методів розпізнавання поглиблено правомірно, тому що вони взаємодіють і з зовнішніми атрибутами, і з предметами. Якщо ці метод використовувати окремо один від одного, то результат не буде утворювати гідне осмислення тематики. Це означає, що системи розпізнавання в майбутньому, повинні гарантувати здійснення цих методів, а не одного з них.

В результаті всього цього, в базис систематизації методів розпізнавання, закладені міцні основи правомірності, що розташовуються в манері людського пізнання. Це висуває її в пільгову позицію по відношенню до інших

систематизації, вони на контексті всього цього здаються більш полегшеними і штучними.

Автоматизоване розпізнавання текстової інформації є актуальним завданням, що має відношення з широким класом практичних застосувань. Однією з таких задач є розпізнавання автомобільних номерів.

У наші дні існує велика кількість пристроїв для розпізнавання державного реєстраційного номера, ці апарати віддалені від бездоганності і кожен день вони видозмінюються. Але все ж, сумарне побудова і висновок наданої завдання зараз сформульовані.

Відеокамера - це предмет, який здійснює зйомку. Для розміщення відеокамери існують якісь умови. У відеокамери оптичне дозвіл орієнтується так, що пластина державного реєстраційного номера поміщається в кадрі по горизонталі. Розпізнавання камерою гранично дозволяє швидкості транспортного засобу, базується від огляду кута нахилу камери до дороги, цей кут повинен бути на 400, так щоб транспорт, який попереду на загороджував за ним їде автомобіль. Розмір номерного знака по вертикалі скорочується пропорційно величині косинуса кута нахилу камери, в наслідок, потрібне збільшення роздільної здатності, а це означається те, що відбудеться зменшення широти прицілу. На практиці трапляється так що номерні знаки закріплюються з нахилом до дороги, тоді через це розпізнати автономер вже стає складніше. Найбільш зручним розміщенням камери полягає горизонтальне - на рівні, на якому розміщується номерний знак, це використовується в системах, коли доступ обмежений. [11]

Наступний, не менш важливий параметр - мінімально допустима контрастність зображення державного реєстраційного номера автомобіля. Встановлюють додатковий модуль, який складається з інфрачервоного освітлення і відповідного фільтра [12]. Це означає, що підвищується контрастність номерний пластини по відношенню до зображення. Ґрунтується це на тому факторі, що номерний знак має спеціальну світловідображену поверхню, при якому відбивається світло буде поширюватися в протилежному напрямку поширення падаючого світла. У підсумку, камера буде приймати в загальному

випадку тільки інфрачервоне світло, а також відбите світло від держ. номера автомобіля. А це означає, що знімок вийде монохромним, без деталей, за винятком державного реєстраційного номера автомобіля.

Попередня обробка в результаті отримується зображення, має кілька етапів:

1) Коригування зображення - еквілізації, тобто вирівнювання умов передачі всіх частот в межах смуги пропускання. Лімітування екстремальних значень яскравості, модифікація гістограми розподілу яркостей.

2) Знищення ефекту розмиття зображення, яке виникає через те, що швидкість транспортного засобу виходить більше ніж швидкість реєстрації, тобто відшкодування зсуву.

3) Знищення надлишкових даних - задіяння інфрачервоної (ІК) підсвічування, бінаризація.

4) Вживання програмного виявлення руху для визначення місця розташування транспортного засобу на зображенні.

Основний недолік дворівневого розбиття фотознімку на окремі колірні регіони - це те що обирається поріг бінарізації не дає необхідної якості для всілякого типу зображення. Такі фактори, як підсвічування і колір автомобіля впливають на якість фотознімку. Застосування методів пристосовується дворівневого розбиття зображення на окремі колірні регіони дозволяє усунути проблему ефективно.

З методів для локалізації номерний пластини є метод виявлення кордонів фотознімку з застосуванням алгоритмів Кенні, Собеля, Робінсона і т.д. Алгоритм виявлення кордонів повинен виявляти горизонтальні і вертикальні краю, в результаті, зображення після етапу виділення країв має матиме певну кількість ліній в площі пластини державного реєстраційного номера, тому що ця пластина містить певні символи.

Для локалізації державного номерного знака вибудовується вікно, яке приблизно буде рівним до розміру пластини номерного знака на зображенні. Потім, це вікно застосовується для того, щоб зробити оцінку кількості обкантовок у всіх областях фотознімку, у яких є найбільша контрастність. Вікно

накладається на результуючий фотознімок більшою мірою контрастних зонах охоплення. Якщо ж, може вийти так, що кількість граней буде розташовуватися в заданому діапазоні, то це буде означати що дана область буде маркуватися як область, і можливо навіть може мати номерний знак, а кількість граней знаходиться експериментально. Підсумком роботи такого вікна буде список можливих областей, тобто кандидатів, в яких присутня пластина державного реєстраційного номера. Головний недолік цього - повільна обробка вибору кандидата, так як значення пікселів у відведеному вікні будуть багаторазово складатися. Також є ще один недолік такого підходу - це набір величезної кількості кандидатів в номерні знаки.

2.2. Попередня обробка перед розпізнаванням

Відомо, щоб отримати якесь зображення, використовується камера, яка повинна працювати в постійному режимі, або ж включатися, коли виникає в налаштованій області транспортного засобу [14, 15]. Зараз часто використовуються камери, які спрацьовують по особливим сигналом, що виходить від критичного пристрою, воно контролюється датчиком, що має індуктивну петлю. І тут є свої недоліки [14, 16]: не всякий раз виходить конкретно постановити локацію автомобіля, збільшується ціна цієї системи, а також, на які приймаються зображеннях державний реєстраційний номер може бути видно не повністю. Структура з однією камерою, безперервно працює, вигідніше і щільніше, але за своєю схемою вона скрутна, тому що з усього перебігу автотранспорту вона повинна виділяти тільки індивідуальні автомобілі, власне і їх номери [16].

В межах того, який спосіб застосовується для того щоб отримати зображення, головним атрибутом є різновид вживається відеокамери [14]. Обмеженість динамічного діапазону широко використовуваних камер вважається вагомим питанням в плані розробки робастних систем, тобто сукупності способів теорії управління, метою яких вважається забезпечення гарної якості управління [17], механічного розпізнавання державних

реєстраційних номерів, наприклад, Популярні кадри як правило розташовують значно важливішими межами конфігурації яскравості, ніж стабілізує камера [15, 16]. Є пара методів щоб вирішити таку проблему, а це: застосування відеокамери з удосконаленими параметрами, або розвинені кваліфікаційними алгоритмами тестування зображень: істотний приріст вартості системи, а це небажано і прийом зображень з динамічним діапазоном, який збільшений на відміну від камери [16]. Для того щоб не було розмиття зображення, яке виходить з-за того, що автомобіль швидко рухається, потрібне використання спеціальних методів обробки.

Коли зображення прийнято, йде його пересилання вузлу обробки і аналізу фотознімку, він містить пару етапів, а це детектування державного реєстраційного номера, сегментацію на номері символів і їх розпізнавання [14, 17].

2.3. Детектування об'єктів

В першу чергу, що саме по собі означає слово детектування - це виявлення, перетворення електричних коливань. Але в даній роботі розглядається розпізнавання об'єктів, тому мета детектування - позначити присутність об'єкта на зображенні, відшукати розташування об'єкта в системі відліку пікселів початкового знімка. Рішення такого завдання дає можливість розібрати добротну структуру сюжету, яка виявлена на знімку і прийняти дані про обопільне місце розміщення об'єктів.

Існують методи розв'язання задачі детектування об'єктів. Вони діляться на три групи:

1) Методи, які потрібні для того щоб охарактеризувати об'єкт, в ньому застосовуються ознаки, більшою мірою підходять для об'єктів. У вигляді цих ознак підбираються акуратні, або навіть можна сказати скрупульозні, риси об'єкта, також і ознаки, які споруджені для знімка, що має єдиний об'єкт.

2) Методи, для виявлення об'єктів, зіставні шаблоном, тобто характеристиці об'єктів.

3) Методи визначення руху об'єктів, тобто на базі якогось кількості зображень або відеокадрів однаковою сцени відбувається виділення об'єктів.

Отже, розглянемо методи для виявлення об'єктів пошуку за шаблоном. Детектування об'єктів на базисі якогось шаблону свідчить про те, що є знімок об'єкта з асигнованих зовнішніми атрибутами - шаблон, який відчувають знімок, порівнюваний з таким шаблоном, див. рис. 2.1.

Рисунок 2.1 Схема рішення задачі детектування об'єктів із використанням методів пошуку об'єктів за шаблоном

Наслідок цього порівнювання - міра подібності, враховується те, що, якщо такий захід, збільшена від якогось роду порога, тоді випробовуваний знімок буде знімком об'єкта. При елементарному подію у вигляді шаблону служить знімок об'єкта - масив вираженості кольоровості, більшою мірою типових до об'єкта. Набагато більш важкі методи рецензованої групи у вигляді шаблону застосовують комплекти векторів зовнішніх атрибутів, тобто дескрипторів, абстрактне погляд об'єкта або імовірнісні зразки об'єктів, що вміщають в себе відомості про роздачі насиченості пікселів [24].

Під час пошуку реалізується проходження, так би мовити, «біжить вікно», котрі володіють величиною шаблону, по знімку і зіставленням характеристики деталі первісного знімка, що вкривається вікном, і шаблону. Порівняння із шаблоном означає зіставлення характеристики випробуваного і шаблонного знімка на якійсь відібраної метриці [25], з регламентації слід, що відбирається Евклідова відстань, стандарт L1, збалансована згортка квадратических прорахунків або ж кореляція, тобто співвіднесення.

Наприклад, є шаблонна характеристика об'єкта в дискретної (переривчастої) середовищі пікселів. Потім мета розшуку об'єкта відноситься до мети згортання сукупного прорахунку. А якщо у вигляді запобіжного схожості застосовано Евклідова відстань, тоді мета буде внесена нижче вказаними способом:

$$E(u) = \sum (I(X_i + u) - I_0(X_i))^2 - \sum e_1^2 \to \min \qquad (2.1)$$

де u - зрушення шаблонної характеристики в комплексі осей початкового знімка. В результаті, без урахування відібраної метрики відбувається перехід до функції впорядкування.

До алгоритмів, які використовують порівняння дескрипторів основних пунктів, в більшій мірі значущим є підбір порога, який застосовується у вигляді еталону дотримання, іншими словами, коли дистанція між дескрипторами зменшена від порога, тоді пункти будуть враховуватися як релевантними. Примноження порога тягне за собою до примноження кількості виявлених порівнянь, в іншому випадку це тягне за собою примноження кількості невірних відгуків. Мінімізація порога нарівні до зростанню кількості вірних розпізнаних невідповідностей проведе до збільшення кількості викинутих вірних погоджень.

Слід звернути увагу, що вищеописані методи детектування за вказаною шаблоном результативно спрацьовують під час розшуку одинарного об'єкта. У разі появи настилу в «біжить вікні» пропадають якісь атрибути в характеристиці.

Виходячи з вищевикладеного під час порівнювання вікна шаблоном вноситься поріг, за ним відрізаються безперспективні вікна, навмисне не мають об'єктів.

Розглянемо розпізнавання на прикладі номерного знака. В першу чергу, щоб система автоматичного розпізнавання об'єктів здійснювала роботу, проводиться детектування знака в кадрі, приклад показаний на малюнку 2.2. Це дуже важливо, оскільки, наскільки акуратно виділено суб'єкт розпізнавання на зображенні, то, відповідно, все результати залежать від всіх наступних стадій [14, 16]. Для виділення об'єктів є цілий ряд методів, які можуть бути згруповані в залежності від використовуваних характерних ознак зображення. Основними ознаками зображення є текстури, колір і симетрія, крайові точки [14].

а) б)

Рисунок 2.2 - Детектування номерного знака: а) початковий знімок; б) виділяється номерний знак

Існують фактори, які чинять негативний вплив на коректне детектування розпізнається об'єкта, а це: низька якість зображення, мінливі зовнішні умови освітлення, перспективні спотворення, відбиття світла, близьку подібність об'єктів між собою.

При виділенні об'єкта для розпізнавання на зображенні, використовується інформація про колір. У різних країнах номерні знаки мають певні квітами фону, встановлені державою, і які розташовані на ньому букв. В якості характерних

ознак номера використовується послідовність колірних кодів, яка виходить при поперечному скануванні зображення зліва направо. Після виділення номерних знаків застосовуються методи класифікації, а це: штучні нейронні мережі і генетичні алгоритми, які дозволяють локалізувати область номерного знака. Слід зазначити, що використання колірної інформації дає ряд переваг, і в той же час зберігаються проблеми, пов'язані з використанням освітленості сцени, близькістю квітів номера, а також автомобіля.

2.4. Висновки до розділу 2

У розділі розглянуто оператор субсмугового згладжування, на основі якого побудовано адаптивну субсмугову фільтрацію.

РОЗДІ 3
НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1. Дослідження методів на прикладі номерного знаку

Для завдання розпізнавання номерного знака автомобіля виділяються два етапи:

1) Локалізація номерного знака на зображенні;

2) Розпізнавання символів на знаку.

Реалізація програмної частини модуля розпізнавання містить наступний ряд етапів: підключення до камери і ініціалізація самого програмного модуля, далі йде прийом зображення з відеореєстратора і обробка зображення, після цього відбувається відправлення зображення зразком певної категорії, отримання і обробка результату детектування, за умови, що відсутня позитивний випадок повернення на другий етап і здійснення коду спустошення смуги заповнення, виділення області розпізнаного об'єкта, в нашому випадку реєстраційного номера, для зорового підтвердження, тобто відбувається проведення коду смуги заповнення, далі йде повернення на другий етап. Блок-схема реалізації модуля наведена на рисунку 3.1 [26].

Для успішного розпізнавання номерного знака в першу чергу після надходження знімка з відеокамери відбувається обробка зображення. А так як розпізнавання працює тільки з чорно-білим зображенням, для цього потрібно провести бінаризація знімка.

3.2 Обробка знімка розташування номерного знака

Процедура бінарізації зображення проводиться в два етапи. Був розроблений алгоритм реалізації роботи програми детектування об'єкта, який представлений на рисунку 3.2.

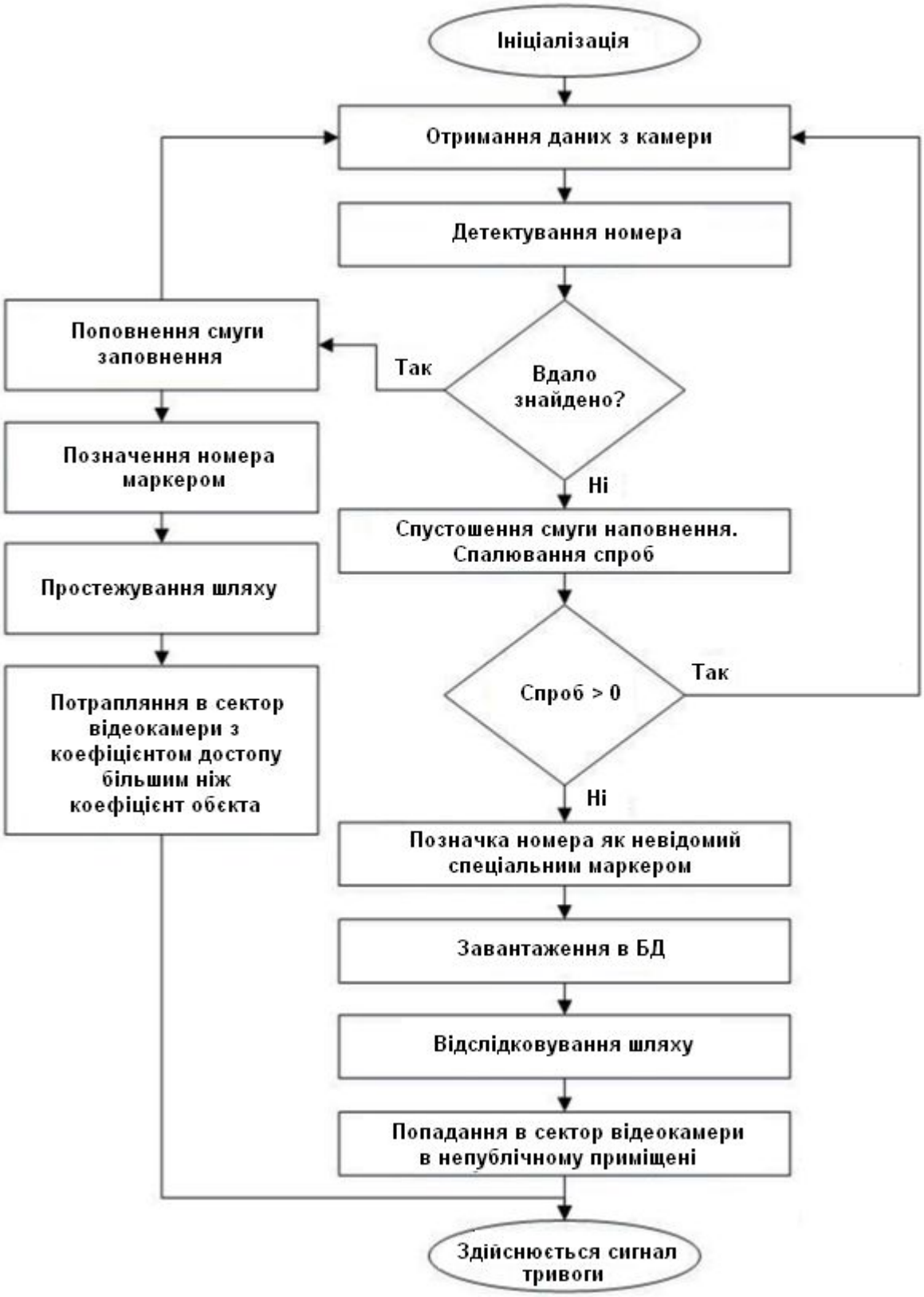


Рисунок 3.1 - Алгоритм модуля розпізнавання

Рисунок 3.2 - Алгоритм реалізації детектування об'єкта

1. Початок;

2. Завантаження зображення з камери, зчитування його в робочий простір;

3. Перетворення кольорового зображення в півтонове (чорно-біле) за допомогою функції «rgb2gray»: $I = \frac{\max(R,G,B) + \min(R,G,B)}{2}$;

4. Застосування медіанної фільтрації до зображення «medfilt2»: $med = \arg\min_{f_i \in W} \sum_{f_j \in W} | f_i - f_j |$;

5. Створення бінарного зображення, використовуючи відсікання по порогу яскравості (0.5) за допомогою функції «*im2bw*»;

6. Завантаження шаблону;

7. Перетворення шаблону в півтонове;

8. Зміна розмірів вихідного зображення;

9. Обчислення нормованої взаємної кореляції;

10. Отримання виділеного символу на номері;

11. Кінець.

На початку розпізнавання кольорове зображення перетворюється в півтонове, тобто чорне-біле, приклад показаний на малюнку 3.3. Для кожного пікселя обчислюється його яскравість в межах від 0 до 255. Рівень яскравості чорного кольору - 0, а рівень яскравості білого - 255. В результаті для зберігання знімка доводиться один байт на піксель [27]. Яскравість пікселя обчислюється за однією з наведених нижче формул:

$$I = \frac{R + G + B}{3}, \tag{3.1}$$

$$I = \frac{\max(R,G,B) + \min(R,G,B)}{2}, \tag{3.2}$$

де R, G, B - нормований на 256 (один байт) червоний, зелений і блакитний компонент пікселя.

Рисунок 3.3 - а) вихідний кольоровий знімок; б) отриманий напівтоновий знімок

Введені матеріали являють собою знімок з камери, які в більшості випадків виходять зашумлені, розпливчасті, затуманені, невиразні, для цього і проводиться завчасна обробка їх вирівнюють і ранговими фільтрами, це медіанний, для виключення адитивного та імпульсного шуму. Під час операції фільтрування яскравість, тобто сигнал, кожного пікселя початкового знімка, який деформований від перешкод, змінюється іншим показником насиченості, яке містить мінімальну міру деформування [23].

Під час процесу медіанної фільтрації застосовується двовимірне вікно, тобто маска фільтра, що містить в собі ключову симетрію. Середина цього вікна розміщується в чинній точці фільтрації. Вид цього вікна може мати різну форму, формати діафрагми розміщуються під час операції дослідження процесу обробки і залежить від ступеня деталізації знімка. Зведення, що потрапили в рамки вікна, мають назву робочий зразок поточного кроку. Такого роду фільтрація є найбільш ефективною, оскільки вона приводити і найменшим спотворенням кордонів об'єктів. Формула двовимірної медіанної фільтрації представлена нижче:

$$E_{i,j} = med[E_{i+s,j+t};(s,t) \in W];i,j \in Z^2 \qquad (3.3)$$

де W - масив, який представляє собою апертуру для вихідного

$$med = \arg\min_{f_i \in W} \sum_{f_j \in W} | f_i - f_j | \qquad (3.4)$$

де W - кількість пікселів, між якими знаходиться медіана.

Для кольорових зображень застосовується векторний медіанний фільтр:

$$med = \arg\min_{F_i \in W} \sum_{F_j \in W} d | F_i, F_j | \qquad (3.5)$$

де d - довільна матриця.

Самі значення елементів робочого зразка упорядковуються по зростанню. Підбирається елемент, який розташовується в центральному розташуванні в усій послідовності, тобто медіані. А якщо це значення буде шумовим сплеском, то тоді фільтр обладнає його утиск.

Вище був описаний згладжує фільтр, далі проводиться розпізнавання меж об'єкта. Для того щоб зробити наступні етапи в розпізнаванні, слід реалізувати бінаризація зображення.

Бінаризація зображення проводиться за допомогою функції im2bw, вона створює бінарне зображення, використовуючи відсікання по порогу яскравості. Її результат залежить від заздалегідь заданого параметра, тобто співвідношенні чорних пікселів з їх загальною кількістю на знімку. Якщо встановити бінаризація по порогу 0.5, то утворюється бінарне зображення. На малюнку 3.4 приведена порогова бінаризація, об'єкти якого розташовані на однорідному фоні.

а)

б)

Рисунок 3.4 - Порогова бінаризація: а) вихідне зображення; б) отримане бінарне зображення з порогом 0.5

3.3 Розпізнавання символів

Після всіх етапів локалізації, кінцевим етапом роботи розпізнавання автомобільного номера є розпізнавання символів на номерному знаку [14, 20]. Спочатку проводиться кореляція: завантажується вихідне зображення, з якого буде проводитися така задача. Наступним етапом буде обчислення коефіцієнта кореляції між матрицями вихідного зображення і відповідного зразка. Для цього застосовується функція corr2, яка обчислює коефіцієнт кореляції між матрицями A і B однакового розміру, але у випадку з представленим алгоритмом - normcorr2, вона обчислює нормовану взаємну кореляцію матриць A і B. Матриця A має бути більше матриці B, а значення матриці B не повинні бути однаковими. Результуюча матриця C має кореляційні коефіцієнти, які становлять числа в діапазоні [-1.0 - 1.0] [30]. Взаємна нормована кореляція обчислюється за формулою:

$$p(A,B) = corr(A,B) = \frac{\sum_i \sum_j (A_{i,j} - m_A) \cdot (B_{i,j} - m_B)}{\sqrt{\sum_i \sum_j (A_{i,j} - m_A)^2 \cdot \sum_i \sum_j (B_{i,j} - m_B)^2}} \qquad (3.6)$$

де m_A, m_B - середні значення елементів матриць A і B.

Щоб провести таку роботу, потрібно завантажити шаблони символів реєстраційного номера, які дорівнюють матриці еталонного зображення. Шаблони букв і номерів реєстраційного номера, використовувані в Україні представлені на рисунку 3.5.

Рисунок 3.5 - Цифри і букви, що застосовуються на автомобільних номерах

Варто відзначити, що при розпізнаванні об'єктів кореляційний метод характеризується великою обчислювальною складністю, це все пов'язано з масштабуванням і, відповідно, поворотами розпізнається зображення.

Після того як вироблено застосування функції кореляції, виконується розпізнавання символів на державному реєстраційному номері. В основному для цього застосовують заздалегідь збудовані шаблони, де для кожного символу конструюються певні шаблони, розташовані в базі даних [14, 20, 17]. Далі виконується зіставлення заново надійшов на вхід символу з усіма шаблонами за допомогою метрики, але при всьому цьому потрібно зведення всіх символів до однакового їх розміру. Також виділяються специфічні показники символів, гістограми, сума проекцій інтенсивності і т.д., це призводить до збільшення безпомилковості розпізнавання. Приклад виділення символів показаний на рисунку 3.6.

а)

б)

Рисунок 3.6 - Виділені символи на номері: а) розпізнавати символ 4; б) розпізнавати символ В

Реєстраційний номер має обмежений ряд символів, принцип роботи базується на прямому зіставленні зображення символу з еталоном, при цьому рівень несхожості вираховується як кількість пікселів, які не збігаються. Для надання відповідної точності потрібна заздалегідь вироблена обробка знімка, куди входить нормалізація розміру, нахилу символу і його товщини.

3.4. Розпізнавання об'єктів за ознаками

Як вже відомо, розпізнавання за ознаками працює краще, ніж кореляція. Як описано в розділі 1, метод кореляції, що порівнює вихідне зображення з еталоном, трудомісткий і не настільки точний, але у них є один загальний момент - це підбір порога до ідеалу.

Для розпізнавання об'єкта за шаблоном були обрані їх наступні ознаки:

1) «Area» - кількість пікселів об'єкта;

2) «FilledArea» - кількість отворів в об'єкті плюс кількість пікселів об'єкта;

3) «Orientation» - кут в градусах між віссю X і максимальною віссю інерції;

4) «Solidity» - відношенню опуклою площі об'єкта до загальної площі;

5) «Extent» - дорівнює відношенню площі прямокутника до площі об'єкта;

6) «Eccentricity» - числова характеристика конічного перетину, яка показує ступінь його відхилення від окружності [33].

Всі перераховані вище ознаки зведені в таблицю 3.1 для порівняння між собою.

Таблиця 3.1

Порівняння ознаків об’єкта

Ознаки/ Еталон	Area	FilledArea	Orientation	Solidity	Extent	Eccentricity
0	9227	14710	89.7062	0.6219	0.5158	0.7768
1	5977	5977	-80.6834	0.6566	0.4315	0.9194
2	8307	8307	85.3901	0.5265	0.4957	0.8894
3	8544	8544	88.6034	0.5470	0.4996	0.8937
4	6439	6439	-73.7735	0.5856	0.3945	0.7934
5	8877	8877	-84.5930	0.5622	0.4992	0.8597
6	8674	10850	-86.4034	0.6513	0.4877	0.8066
7	6389	6389	85.4939	0.5535	0.3758	0.9053
8	10840	14522	89.8780	0.7090	0.5835	0.7903
9	8617	10801	-86.3338	0.6494	0.4921	0.8063

В результаті реалізації програми під час розпізнавання цифр на номері може видати однакові цифри, тому що у них можуть бути однакові ознаки. При високому значенні порогу програма використовує найменшу кількість ознак виявлення необхідного числа, відповідно, при великому порозі зменшується кількість ознак по яким здійснюється пошук необхідного числа, при зменшенні числа порога кількість ознак збільшується, а кількість збігів зменшується, тобто чим менше поріг, тим більша ймовірність знайти необхідне число. Наприклад, при розпізнаванні цифри 2, використовуючи поріг рівний 0.1, знаходить і цифру 3, тому що обидві цифри мають деякі схожі ознаки: повна площа: кількість отворів в об'єкті плюс кількість пікселів об'єкта, орієнтація і частково ексцентриситет еліпса, але при значенні порогу 0.8 знаходить тільки

розпізнавану в даний момент цифру 2. на рисунку 3.7 представлений результат розпізнавання цифри на номері.

а)

б)

Рисунок 3.7 - Метод розпізнавання об'єктів за ознаками: а) зображення з порогом; б) результат розпізнавання цифри 2 з порогом 0.1

Був розроблений алгоритм розпізнавання на основі віднімання ознак. Блок-схема алгоритму представлена на малюнку 3.8.

1. Початок;

2. Завантаження зображення, зчитування його в робочий простір;

3. Перетворення вихідного кольорового зображення в півтонове за допомогою функції «rgb2gray»;

4. Виконання медіанної фільтрації;

5. Видалення пікселів □ 30;

6. Твір пошуку об'єктів функцією «bwlabel»;

7. Для кожного обраного об'єкта розраховуються всі вибрані параметри, занесені в матрицю A;

8. Порівняння виділених об'єктів з еталонними: - якщо різниця між значенням об'єкта менше деякого порога (t), то приймається значення щоб їх порівняти;

9. Твір оцінки кількості співпадаючих параметрів з урахуванням (t): - якщо кількість співпадаючих параметрів ≥ будь-якого порога (P), то приймається рішення про те, що виділений об'єкт відповідає стандарту;

10. Кінець.

В роботі проведено порівнювання порога та ймовірності правильного виявлення. Результат проведеного порівнювання відображений в таблиці 3.2.

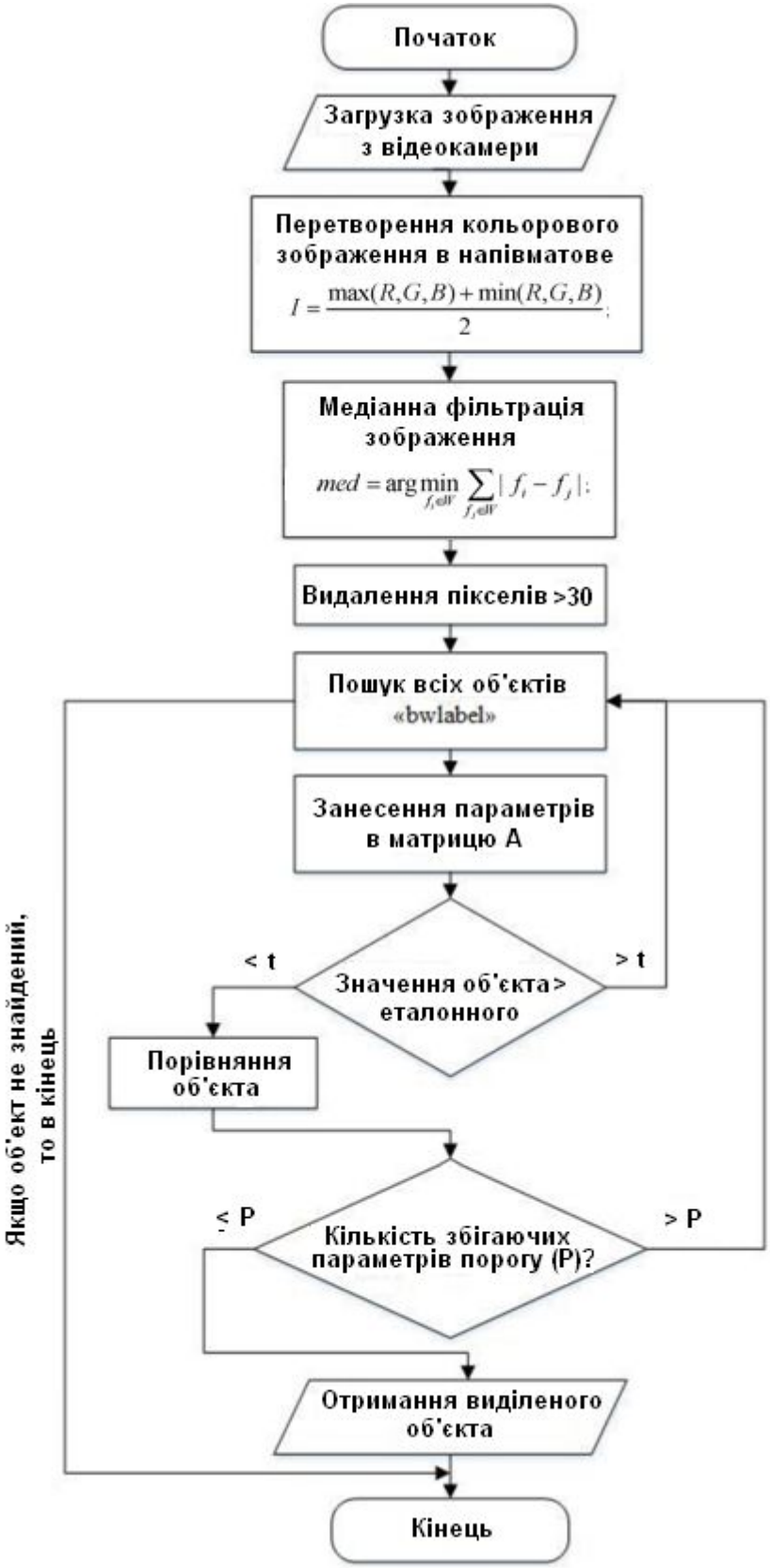


Рисунок 3.8 - Алгоритм виявлення на основі визначення параметрів

Таблиця 3.2

Порівняння порога і ймовірності правильного виявлення ознаки

Поріг (Т)	Ймовірність правильного виявлення									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.02	0.26	0	0.37	0	0	0	0	0.12	0	0.12
0.05	0.37	0.26	0.37	0	0	0.12	0	0.12	0	0.26
0.03	0.87	0.37	0.37	0.26	0	0.12	0	0.37	0	0.26
0.1	1	0.37	0.75	0	0.12	0.12	0.12	0.37	0	0.26
0.15	1	0.37	0.62	0.26	0.12	0.12	0.12	0.37	0	0.26

З результатів, представлених в таблиці 3.2 при порозі 0.02 ймовірність правильного виявлення дорівнює нулю, а цифра 8 НЕ розпізнавана при будь-якому порозі.

Було вироблено порівнювання порога і ймовірності помилкового виявлення ознаки. Результат відображений в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

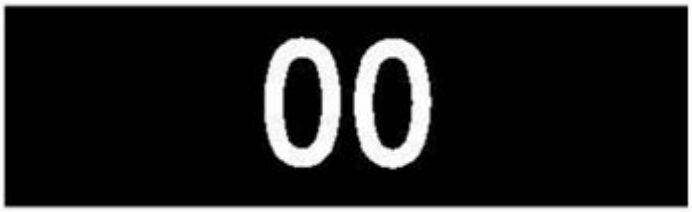
Порівняння порога і ймовірності помилкової тривоги ознаки

Поріг (Т)	Ймовірність помилкової тривоги									
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
0.02	0	0	0	0	0	0	0.12	0	1	0
0.05	0.26	0	0	0.37	0	0.37	0.12	0.12	1	0
0.03	0.37	0	0.26	0.75	0	0.62	0.26	0.87	1	0.26
0.1	0.75	0.75	0.87	1	0.5	0.87	0.75	1	1	0.87
0.15	1	1	1	1	0.75	1	1	1	1	1

З результатів, представлених в таблиці 3.3 при порозі 0.02 ймовірність помилкової тривоги у більшої кількості шуканих чисел дорівнює нулю. При порозі 0.15 ймовірність помилкового виявлення у 8 цифр з 9 дорівнює одиниці, а цифра 8 НЕ распознаваема при будь-якому порозі.

На рисунках 3.9 і 3.10 представлені результати реалізації алгоритму розпізнавання об'єктів за ознаками.

а)



б)

Рисунок 3.9 - Результат вірного розпізнавання цифри 0: а) вихідний номер; б) отримана розпізнавана цифра

а)

б)

Рисунок 3.10 - Результат помилкового розпізнавання цифри 0: а) вихідний номер; б) отримана розпізнавана цифра 0

3.5 Вплив шуму на виявлення символів

Було реалізовано дослідження впливу шуму на розпізнавання символів ознак, для цього було представлено порівняння шуму ймовірності виявлення ознаки для цифр 0, 2, 5, 8. Шум був збільшений від 0.1 до 0.9. Обчислення проводилися за формулою:

$$\overline{P} = \frac{\sum_{y=1}^{N} p_y}{N}, \qquad \begin{cases} p = 1, \\ p = 0. \end{cases} \tag{3.7}$$

де N - кількість обчислень, P - усереднення, p - значення, якщо $p = 1$ - виявлено, якщо $p = 1$ - не виявлено.

Результати представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Порівняння шуму і ймовірності виявлення ознаки

Величина шуму	Ймовірність правильного виявлення			
	Цифра 0	Цифра 2	Цифра 5	Цифра 8
0.1	1	1	1	1
0.2	1	1	1	1
0.3	1	1	1	1
0.4	1	1	1	1
0.5	1	1	1	1
0.6	1	1	1	1
0.7	1	1	1	1
0.8	1	1	1	1
0.9	0	0	0	0

На рисунку 3.11 показано розпізнавання цифри 5 з накладенням на неї шуму при 0.1.

а) б) в)

Рисунок 3.11 - Розпізнавання цифри при накладенні шуму при 0.1: а) накладення шуму; б) результату при пороговій обробці; в) підсумкове зображення очищення від шуму

На рисунку 3.12 представлений результат розпізнавання ознаки цифри 5 з накладенням на нього шуму при 0.9.

а)

б)

Рисунок 3.12 - Розпізнавання ознаки на основі накладення на його шуму при 0.9: а) накладення шуму; б) висновок результату при порогової обробки

3.6. Висновки до розділу 3

В результаті порівняння впливу шуму на розпізнавання символів ознак при різних порогах видно, що при найменшому порозі шуму 0.1 ознака виявляється. При збільшеному порозі шуму 0.9 результат зашумленного ознаки не розпізнається.

РОЗДІЛ 4
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

Пожежна сигналізація і зв'язок. Засоби гасіння пожеж. Протипожежне водопостачання. Первинні засоби пожежогасіння. Автоматичні засоби пожежогасіння на об'єктах галузі.

Швидке виявлення та сигналізація про виникнення пожежі, своєчасний виклик пожежних підрозділів та оповіщення про пожежу людей, що перебувають у зоні можливої небезпеки, дозволяє швидко локалізувати осередки пожежі, здійснити евакуацію та вжити необхідних заходів щодо гасіння пожежі. Тому підприємства повинні бути забезпечені засобами зв'язку та системами пожежної сигналізації та оповіщення.

Для передачі повідомлення про пожежу в будь-який час доби можна використовувати телефони спеціального та загального призначення, радіозв'язок, централізовані установки пожежної сигналізації. Системи оповіщення про пожежу повинні забезпечувати у відповідності з розробленими планами евакуації передачу сигналів оповіщення одночасно по всьому будинку (споруді) а при необхідності - послідовно або вибірково в окремі його частини (поверхи секції тощо). Кількість оповіщувачів (динаміків), їх розміщення та потужність повинні забезпечити необхідну чутність у всіх місцях перебування людей Для передачі текстів оповіщення та керування евакуацією допускається використовувати внутрішні радіотрансляційні мережі. Приміщення, з якого здійснюється керування системою пожежного оповіщення, належить розміщувати на нижніх поверхах будівель, біля входу на сходові клітки, у місцях з цілодобовим перебуванням чергового персоналу.

Найбільш швидким та надійним засобом виявлення ознак займання та сигналізації про пожежу вважається автоматична установка пожежної сигналізації (АУПС), яка повинна працювати цілодобово. Залежно від схеми

з'єднання розрізняють променеві (радіальні) та кільцеві АУПС (рис. 4.1). Принцип роботи АУПС полягає в наступному: при спрацюванні хоча б одного зі сповіщувачів на приймально-контрольний прилад надходить сигнал "Пожежа".

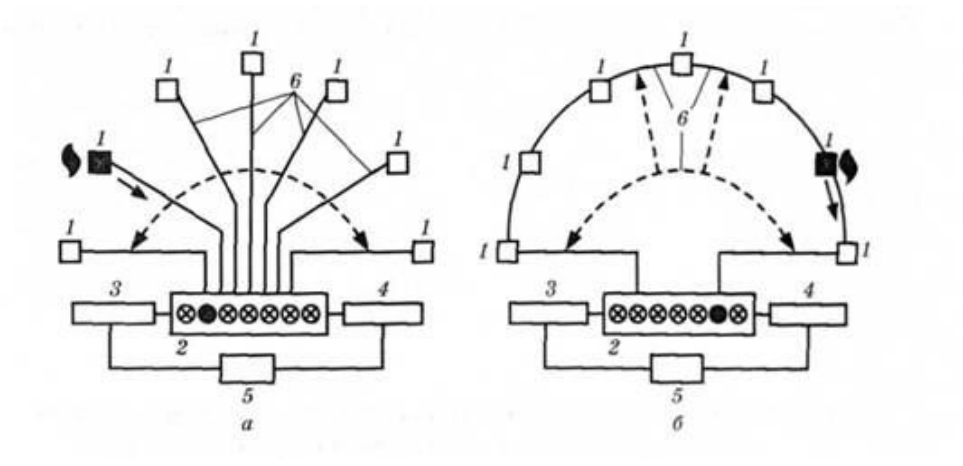


Рисунок 4.1. Схеми променевого (а) та кільцевого (б) з'єднання в АУПС: 1 - сповіщувачі; 2 - приймально-контрольний прилад; 3 - блок живлення від електромережі; 4 - блок аварійного живлення; 5 - система перемикання живлення; 6 - з'єднувальні проводи

Засоби гасіння пожежі поділяють на первинні, автоматичні і спеціальні.

До *первинних засобів гасіння пожежі* належать пожежні відра і діжки з водою, ломовий інструмент (ніж, сокира, гак, лом, багор - розміщуються на пожежному щиті), ящики і відро з піском, совки і лопати, протипожежна тканина, ручні насоси, пожежні крани внутрішнього водопроводу з рукавами і стволами, ручні вогнегасники усіх типів.

Розміщують їх на спеціальних щитах. Щити встановлюють з таким розрахунком, щоб до найдальшої будівлі було не більше 100м, а від сховищ із вогненебезпечними матеріалами — не більше 50 м, або з розрахунку — один щит на 5000 м^2 Фарбують їх у сигнальний червоний колір, а написи на них та на щитах роблять контрастним білим кольором.

Необхідну кількість первинних засобів пожежогасіння визначають окремо для кожного поверху та приміщення. Вибір типу і визначення потрібної кількості вогнегасників здійснюється залежно від їх вогнегасної спроможності.

Заклади охорони здоров’я повинні мати на кожному поверсі не менше двох

переносних вогнегасників. Переносні вогнегасники необхідно розміщувати шляхом: навішування на вертикальні конструкції на висоті не більше 1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника і на відстані від дверей, достатній для її повного відчинення; встановлювання в пожежні шафи поруч із пожежними кранами, у спеціальні тумби або на пожежні щити (стенди).

Автоматичні засоби гасіння пожежі бувають різні: повітряно-пінні, газові, порошкові, водяні. Автоматичні установки при виникненні пожежі приводяться в дію відповідним давачем (сповіщувачем) або спонукальним пристроєм, а напівавтоматичні та ручні - людиною. Зараз найширше застосовуються автоматичні установки пожежогасіння, призначені для виявлення осередку пожежі, забезпечення подавання і випускання вогнегасної речовини в захищуване приміщення та оповіщення про пожежу.

Спеціальні засоби гасіння пожежі включають обладнання пожежних частин: пожежні машини і насоси, гідранти, піногенератори різних типів та установки гасіння пожежі.

4.2. Безепека в надзвичайних ситуаціях

Застосування систем ранього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення людей в разі їх виникнення на потенційно небезпечних об'єктах.

Автоматизована інформаційна система класу «людина-машина», що реалізує технологію обробки і передавання інформації, у якій спрямовані на оперативне надання користувачам фактичної та прогнозної інформації, автоматичні процеси отримання та попереднього оброблення даних щодо поточного стану джерел та чинників потенційної небезпеки техногенного та природного характеру суміщено з процесами оповіщення, які здійснюються за безпосередньою участю людини-оператора.

Системами раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення (СРВНСО) обладнуються об'єкти, будівлі і споруди, а також території з ризиком виникнення НС техногенного або природного характеру з метою недопущення виникнення НС або мінімізації наслідків у разі їх виникнення [41].

Обов’язковому обладнанню СРВНСО підлягають об’єкти, будівлі і споруди, а також території на яких при виникненні НС є загроза життю і здоров’ю людей та заподіяння значних збитків. Критерії визначення необхідності улаштування СРВНСО та вибору типу засобів оповіщення і типу системи передавання тривожних сповіщень у залежності від можливої кількості постраждалих осіб та розміру можливих збитків, та з урахуванням ДБН В.1.2-14.

У разі виявлення загрози виникнення НС або виникнення НС, СРВНСО повинна: - автоматично здійснювати інформування, про виявлену загрозу, відповідальних осіб, на яких покладено виконання певних дій щодо недопущення виникнення НС або мінімізації негативних наслідків у разі її виникнення; - за командою оператора СРВНСО, здійснювати оповіщення та передавання до СЦТПС відповідних тривожних сигналів разом із ідентифікатором формалізованого в електронних картках аварії прогнозованого сценарію розвитку НС, а у разі відсутності реагування диспетчера – автоматично відповідного найгіршого сценарію розвитку НС. 2.Для забезпечення оповіщення працівників об’єкта у разі виникнення НС регіонального або загальнодержавного рівня, СРВНСО повинна бути, із забезпеченням необхідного резервування і дублювання, технічно сполучена з регіональною автоматизованою системою централізованого оповіщення населення. 3 СРВНСО повинні мати можливість видачі відповідних сигналів до систем та устаткування, що не входять до складу СРВНСО, але які пов’язані із забезпеченням безпеки людей на об’єкті при виникненні НС, а саме: - ліфтів, ескалаторів, травілаторів, що повинні працювати в режимі НС; - систем вентиляції та кондиціювання, що вимикаються (вмикаються) у разі виникнення НС; - систем керування устаткуванням, технологічним обладнанням тощо, які мають припиняти роботу або змінювати алгоритм роботи у разі виникнення НС; - турнікетів, дверей тощо, оснащених системою контролю доступу, які потребують необхідного розблокування у разі виникнення НС. СРВНСО повинна з необхідною надійністю і оперативністю автоматично виконувати контролювання: - дій оператора СРВНСО щодо обробляння отриманих з СРВНСО сигналів і повідомлень; - працездатності основних складових, каналів зв’язку та стану

електроживлення.

Оповіщення про загрозу виникнення НС. 1.На об’єктах, на яких зона ураження у разі виникнення НС не виходить за їх територію, у складі СРВНСО створюються об'єктові системи оповіщення. 2.На об’єктах, на яких зона ураження у разі виникнення НС, досягає заселених територій або інших підприємств, установ, організацій, у складі СРВНСО створюються локальні системи оповіщення. 3.У разі визначення оператором СРВНСО наявності загрози виникнення НС або факту виникнення НС, СРВНСО повинна здійснювати оповіщення: - керівників та інших працівників потенційно небезпечного об’єкту; - оперативних чергових аварійних служб, відповідних територіальних органів центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, територіальних органів внутрішніх справ; - керівників та інших відповідальних осіб підприємств, установ, організацій і населення, що знаходиться в межах зони можливого ураження

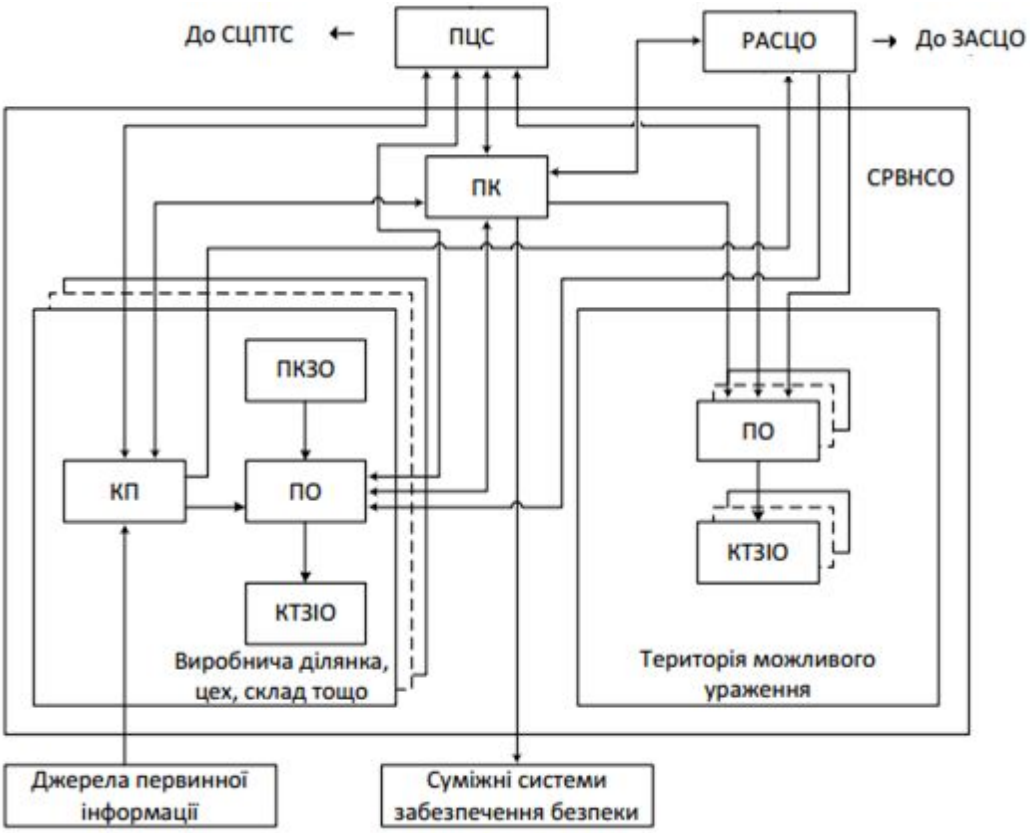


Рисунок 4.2. структурна схема СРВНСО

де:

- СЦПТС – система централізованого пожежного та техногенного спостерігання

- ПЦС – пульт централізованого спостерігання

- ЗАСЦО – загальнодержавна автоматизована система централізованого оповіщення

- РАСЦО – регіональна автоматизована система централізованого оповіщення

- ПК – пульт керування СРВНСО ПКЗО – пульт керування зональним оповіщенням

- КП – комунікаційних пристрій

- ПО – пристрій оповіщення

- КТЗІО – кінцеві технічні засоби інформування та оповіщення

4.3.Висновок до розділу 4

В цьому розділі розглянуто такі питання: "Пожежна сигналізація і зв'язок. Засоби гасіння пожеж. Протипожежне водопостачання. Первинні засоби пожежогасіння. Автоматичні засоби пожежогасіння на об'єктах галузі".

У підрозділі проаналізовано Застосування систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення людей в разі їх виникнення на потенційно небезпечних об'єктах.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В ході випускної кваліфікаційної роботи було проведено бібліографічне дослідження за методами розпізнавання об'єктів на відеоданих. Проведено опису методів розпізнавання. Звернуто увагу на позитивні та негативні сторони методів розпізнавання з застосуванням нейронних мереж, кореляційного методу розпізнавання об'єктів за шаблоном, детектування об'єктів, розпізнавання об'єктів на підставі їх ознак. Було акцентування уваги на детектування розпізнавання автомобільного державного реєстраційного номера і розпізнавання на підставі їх ознак.

На базі проведених досліджень розроблено алгоритм, який базується на розпізнаванні особливостей зображень з відеоданих і дозволяє результативно детектувати державні реєстраційні номери автомобілів.

Здійснено настройка опцій пропонованого алгоритму детектування на базі наочних і числових оцінок ймовірності правильного виділення реєстраційного номера автомобіля з оцифрованого зображення. Алгоритм детектування державного реєстраційного номера на базі точкових характерних особливостей зображення дає можливість досягти ймовірності правильного розпізнавання це говорить про те, що даний метод досить ефективний в порівнянні з точно такими ж алгоритмами. Але факт в тому, що застосування такого методу обробки інформації тягне до зростання обчислювальної трудності алгоритму.

В результаті дослідження були вирішені такі завдання:

- виконано аналіз відомих методів розпізнавання;

- реалізований метод детектування об'єктів і розпізнавання об'єктів з використанням особливих ознак;

- розроблені алгоритми і програмна реалізація обраних методів;

- проведені експериментальні дослідження, на основі порівняння методів детектування об'єктів, розпізнавання об'єктів з використанням особливих ознак.

В ході дослідження було проведено зіставлення алгоритмів детектування об'єктів і розпізнавання на підставі їх ознак в додатку до завдання для текстових

символів на пластині державного реєстраційного номера з товарним еквівалентом.

З'ясувалося, що алгоритм розпізнавання об'єктів на підставі їх ознак найбільш ефективний в порівнянні з детектуванням об'єктів, так як із застосуванням першого методу на зображенні вдається більш точно розпізнати символи на державному реєстраційному номері автомобіля.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Edwards G. Interpreting face images using active appearance models / G. J. Edwards, C. J. Taylor, T. F. Cootes // Proc. Intnl. Conf. on Automatic Face and Gesture Recognition – 1998. – P. 300–305.

2. Matthews I. 2D vs. 3D Deformable Face Models: Representational Power, Construction and Real-Time Fitting / I. Matthew, J. Xiao, S. Baker // Intnl. Journal of Comp. Vision – Springer, 2007. – Vol. 75, No. 1. – P. 93–113.

3. Matthews I. Active Appearance Models Revisited / I. Matthews, S. Baker // Intnl. Journal of Computer Vision – Hingham, MA: Kluwer Academic Publishers. – 2004. – Vol. 60, No. 2. – P. 135–164.

4. Golomb L. A., Lawrence D. T. and Sejnowski T. J. SexNet: A neural network identifies sex from human faces// Advances in Neural Information Processing Systems, Morgan Kaufmann Publishers. San Mateo. USA. 1991. P. 77-83.

5. Takas B. and Wechsler H. Locating features using SOFM// Proceedings of IAPR. 1994. Vol. 2. P. 55-60.

6. Feraud R., Bernier O. J., Viallet J-E., Collobert M A fast and accurate face detector based on neural networks// IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intel. 2001. Vol. 23. № .1. P.42-52.

7. Krьger N. An algorithm for the learning of weights in discrimination functions using a priori constrains// IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intel. 1997. Vol. 19. № .7. P.764-768.

8. Lades M., Vorbruggen J., Buhmann J., Lange J., Masburg C. and Wurtz R. Distortion invariant object recognition in the dynamic link architecture// IEEE Trans. on Computers. — 1993. Vol. 42. P. 300-311.

9. Valentin D. and Abdi H. Can linear autoassociator recognize faces from new orientations?// Journal Opt. Soc. Am. A.. 1996. Vol. 13. P. 522-530.

10. Wiskott L. Phantom faces for analysis // Pattern Recognition. 1997. Vol. 30. № .6. P. 837-846.

11. Department of Electrical and Computer Web Pages. License Plate

RecognitionFinal Report. http://www.ece.cmu.edu/~ee551/Final_Reports/Gr18.551.S00.pdf

12. Kim K.I., Kim K.K., Park S.H., Jung K., Park M.H., Kim H.J. VE-GA VISION: A Vision System For Recognizing License Plates // IEEE Intern. Symp. on Consumer Electronics (ISCE 99). – 1999. – V. 2. – P. 176–181.

13. Shapiro L. G., Stockman G. Computer vision. Prentice-Hall, 2001.

14. Szeliski R. Computer vision: algorithms and applications. Springer, 2010.

15. Martinsky O. Algorithmic and mathematical principles of automatic number plate recognition systems, B. Sc. Thesis, Brno University of Technology, 2007.

16. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004.

17. Петров В. А., Волохов В.А. Распознавание регистрационных номеров транспортных средств с использованием комитета классификаторов // Молодёжь и наука: модернизация и инновационное развитие страны. Материалы международной научно-практической конференции часть 2, 2011 г. Стр. 332-334.

20. Bishop C. M. Pattern recognition and machine learning. Springer, 2006.

21. Курсы лаборатории компьютерной графики и мультимедиа при ВМК МГУ им. М.В. Ломоносова http://courses.graphicon.ru/main/vision/lections.

22. Avidan S., Shamir A.. Seam Carving for Content-Aware Image Resizing, 2007.

23. Грузман И.С., Киричук В.С. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие. – Новосибисрк: Изд-во НГТУ, 2002. – 352 с.

24. Shi and C. Tomasi. Good Features to Track. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pages 593-600, June 1994.

25. Понс Ж, Форсайт Д. Компьютерное зрение. Современный подход. М.: Изд. д. Вильямс, 2004. – 465с.

26. Локтев А.А., Алфимцев А.Н., Локтев Д.А. Алгоритм распознавания объектов // Вестник МГСУ. 2012. № 5. С. 194—201.

27. Арлазаров В.Л., Троянкер В.В., Котович Н.В. Адаптивное распознавание символов. — http://www.ocrai.narod.ru/adaptive.html.

28. Путятина В.М. Распознавание изображений на основе вычисления их

признаков корреляции между ними // Известия Южного федерального университета. Технические науки. Выпуск №2/том 79/2008.

29. Давыдов А.В. Распознавание объектов изображений: Конспект лекций. 2008. http://refdb.ru/look/1526317.html.

30. Журавлев Ю.И., Гуревич И. Б. Распознавание образов и распознавание изображений // Распознавание, классификация, прогноз. Математические методы и их применение. – Вып. 1. – М.: Наука. – 1989. – С. 5 – 72.

31. Журавель И.М. Краткий курс теории обработки изображений. Распознавание объектов на основе вычисления их признаков. http://matlab.exponenta.ru/imageprocess/book2/58.php .

32. Журавель И.М. Краткий курс теории обработки изображений. Анализ признаков объектов. http://matlab.exponenta.ru/imageprocess/book2/60.php

33. Вікіпедія // ru.wikipedia.org; https://ru.wikipedia.org/wikiЭксцентриситет .

34. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: В 2 т. М.: Мир, 1982.

35. Писаревский А. Н., и др. Системы технического зрения: (Принципиальные основы, аппаратное и математическое обеспечение). Л.: Машиностроение, 1988.

36. Halarick R. M., Shapiro L. G. Computer and Robot Vision // V. I. Addison-Wesley, 1992.