

ВСТУП

В даний час комп'ютеризація в нашому суспільстві розвивається дуже швидкими темпами і відіграє величезну роль у житті людини. За допомогою комп'ютерних технологій автоматизується широкий спектр процесів, які в недалекому минулому покладалися на людину. Інформаційні технології використовуються всюди: у промисловості, у транспорті, в побуті та ін. Програмісти усього світу розробляють нові й удосконалюють вже існуючі алгоритми автоматизації [1].

Рішення проблеми ідентифікації автомобіля за реєстраційним номерним знаком є важливим аспектом безпеки і контролю. Використовувати такий продукт можна в різних сферах застосування, що стосуються автотранспорту. Прикладом можуть служити автотранспортні підприємства, заправні станції, контроль швидкості руху, автомобільні стоянки, контроль в'їзду на територію підприємства і т.п.

В даний час існує не так багато систем визначення номерних знаків, не всі з яких є по-справжньому якісною продукцією [2].

Системи, що володіють високою швидкістю і точністю розпізнавання, як правило, дуже дорогі. Висока вартість існуючих продуктів не дозволяє здійснити їх масове впровадження.

Задачу ідентифікації автомобіля можна умовно розділити на дві підзадачі: локалізація номерного знака і розпізнавання символів. Ця робота присвячена розробці та реалізації алгоритму розпізнавання номерного знака з попередніми вирівнюванням, а також надання оцінки ефективності з вирівнюванням та без. У загальному випадку розпізнавання реалізується в три етапи: попередня обробка зображення, сегментація та власне розпізнавання символів. Також використовується матриця гомографії для попереднього вирівнювання зображень, які зазнали перспективним спотворень.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Матриця гомографії дозволяє вирівнювати зображення, після чого проводиться попередня обробка зображення, яка полягає у виділенні номерного знака і обробці отриманого зображення різними фільтрами з метою поліпшення якості. На етапі сегментації виділяються символи, які потім розпізнаються обраним методом.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

Розпізнавання номерного знака (LPR) є формою автоматичної ідентифікації транспортного засобу. Ця технологія обробки зображення використовується, щоб ідентифікувати транспортні засоби лише за їх номерними знаками. У режимі реального часу LPR грає головну роль в автоматичному контролі правил дорожнього руху і підтримці правопорядку на громадських дорогах. Істотна перевага системи LPR полягає в тому, що система може вести відеозапис транспортного засобу, що корисно для того, щоб боротися з злочином і шахрайством. Ранні системи LPR страждали від низької швидкості розпізнавання, нижче, ніж необхідні практичні системи. Зовнішні ефекти (сонце і фари, погані номерні знаки, велике число типів номерних знаків), обмежений рівень програмного забезпечення розпізнавання і апаратні засоби бачення привели до низькопробних систем. Проте недавні поліпшення програмного і апаратного забезпечення зробили системи LPR більш надійними і широко поширеними.

Л.Н. Ясницький виділяє три основні класи методів розпізнавання символів [3]:

- шаблонний метод — заснований на порівнянні зображення символу з наявним в пам'яті шаблоном. Вимагає складних перетворень і обчислень для компенсації деформації символів;
- структурний метод — символ представляється графом, вузлами якого є деталі символу (прямі лінії, ділянки кіл), а дугами — просторові відносини між ними. Використовує методи теорії графів;
- ознаковий метод — заснований на виділенні деяких ознак зображення символу. Набір ознак представляє з себе n -мірний вектор, який порівнюється з еталонними векторами для визначення класу символу.

Якщо розглядати проблему глибше, то вона складається з двох частин: виділення характерних рис і класифікації. У шаблонному методі обидві

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

частини об'єднані в одну, але в інших вони чітко розділені. Для вирішення обох частин проблеми зазвичай застосовуються різні методи. Методи виділення характерних рис:

- моменти — використовує такі поняття як контур, центр мас, момент обертання. Використовуються геометричні моменти, моменти Церніке, моменти Лежандра, моменти Чебишева;
- гістограми — це графік статистичного розподілу елементів цифрового зображення з різною яскравістю, в якому по горизонтальній осі представлена яскравість, а по вертикалі — відносна кількість пікселів з конкретним значенням яскравості;
- спрямовані риси — використовує геометричні перетворення для виділення в зображенні штрихів, що мають схожі кути нахилу. Безліч штрихів стає безліччю характерних рис;
- перетворення Хафа;
- скелетизація — перетворення ліній зображення у векторний скелет. Довжини і відносні кути нахилу векторів є характерними рисами;
- дескриптори Фур'є — представлення контуру зображення в частотній області;
- апроксимація — аналог скелетизації, але замість векторів використовуються криві або контури;
- топологічні риси — виділення кінців ліній, перехресть, розвилки;
- лінійні перетворення — метод головних компонент, лінійний дискримінантний аналіз;
- ядра — методи перетворення складних нелінійних задач в низькорівневі лінійні задачі за допомогою ядер відображень.

Методи класифікації символів:

- статистичні — засновані на теорії ймовірності;
- нейромережеві — використовують нейромережі різної топології для класифікації набору виділених характерних рис;

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- метод опорних векторів — переведення вихідних векторів у простір більш високої розмірності і пошук розділяє гіперплощини з максимальним зазором в цьому просторі;
- структурні — засновані на порівнянні структури зображення з шаблоном;
- змішані — комбінація з декількох методів.

У даній дипломній роботі буде розглядатися шаблонний метод через свою відносно просту реалізацію і швидкість роботи, з побудовою гістограмних характерних рис, а класифікація символів буде структурної, так як вона основана на порівнянні структури зображення з шаблоном.

1.1 Структура системи

На сьогоднішній день у світі вже існує багато систем автоматичного розпізнавання автомобільних номерних знаків. Всі вони далекі від досконалості і постійно модифікуються. Проте, загальна структура даної задачі вже сформована (рисунок 1.1).

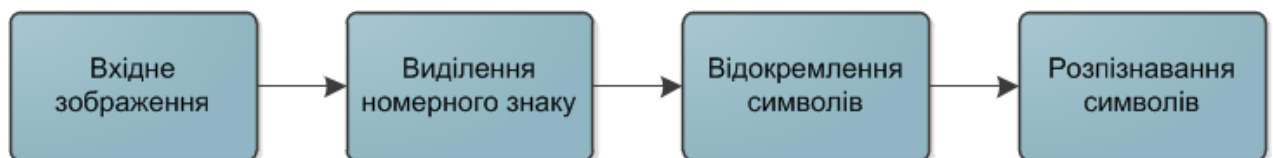


Рисунок 1.1 — Загальна структура системи розпізнавання номерних знаків

Алгоритми виділення номерного знака, відділення символів і розпізнавання символів розглядатимуться в розділі 3. Виходом системи розпізнавання номерних знаків є сукупність символів — розпізнаний номерний знак.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Актуальність, предмет та об'єкт роботи

Актуальність задачі розпізнавання номерних знаків транспортних засобів полягає в тому, що з кожним днем збільшується потреба автоматизації контролю в'їзду на територію підприємств, контролю швидкості руху і визначення порушення правил дорожнього руху. Такий автоматичний контроль сприятиме зниженню кількості порушень та аварійності на дорогах України.

В даний час існує досить велика кількість систем визначення номерних знаків, але не всі з них є якісною і надійною продукцією. Системи з високою швидкістю і точністю розпізнавання є комерційними, засекреченими і дорогими, що не дозволяє здійснити їх масове впровадження.

Предметом дослідження виступає процес розробки програми для рішення завдання вирівнювання (ректифікації) зображень та розпізнавання номерних знаків у пакеті Matlab.

Об'єкт дослідження — надання оцінки ефективності розпізнавання номерних знаків з попереднім вирівнюванням після проведення належних тестів.

1.3 Мета та задачі роботи

Метою роботи є дослідження і розробка методів, алгоритмів і програм розпізнавання знаків, символів, цифр і букв, які забезпечують аналіз та обробку інформації на зображенні з метою виявлення, локалізації та ідентифікації номерного знака автомобілів. Однак, потрібне попереднє вирівнювання (ректифікація) зображення через можливі перспективні спотворення.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Досягнення поставленої мети вимагає вирішення наступних завдань:

- аналіз методів та здійснення обробки зображень при локалізації номерного знака;
- аналіз методів сегментації;
- дослідження методу розпізнавання образів;
- розробка і дослідження алгоритму розпізнавання символів;
- вибір методу розпізнавання і оцінка їх ефективності.
- розробка алгоритму рішення вирівнювання зображень (по матриці гомографії).

Завдання розпізнавання номерних знаків розбивається на три етапи: попередня обробка зображення, сегментація, розпізнавання символів.

Попередня обробка зображення необхідна для поліпшення візуальної якості зображення і, в кінцевому підсумку, для локалізації номерного знака.

Сегментація проводиться з метою виділення символів для подальшого розпізнавання обраним методом.

У рамках бакалаврської роботи планується досліджувати вирівнювання зображень, метод розпізнавання номерних знаків транспортних засобів, а також реалізувати програму, яка вирішить вище поставлені завдання.

1.4 Плановані практичні результати

Після закінчення роботи планується отримати працездатний програмний продукт, призначений для розпізнавання номерних знаків, символів, запису в текстовому вигляді, а також попереднє вирівнювання при необхідності.

Програма буде написана на MATLAB, так як він найбільше підходить для роботи з зображеннями. Image Processing Toolbox надає широкий спектр засобів для цифрової обробки та аналізу зображень. Будучи тісно пов'язаним з середовищем розробки додатків MATLAB, пакет Image Processing Toolbox звільняє від виконання тривалих операцій кодування і налагодження

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

алгоритмів, дозволяючи зосередити зусилля на вирішенні основної наукової або практичної задачі. MATLAB і пакет Image Processing максимально пристосований для розвитку, впровадження нових ідей і методів користувача. Для цього є набір сполучених пакетів, спрямованих на вирішення всіляких специфічних завдань і завдань в нетрадиційній постановці

1.5 Сфери застосування

Основні сфери застосування систем розпізнавання номерних знаків представлені нижче [3]:

- паркування;
- стоянки;
- торгові центри;
- залізничні вокзали;
- станції ДПС;
- системи управління та обробки інформації;
- охоронні підприємства;
- банківські служби;
- аеропорти і т.д.

1.6 Огляд досліджень і розробок по даній темі

У світі вже існують розробки, що стосуються подібних програмних систем. Найбільш успішні з них, описані нижче.

1.6.1 Система «Авто-Інспектор»

Це програмно-апаратний комплекс, що забезпечує розпізнавання номерів рухомих автомобілів, надійно працює в широкому діапазоні

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зовнішніх умов, легко інтегрований з охоронним обладнанням, виконавчими пристроями і зовнішніми базами даних [3].

Ефективний для вирішення завдань реєстрації, ідентифікації та забезпечення безпеки автомобілів, контролю транспортних потоків.

Система дозволяє:

- здійснювати відеоспостереження за зоною зважування, записувати відеозображення, фіксуючи проходження автомобілів;
- автоматично детектувати проходження автомобіля. Детектування проводиться апаратними засобами (промінь), що гарантує стовідсоткову достовірність;
- автоматично розпізнавати номери автомобілів по відеозображенню. Розпізнавання ведеться в реальному часі, результати розпізнавання негайно відображаються на моніторі оператора. Для підвищення достовірності результату і у випадку використання автопричепів розпізнавання ведеться за двома телекамерами (спереду й ззаду);
- здійснювати зважування автомобілів;
- виконувати прив'язку маси автомобіля до його номера;
- автоматично оцінювати рівень наливання рідини в автоцистернах (за наявності тепловізора);
- записувати результати розпізнавання і зважування в спеціалізовану базу даних — протокол;
- виставляти інформацію в протоколі з натурним листом або іншим джерелом інформації і виводити відповідну відмітку в разі виявлення невідповідностей;
- здійснювати оперативний пошук автомобілів по протоколу з можливістю відтворення відповідного відеофрагменту;
- формувати звіти за даними з протоколу, в тому числі зведені, з урахуванням зіставлення інформації з протоколу з натурним листом.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На національному рівні розробляються зчитувачі автомобільних номерів Київською фірмою «Аллан». Вони забезпечують висококонтрастні зображення автомобільних номерів в межах всього спектра умов навколишнього освітлення, від повної темряви до сліпучого сонячного світла і світла автомобільних фар. Зчитувачі оптимальні для роботи з програмним забезпеченням для розпізнання автомобільних номерів.

1.6.2 Система розпізнавання номерних знаків CARMEN

CARMEN — система розпізнавання номерних знаків, яка володіє всіма можливостями для забезпечення високоякісної парковки, охорони і контролю доступу по номерному знаку, розпізаному системою. Характеризується як дуже точна, відмовостійка, стабільна і швидка система. Система CARMEN спеціально розроблена для паркувальних систем, систем безпеки та систем контролю доступу. Вона має унікальний рівень інтеграції розпізнавання знака, технології отримання відео та обробки зображень з відео потоків, а в той же час вона як і раніше пропонує користувачеві найвищу технологічну гнучкість.

Також вона забезпечує високий рівень технологічної продуктивності серед інших систем розпізнавання, система CARMEN пропонує величезну гнучкість — схвалена виробниками та інтеграторами.

Система CARMEN поставляється з якісним драйвером для захоплення зображень і потокового відео, забезпечуючи швидку установку і використання системи для паркування транспортних засобів та систем контролю доступу.

Також до складу системи CARMEN входить Software Development Kit (SDK) — набір модулів, який спрощує процес інтеграції. Легко, швидко і економічно ефективно. Паркувальні системи, системи контролю доступу, системи безпеки працюють під контролем системи CARMEN забезпечують високу точність розпізнавання, відмовостійкості, високу швидкість роботи.

Особливості системи CARMEN. Дана система пропонує гнучкі, низькі експлуатаційні витрати, представляючи ефективні та інтелектуальні

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технології для експлуатації парку автомобілів. Система зменшує витрати, а також підвищує ефективність і безпеку. Система для контролю паркування є однією з основних технологій, і не є повноцінною. Вона була спеціально розроблена і створена, щоб легко бути інтегрованою в комплекс парковки і контролю доступу. Така гнучка система може бути адаптована для задоволення особливих вимог замовника.

Система розпізнавання номерних знаків CARMEN містить наступні компоненти:

- движок / ядро системи автоматичного розпізнавання номерних знаків;
- FXVD4mc_s карта захоплення;
- функції бібліотеки (ANSI C/C++, MSVC /C + +, Delphi і MSVB, ActiveX, OCX);
- демо- і тест-додатки;
- підручник і приклади програм, як у виконуваному вигляді, так і у вигляді вихідного коду.

1.6.3 Камера «Spike +» з системою розпізнавання номерних знаків

«Spike+» являє собою компактну, міцну і повністю інтегровану систему розпізнавання номерного знака в камері, також виробляє підсвічування і процесор для системи розпізнавання в одному герметичному корпусі. «Spike+» є унікальним продуктом, і виграв престижну нагороду Queens Award for Innovation. Різноманітність об'єктів доступних для різних фокусних вимог довжини. Способи зберігання Compact Flash дозволяє зберігати і буферизувати дані. «Spike +» може використовуватися через веб-протокол, і пропонує різноманітні можливості підключення, включаючи бездротові мережі. Додаткові продукти, такі як Spike + Interface Box дозволяють швидко і легко розгорнути Spike +.

Камера «Spike +» проста в установці, що робить її ідеальним для установки у важкодоступних або прихованих умовах. Незважаючи на свій

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

невеликий розмір, «Spike +» дуже надійний і призначений для забезпечення безперебійної роботи в будь-яких погодних умовах 24 години на добу.

Програми для камери «Spike +». Talon Mobile — додаток розпізнавання автомобільних номерних знаків, що володіє функціями SpeedPlate і VeriPlate, які призначені для використання «на ходу» патрулюванням поліції, надаючи начальству і користувачам гнучкість і оперативну «досяжність» для визначення інформації про область, які виходять за рамки основних систем розпізнавання автомобільних номерів. Крім того, система може працювати, коли автомобіль нерухомий або припаркований на шосе, на блокпостах і контрольно-пропускних пунктах.

Типові мобільні додатки для автоматичного розпізнавання номерних знаків складається з системи і движка ядра Talon, використовуваних для процесу визнання номерного знака. Користувач контролює і управляє системою за допомогою функції SpeedPlate або Veriplate систем прикладного програмного забезпечення розпізнавання автомобільних номерів, що дозволяє використовувати дані, як місцевих, так і національних баз даних.

Додаткові функції:

- точність читання більше 97%;
- підключення до VISCE Back Office Facility;
- запис дати і часу.

Області застосування:

- поліцейський патруль автомобілів;
- судові пристави і транспортні засоби цивільних агентств;
- установка на мобільний дата-термінал.

1.6.4 CarDetector Software

Компанія Vigilant video досліджувала динаміку використання розпізнавання номерних знаків, починаючи від потреб кінцевого користувача до безпосередньо самого виробничого процесу. Результати надали

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

запропонувати продукт, який може вважатися найбільш просунутим за сьогоденніми мірками. Система CarDetector дозволяє користувачеві будь-якого рівня управляти можливостями програмного пропозиції. У комплекті системи йде короткий курс навчання.

Можливості:

- інфрачервоне і кольорове відображення номерів;
- запис пропущених знаків;
- інтеграція з різними камерами відеоспостереження;
- централізована система управління системою;
- можливість установки серверної і клієнтської частини.

Підтримка до 35 камер відеоспостереження для розпізнавання знака, підключених до одного сервера. Сучасна технологія оптичного розпізнавання символів, яка управляється системою через бездротові мережі. Система CarDetector дає максимально активні можливості, які забезпечують захист необхідних територій.

1.6.5 Система «ALPR»

Це програмно-апаратний комплекс, що забезпечує розпізнавання номерів рухомих автомобілів, надійно працює в широкому діапазоні зовнішніх умов, легко інтегрований з охоронним обладнанням, виконавчими пристроями і зовнішніми базами даних.

У системі «ALPR» реалізовані функціональні можливості необхідні для ефективного вирішення завдань на різних об'єктах: від забезпечення збереження автомобілів в межах автостоянки, до контролю за пересуванням транспорту в масштабах підприємства, окремої магістралі, цілого міста.

Основні функціональні можливості:

- розпізнавання реєстраційного номера автомобіля виявлення появи автомобіля в кадрі;
- розпізнавання всіх видів українських номерів;

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- можливість адаптації до стандартів номерів будь-якої країни світу;
- успішна робота модуля в будь-яких погодних умовах;
- вибір кадру з оптимальним розміром і чіткістю реєстраційного номера;
- одночасне розпізнавання в зоні контролю декількох номерів (переклад відеозображення в текстовій формат);
- ефективна взаємодія з різними охоронними системами (охоронного телебачення, контролю доступу);
- запис кожного проїзду, в'їзду / виїзду транспортних засобів;
- створення баз даних.

1.6.6 Система «Трафік-КОНТРОЛЬ»

Це система зважування автомобілів і розпізнавання номерів. Програмне забезпечення «Трафік-КОНТРОЛЬ» призначено для автоматизованого контролю транспортного потоку і володіє наступними функціональними можливостями:

- одночасне зважування і розпізнавання номера автомобіля;
- розпізнавання державного номера транспортного засобу;
- пошук відповідності між визначеним державним номером і наявними номерами в БД;
- визначення швидкості руху транспортних засобів;
- централізована реєстрація та обробка подій, генерація оповіщень і керуючих впливів згідно з гнучко налаштованим алгоритмами;
- формування фото і відеоархіву.

1.6.7 АПК «Автоураган»

Це апаратно-програмний комплекс автоматичного розпізнавання зображень державних реєстраційних знаків транспортних засобів [4].

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За відеозображенням, вступнику на комп'ютер, відбувається розпізнавання реєстраційних знаків автомобілів, перевірка їх по підключеним баз даних з видачею повідомлення оператору та збереженням інформації про проїзд або з виконанням іншого призначеного дії.

Гнучкі налаштування ПО дозволяють використовувати АПК «Автоураган» для вирішення численних завдань пов'язаних з розпізнаванням автомобільних номерів.

Переваги модульної побудови системи:

- модулі можуть працювати як на різних комп'ютерах, утворюючи розподілену мережеву клієнт-серверну систему, так і одночасно на одному комп'ютері, формуючи її локальний варіант;
- при необхідності завжди можна додати нові функції або кількість оброблюваних каналів розпізнавання.

1.6.8 Представники локального рівня

Полтава Сергій Олександрович, «Розпізнавання зображень» (джерело: газета «Комп'ютер-Інформ»). Розглядаються основні процедури і методи розпізнавання зображень, структура методів розпізнавання, особливості при проектуванні роботизованих систем. На відміну від моєї роботи, в системі не використовуються нейронні мережі, що підвищують швидкість розпізнавання [6].

Афанасенко Андрій Вікторович, «Розробка гібридної спеціалізованої системи розпізнавання образів на базі нечітких нейронних мереж». У роботі Андрія Вікторовича використовується нейромережа в задачі розпізнавання образів. Однак не розглядається архітектура нейромережі, що розпізнає зображення з заданим відсотком розпізнавання [7].

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.6.9 Представники глобального рівня

Lotufo, Морган і Джонсон представили автоматичну систему розпізнавання автомобільних номерів, використовуючи методи оптичного розпізнавання символів. S.K. Kim, D.W. Kim та H.J. Kim використали генетичний алгоритм для сегментації локалізації областей з номерним знаком. Hontana запропонував спосіб вилучення символів без знання їх положення і розмірів зображення.

1.7 Висновки

Даний розділ був присвячений загальній характеристиці роботи. У ньому розкривається актуальність і доцільність роботи шляхом аналізу та порівняння з відомими рішеннями наукової задачі. Сформульована мета роботи і завдання, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети. Містяться: обґрунтування необхідності нової розробки або вдосконалення (модернізації) існуючого об'єкта на основі аналізу сучасного стану проблеми за даними вітчизняної та зарубіжної науково-технічної літератури, патентного пошуку та досвіду роботи підприємств, установ, провідних фірм у відповідній галузі виробництва, економіки чи науки та обґрунтування основних прийнятих рішень або напрямків досліджень.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ВИРІВНЮВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

Вирівнювання (ректифікація) зображень являє собою процес перетворення, який використовується для проектування двох або більше зображень на загальній площині зображення. Це виправляє спотворення зображення, перетворюючи зображення в стандартній системі координат. Він використовується в комп'ютерному стереозору, який спрощує завдання знаходження відповідних точок між зображеннями. Він використовується в географічних інформаційних систем для об'єднання зображень, знятих з різних точок зору в загальну систему координат карти.

Але в нашому випадку, ректифікація являє собою вирівнювання зображення після вибору 4 точок і процесу гомографії, які будуть описані нижче.

2.1 Основні відомості про стереозір

Стереозір використовує тріангуляції на основі епіпольної геометрії для визначення відстані до об'єкта.

Між двома камерами є проблема знаходження відповідної точки, яка розглядається однією камерою в іншій камери (відомий як *correspondence problem*). У більшості конфігурацій камери, потрібен пошук у двох вимірах. Однак, якщо дві камери вирівнюються компланарністю, пошук спрощується до одного виміру — горизонтальної лінії, яка паралельна лінії між камерами. Крім того, якщо місце розташування точки на лівому зображенні відомо, його можна шукати в правому зображенні за допомогою функції пошуку зліва у цьому місці уздовж лінії, і навпаки. Ректифікація зображення є еквівалентом (і частіше використовується) як альтернатива ідеального вирівнювання камери. Ректифікація зображення зазвичай виконується незалежно від камери з точністю, тому що це може бути непрактичним.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.1 Трансформація

Якщо зображення, які будуть ректифіковані взяті з пари камер без геометричних спотворень, цей розрахунок може бути легко зробити завдяки лінійному перетворенню. Обертання X та Y ставить зображення в тій же площині, масштабування робить кадри зображення того ж розміру і обертання Z та спотворення вирівнювання зробить піксель зображення рядка прямо вибудовується. Стійке вирівнювання камер повинно бути відомо (при калібруванні) і калібрувальні коефіцієнти використовуються для перетворення.

При виконанні перетворення, якщо камери самі калібровані для внутрішніх параметрів, матриця забезпечує зв'язок між камерами. Більш загальний випадок (без калібрування камери) представлена фундаментальною матрицею. Якщо фундаментальна матриця не відома, треба знайти попередні відповідні точки між стереозображеннями для полегшення його отримання.

2.2 Ректифікація зображень, у яких викривлена перспектива

Зображення перспективні в природі. Сьогоднішній світ вимагає перспективні ректифіковані зображення для додатків, наприклад, таких як image based rendering. Додатки залежать від паралельного огляду зображення для фото реалістичних результатів. Велика робота була виконана в напрямку ректифікації перспективних викривлень, на основі зображення, а також на основі декількох зображень. Останній акцент був зроблений на оновлення на основі одного зображення, має хороший потенціал застосування в зображенні, заснованій на image based rendering, image mosaicing, 3D реконструкції. Перспектива є проекцією реального зору [8].

Багато з додатків необхідна паралельна проекція, тому що паралельна проекція полегшує добування і застосування закономірностей. Однак вони не паралельні в перспективній проекції, отже, їх ідентифікація та застосування

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

має велике значення. Це призводить до ректифікації перспективних спотворень.

2.2.1 Етапи ректифікації зображення

Цей підрозділ представляє собою блок-схему ректифікації зображень для корекції перспективи на зображеннях. Цей етап представлений на рисунку 2.1:

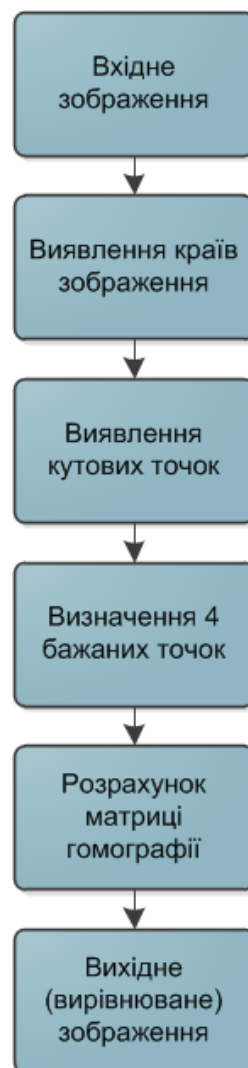


Рисунок 2.1 — Етапи ректифікації зображення

Гомографія — проективне перетворення, вид перетворення, використовуваного в проективній геометрії. Вона описує, що трапиться з

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сприймайними положеннями спостережуваних об'єктів, коли змінюється точка зору спостерігача. У більш формальних термінах: гомографія — це оборотне перетворення реальної проективної площини на проективну площину, що переводить прямі лінії в прямі лінії.

Використовуючи гомогенічні координати, можна уявити гомографію у вигляді матриці 3×3 з вісьмома ступенями свободи.

2.2.2 Проективна площина

Розглянемо проективностей простір розмірності 2 — проективна площина P^2 . Точка на цій площині представляється у вигляді вектора $m[x, y, w]^T$. Лінія теж представляється в вигляді вектора розмірності 3: $l = [a, b, c]^T$. Точка m належить лінії тоді і тільки тоді, коли виконується рівняння $l^T m = 0$. Це рівняння також означає, що лінія l проходить через точку m . Можна говорити про дуалізм точок і прямих, зокрема про те, що «перетином» точок є пряма. Вектор прямої представимо у вигляді векторного добутку двох точок:

$$l \sim [m_1]_{\times} m_2; [m_1]_{\times} = \begin{pmatrix} 0 & w_1 & -y_1 \\ -w_1 & 0 & x_1 \\ y_1 & -x_1 & 0 \end{pmatrix}. \quad (2.1)$$

У даному просторі точки виду $m[x, y, 0]^T$ є точками на нескінченності або нескінченно віддаленими точками. Вони визначають лінію на нескінченності, яка представлена у вигляді вектора $l_{\infty} = [0, 0, 1]^T$. Всі нескінченно віддалені точки належать їй:

$$l_{\infty}^T \begin{pmatrix} x \\ y \\ 0 \end{pmatrix} = 0 \times x + 0 \times y + 1 \times 0 = 0. \quad (2.2)$$

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.3 Паралельні прямі в проектному просторі

Паралельні прямі в проектному просторі перетинаються в нескінченно видалених точках. Покажемо, що це так.

Для початку розглянемо співвідношення між нескінченно віддаленою точкою в декартових координатах і точкою виду $[x, y, 0]^T$ в однорідних координатах. Нехай у декартовій системі задана лінія, що проходить через початок координат і точку (X_d, Y_d) . Однорідні координати цієї точки будуть мати вигляд $(x, y, v)^{\wedge} = (v X_d, v Y_d, v)^{\wedge}$, де v є довільне ненульове число.

Межа відносин $\lim_{v \rightarrow 0} \frac{x}{y} = \frac{X_d}{Y_d}$, але так як $X_d = \frac{x}{v}, Y_d = \frac{y}{v}$, то декартові координати прагнуть до нескінченності $X_d \xrightarrow{v \rightarrow 0} \infty, Y_d \xrightarrow{v \rightarrow 0} \infty$. Отже, точка з однорідними координатами $[x, y, 0]^T$ задає в декартовій системі нескінченно віддалену точку на розглянутій прямій.

Дві пересічні прямі в декартовій системі координат задані системою рівнянь:

$$\begin{cases} a_1 x + b_1 y + c_1 = 0; \\ a_2 x + b_2 y + c_2 = 0. \end{cases} \quad (2.3)$$

Вирішуючи цю систему відносно x і y , знайдемо координати точки перетину:

$$x_{do} = \frac{c_1 b_2 - c_2 b_1}{a_1 b_2 - a_2 b_1}; y_{do} = \frac{a_1 c_2 - a_2 c_1}{a_1 b_2 - a_2 b_1}, \quad (2.4)$$

які в однорідних координатах запишуться як $\left(\frac{c_1 b_2 - c_2 b_1}{a_1 b_2 - a_2 b_1}, \frac{a_1 c_2 - a_2 c_1}{a_1 b_2 - a_2 b_1}, 1 \right)$

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В силу довільності масштабного множника помножимо значення координат на $a_1b_2 - a_2b_1$, тоді, якщо позначити, $x_o = c_1b_1 - c_2b_2$, а $y_o = a_1c_2 - a_2c_1$ отримаємо $(x_o, y_o, a_1b_2 - a_2b_1)$.

В силу довільності масштабного множника помножимо значення координат на $a_1b_2 - a_2b_1$, тоді, якщо позначити $(x_o, y_o, 0)$.

2.2.4 Властивості перетворень в проектному просторі P^2

Взагалі кажучи, більшість перетворень над координатним простором зображень представлені гомографіями, а саме перетвореннями виду $P^2 \mapsto P^2$. Без обмеження спільності в даній роботі гомографію, або площинно-проекційним перетворенням, будемо називати те перетворення, яке вирішує поставлене завдання. Іншими словами, площинно-проекційним називається перетворення, яке дозволяє з вихідного зображення об'єкта, знятого в перспективі, отримати зображення, на якому площину камери і деяка певна площину об'єкта паралельні [8].

Площинно-проекційне перетворення в просторі P^2 позначається H і представимо у вигляді матриці розмірністю 3×3 . Геометричні об'єкти відображаються за допомогою H по-різному. Точки з визначення відображаються шляхом добутку матриці перетворення на вектор координат: $\bar{w} = Hw$ (рисунок 2.2).

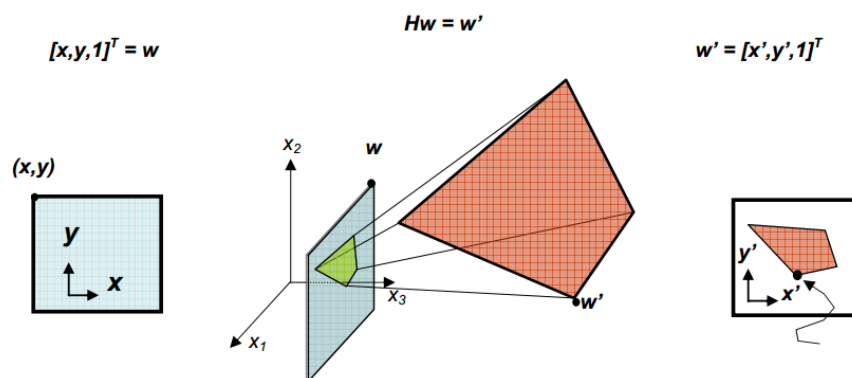


Рисунок 2.2 — Загальна схема застосування перетворення до зображення

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перетворення прямих може бути знайдено таким чином:

$$\begin{aligned}\bar{l}^T \bar{w} = 0 &= l^T w = l^T H^{-1} H w = l^T H^{-1} \bar{w}; \\ \bar{l}^T &= l^T H^{-1} \Rightarrow \bar{l} = H^{-T} l.\end{aligned}\tag{2.5}$$

2.2.5 Розкладання безлічі перетворень

Позначимо через T_P безліч всіх проектних перетворень, діючих над геометричними сутностями в проектному просторі P^2 , через T_A — всі афінні перетворення, а через T_M — всі метричні перетворення. Тоді отримаємо послідовність вкладених множин $T_M \subset T_A \subset T_P$. Важливим аспектом цих множин є їх інваріанти, що і послужило основним критерієм для розбиття. Інваріантом в даному випадку є деяка властивість в конфігурації геометричної сутності, яка не змінюється, принаймні в цілому, під дією перетворення, що належить певній множині [9].

Афінні перетворення з множини T_A представимо у вигляді матриці:

$$T_A \sim \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.\tag{2.6}$$

За визначенням все інваріанти T_P є інваріантами і для T_A . Новим інваріантом для T_A є паралельність ліній. Зокрема, як уже зазначалося, паралельними є лінії, які перетинаються в одній точці на нескінченності. Ще одним новим інваріантом є відношення довжин вздовж певного напрямку. Слід зазначити, що афінні перетворення не змінюють лінію на нескінченності l_∞ . Хоча положення ідеальних точок може змінюватися, але вони все одно будуть належати l_∞ .

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метричні перетворення представлені наступним чином:

$$T_M \sim \begin{pmatrix} sR_{2 \times 2} & T_{2 \times 1} \\ 0_{1 \times 2} & 1 \end{pmatrix}, \quad (2.7)$$

де R — ортонормирована матриця. Зауважимо, що R є матрицею обертань, коли $RR^T = I$ і $\det(R) = 1$. Таким чином, T_M визначає орієнтацію, здвиг і масштабування. Інваріанти цієї множини — відносні довжини і кути. Метричні перетворення також відображають спеціальну (абсолютну) форму в собі. Ця геометрична сутність ще більш абстрактна, ніж площа або лінія на нескінченності. Її можна представити у вигляді кола в уявній частини комплексної площині лінії на нескінченності.

На основі розкладу, описаного вище, логічно площинно-проекційне перетворення представляти у вигляді композиції трьох основних перетворень з кожної групи: чистого проекційного, афінного і метричного. Чисте проекційне перетворення відтворить паралельність ліній на зображенні. Афінне перетворення дозволить відновити значення кутів і відношення довжин для непаралельних сегментів. Перетворення ізометрії і подоби забезпечує орієнтацію, положення і відносне масштабування. Відповідно матриця H розкладається в добуток декількох матриць, наприклад трьох:

$$H = H_s H_a H_p = \begin{bmatrix} s \cos \phi & -s \sin \phi & t_x \\ s \sin \phi & s \cos \phi & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ v_1 & v_2 & v_3 \end{bmatrix}. \quad (2.8)$$

2.2.6 Метод зникаючих точок для обчислення матриці H

Розв'язувана задача полягає в наступному: є зображення, на якому деякий об'єкт, відображений в перспективі — необхідно отримати нове зображення, на якому площину камери (місця, з якого виробляється зйомка) і

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деяка певна площа об'єкта паралельні. Для досягнення результату треба відновити паралельність ліній в заданій площині об'єкта, відтворити значення кутів, зокрема ортогональність основних напрямків, і відносні довжини непаралельних сегментів. Нове зображення виходить шляхом перерозподілу пікселів вихідного зображення, а значить шляхом застосування деякого перетворення над зображенням [10].

Метод, описаний тут, ще відомий як «гомографічне перетворення». Наведемо загальну схему застосування даного методу для визначення площинно-проекційного перетворення.

1. Для початку задамо на вихідному зображенні дві пари ліній, які повинні бути паралельні в необхідному зображенні, причому без обмеження спільності вважаємо, що перша пара ліній відповідає горизонтальному напрямку, а друга — вертикальному.

2. Знайдемо точки перетину кожної пари ліній. Перша пара дасть точку p_1 , а друга — точку p_2 . Ці дві точки називаються зникаючими.

3. Обчислимо лінію l_h , яка з'єднує p_1 та p_2 (рисунок 2.3). Аналогічно ця лінія називається зникаючою.

4. Прямі у кожній із заданих пар повинні стати паралельними (рисунок 2.3), тоді точки їх перетину повинні відобразитися в точки на нескінченності, а лінія l_h відобразиться в лінію на нескінченності, тобто зникне. Іншими словами, $l_\infty = H^T l_h$, тоді, якщо l_h представлена у вигляді вектора $[l_{h1}, l_{h2}, l_{h3}]^T$, то:

$$H_p = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ l_{h1} & l_{h2} & l_{h3} \end{bmatrix}. \quad (2.9)$$

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

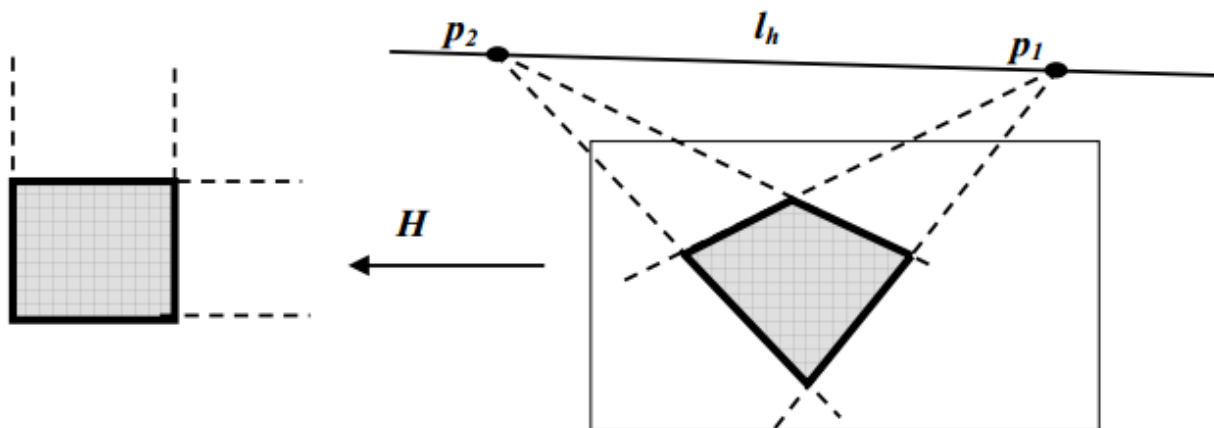


Рисунок 2.3 — Загальна схема дії методу зникаючих точок

5. виправимо зникаючі точки p_1 та p_2 , використовуючи $H_p : p_{1A} = H_p p_1$, $p_{2A} = H_p p_2 * p_{1A}$; де p_{2A} є ідеальними точками, і представляють відповідні напрямки.

6. Повернемо зображення так, щоб p_{1A} було вирівняно відносно горизонтальної осі ($R(\varphi)$) є матриця повороту на кут φ).

7. Кут між напрямками p_{1A} та p_{2A} позначимо θ . Застосуємо афінне перетворення, яке відновлює метричну геометрію, зокрема ортогональність напрямків:

$$H_A = \begin{bmatrix} 1 & -\cot(\theta) & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (2.10)$$

8. Отримаємо результуюче перетворення $H = H_A R H_p$



Рисунок 2.5 — Оригінальна фотографія для подальшого процесу ректифікації



Рисунок 2.6 — Зображення після процесу ректифікації

2.3 Результати алгоритму вирівнювання

Програма, написана у середовищі Matlab (з використанням 3-х функцій — `homography`, `normalize` і `rectify`), яка оцінює гомографію на площині (або викривленої перспективи) і деформує зображення (див. ДОДАТОК А). Для використання треба поетапно вибирати точки на зображенні строго зліва направо, знизу вгору.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для зйомки використовувався фотоапарат Canon 1000d з КІТ-об'єктивом, із роздільною здатністю 3888x2592. На рисунку 3.7 представлена оригінальна фотографія автомобілю. На рисунках 2.8-2.12 представлено поетапне виділення точок для подальшої ректифікації зображення. Як видно, на рисунку 2.7 — ректифікація пройшла успішно, номерні знаки випрямлені.



Рисунок 2.7 — Оригінальне зображення



Рисунок 2.8 — Частка фотографії з 1 виділеною точкою

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.9 — Частка фотографії з 2 виділеною точкою



Рисунок 2.10 — Частка фотографії з 3 виділеною точкою

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.11 — Результат ректифікації зображення

Далі представимо результати на інших зображеннях 2.12-2.16



Рисунок 2.12 — Результати роботи алгоритму ректифікації

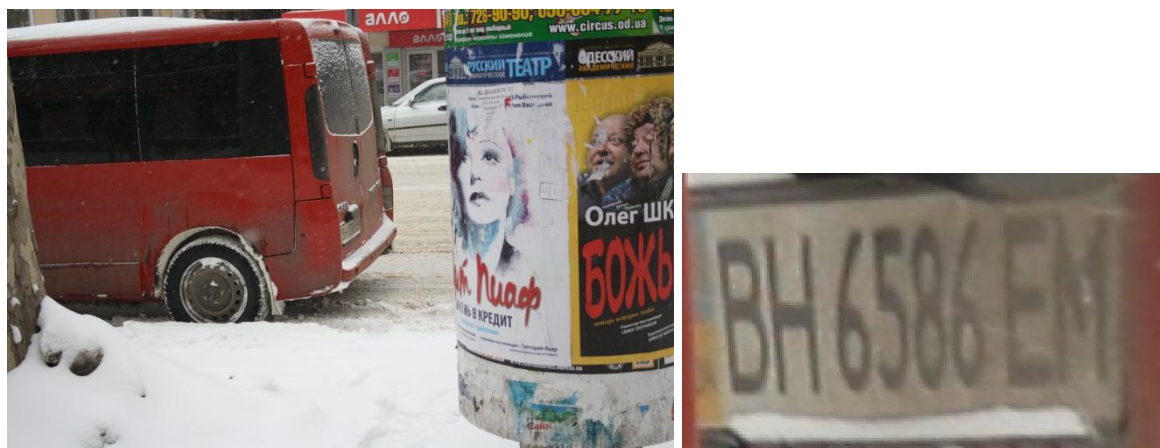


Рисунок 2.13 — Результати роботи алгоритму ректифікації

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.14 — Результаты работы алгоритму ректификації

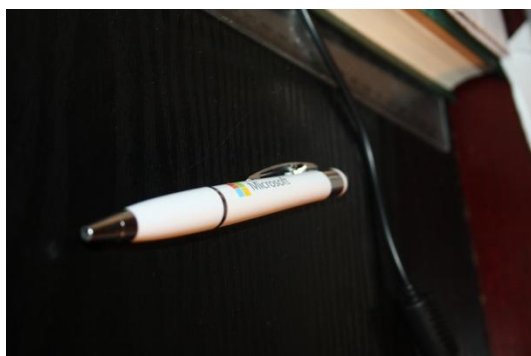


Рисунок 2.15 — Результаты работы алгоритму ректификації



Рисунок 2.16 — Результаты работы алгоритму ректификації

2.4 Висновки

В даному розділі розглянуто питання про проєктивні перетворення, реалізован алгоритм вирівнювання зображень для подальших експериментів з розпізнаванням номерних знаків, розглянуті властивості проєктивних площин,

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

питання про розрахунок матриці гомографії поки залишається відкритим. При програмуванні ж матрицю гомографії отримують по 8 точкам — 4 точки з одного зображення і 4 точки з іншого зображення.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РОЗПІЗНАВАННЯ НОМЕРНИХ ЗНАКІВ

Розпізнавання державних реєстраційних знаків транспортних засобів (number plate reading, NPR або license plate recognition, LPR) відноситься до технологій, що стали обов'язковими в сучасних вимогах безпеки [11].

Алгоритм, запропонований у цій роботі, розроблений для розпізнавання номерних знаків транспортних засобів автоматично. Вхідними даними системи є зображення транспортного засобу, захоплене камерою. Захоплене зображення, зняте приблизно з 3-5 метрів спочатку перетворюється в півтонове (у відтінки сірого, градації сірого). Застосовуємо алгоритм вертикального виявлення меж і морфологічну операцію, відкритий і близький для вилучення номерного знака. Після застосування морфологічних операцій зображення фільтрується, щоб отримати точну область номерного знака. Сегментація рядків відокремлює рядок у номерному знаку, і поділ стовпця відокремлює символи з рядка. Зрештою, розпізнавання OCR розпізнає символи, що дають результат як номерний знак у форматі ASCII (є можливість копіювання розпізнаних номерів у текстові редактори).

У загальному випадку, розпізнавання тексту складається з наступних процедур і методів (рисунок 3.1):

- попередня обробка;
- сегментація;
- розпізнавання.

Процедура попередньої обробки використовується практично завжди після отримання інформації, і являє собою застосування операцій усереднення і вирівнювання гістограм, різного типу морфологічних операторів (фільтрів) [12].

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.1 — Основні процедури та методи розпізнавання тексту

Під сегментацією розуміється процес поділу зображення на окремі символи.

Кінцевий етап обробки — розпізнавання. Для цього етапу вхідними даними є зображення, отримані в результаті процесу сегментації.

Нижче в підрозділах буде докладніше описаний даний алгоритм.

3.1 Перетворення зображення у відтінки сірого

Відтінки сірого (градації сірого, [англ. Grayscale]) — кольоровий режим зображень, який відображається у відтінках сірого кольору, розміщені у вигляді таблиці як еталони яскравості білого кольору. Найчастіше використовують ступеневе зображення рівномірного ряду оптичної щільності нейтрально-сірих полів. Широко застосовується в кольорознавстві і колористиці, для оцінки і вимірів якості тонопередачі при фотографічній зйомці, скануванні, при копіювальних та друкованих процесах (поліграфія) [14].

Сіра шкала — це контрольне зображення рівномірного ряду оптичних густин нейтрально-сірих полів, виготовлених на прозорій чи непрозорій основі і призначене для оцінки та вимірювань якості тонопередачі при фотографічній зйомці, скануванні, копіювальних та друкованих процесах. Значення яскравості сірої шкали нерідко виражають у відсотках, при цьому 0% представляє білий колір (відсутність чорного пігменту на білому фоні), 100% — чорний колір (плашка глибокого чисто-чорного пігменту).

У комп'ютерному уявленні широко поширена сіра шкала використовує на кожен піксель зображення один байт (8 біт) інформації. Така шкала передає 256 відтінків (градацій) сірого кольору, або яскравості (значення 0 представляє чорний колір, а значення 255 — білий).

3.1.1 Перетворення кольорового зображення у відтінки сірого

У колірних просторах яскравість Y' обчислюється таким чином:

$$Y' = 0.299R + 0.587G + 0.114B. \quad (3.1)$$

Для врахування особливостей сприйняття зображення людським оком (чутливість до зеленого й синього кольору) використовують інші коефіцієнти:

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Y' = 0.2126R + 0.7152G + 0.0722B. \quad (3.2)$$

Нижче етап попередньої обробки для вилучення номерного знака:

$$I(i, j) = 0.114 \cdot A(i, j, 1) + 0.587 \cdot A(i, j, 2) + 0.299 \cdot A(i, j, 3), \quad (3.3)$$

де $I(i, j)$ є масивом сірого зображення, $A(i, j, 1)$, $A(i, j, 2)$, $A(i, j, 3)$ — R , G , B значення вихідного зображення відповідно. Іноді зображення може бути дуже темним, містити розмиття, таким чином, роблячи завдання вилучення номерного знака важким. Для того, щоб розпізнати номерний знак навіть у нічних умовах, поліпшення контрастності важливо перед подальшою обробкою [15].

3.2 Математична морфологія

Одним з порівняно нових напрямків в аналізі зображень є застосування апарату математичної морфології. Початок математичної морфології, що використовує уявлення теорії множин і інтегральної геометрії, було покладено роботами французьких дослідників Ж.Матерона і Дж.Серра, що займалися проблемами мінералогії і петрографії. Мета їх досліджень полягала в кількісному описі фізичних і механічних властивостей матеріалів за допомогою аналізу їх геометричної структури. За наступне час математична морфологія досягла стану серйозного інструменту обробки зображень з основним застосуванням в матеріалознавстві, дослідженні цитологічних препаратів, аналізі медичних зображень.

Математична морфологія (ММ) — теорія і техніка аналізу та обробки геометричних структур, заснована на теорії множин, топології і випадкових функціях. В основному застосовується в обробці цифрових зображень, але

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

також може бути застосовна на графах, полігональній сітці, стереометрії та багатьох інших просторових структурах.



Рисунок 3.2 — Форма (синя) і її морфологічне розширення (зелене) і звуження (жовте) ромбічним структурним елементом

Морфологія в контексті аналізу і обробки зображень описує властивості форми і структури його областей. Тобто морфологічні перетворення пов'язані з аналізом зображень на основі форми.

Морфологічні перетворення здійснюються за допомогою фільтрів:

- дилатація;
- ерозія;
- розмикання;
- замикання;
- градієнтне;
- перетворення Top Hat;
- перетворення Black Hat.

Дані перетворення проводяться за допомогою структурообразуючого елемента (примітиву), накладення якого на зображення вирішує певні завдання, і засновані на операціях над множинами. Множинами в морфології

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

іменуються об'єкти на зображенні: наприклад, безліч точок в двовимірному просторі. Так, всі чорні пікселі чорно-білого зображення є одним із способів його морфологічного опису [16].

Перераховані фільтри використовуються для вилучення складових зображення, потрібних для його представлення та опису (кордонів, кістяків, опуклих оболонок і т.д.). У контексті дипломної роботи, математична морфологія використана для представлення кордонів номерного знака (license plate).

За допомогою морфології можливий пошук країв об'єктів на зображенні, їх аналіз та спостереження присутніх текстур. Таким чином, використання даних перетворень можливо для стиснення зображень, аналізу складових компонент, а також для придушення шуму. В основному вони застосовуються для підвищення якості, сегментації (наприклад, для спрощення подання) і відновлення зображень.

Морфологічні операції, найчастіше, застосовуються до двійковим зображенням, які виходять після порогового перетворення, і до напівтоновим (відтінки сірого) зображень.

Дилатація («розширення» або «нарощування») — поряд з перетвореннями ерозія, розмикання і замикання, одна з основних операцій математичної морфології.

Фільтр дилатація збільшує область зображення, розширюючи його пікселі і тим самим сприяючи об'єднанню областей зображення, які були розділені шумом та ін.

Зображення після фільтра стає світліше і злегка розмитим. Тобто темні деталі послаблюються або взагалі зникають, що залежить від співвідношення їх розмірів і яркостей із заданими параметрами фільтра.

Це операція визначення локального максимуму за деякою округи, яка задається структуроутворюючим елементом.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

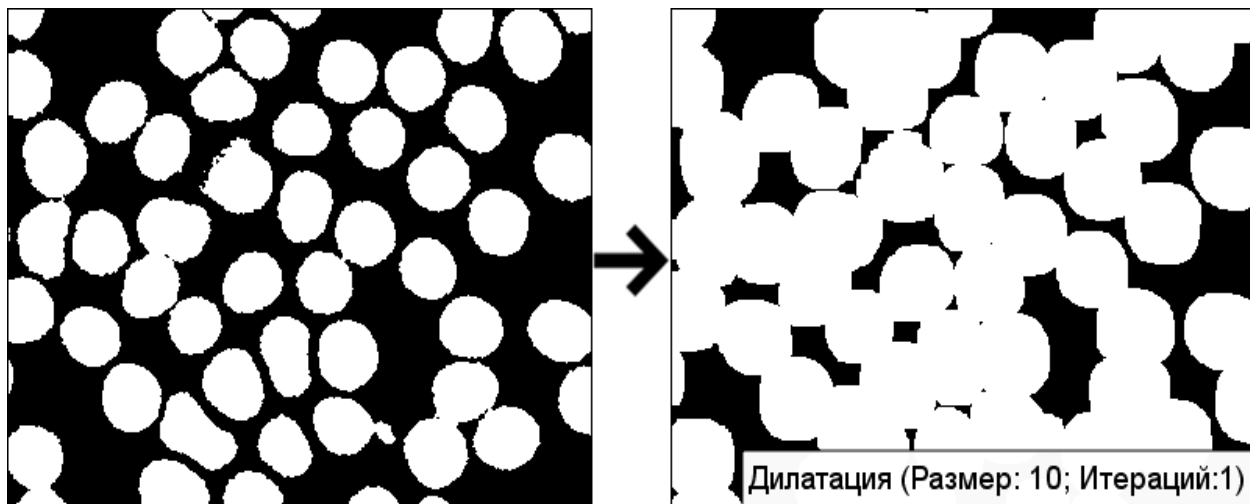


Рисунок 3.3 — Приклад операції дилатації

Параметрами фільтра є:

- Розмір (size);
- Ітерації (iteration).

Розмір задає околиця дії фільтра навколо кожної точки. Ітерація задає кількість дій.

Морфологічні оператори можуть бути застосовані до greyscale зображенням, наприклад, для зменшення шуму або збільшення яскравості зображення.

3.3 Обробка меж

Відповідно до роботи [17] гістограма представляє собою графік значення змінної величини протягом заданого діапазону. У цьому алгоритмі розпізнавання номерного знака, використана горизонтальна і вертикальна гістограма, яка представляє собою по стовпцях і рядках гістограми відповідно. Ці гістограми являють собою суму різниць значень сірого між сусідніми пікселями зображення, по стовпцях і рядках. У зазначеній вище стадії, спочатку обчислюється горизонтальна гістограма. Щоб знайти горизонтальну гістограму, алгоритм проходить через кожен стовпець зображення. У

кожному стовпці, алгоритм починається з другого пікселя зверху. Різниця між другим і першим пікселя обчислюється. Якщо різниця перевищує певний поріг, він додається до загальної суми відмінностей. Потім алгоритм буде рухатися вниз, щоб обчислити різниці між третім і другим пікселів. Зрештою, створюється масив, що містить суму за стовпцями. Той же самий процес здійснюється для визначення вертикальної гістограми. У цьому випадку рядки обробляються замість стовпців.

Відповідно до роботи [17], ми збираємося зробити горизонтальні і вертикальні гістограми для обробки країв, в той час як ми вже перетворили зображення у відтінки сірого. У кінцевому рахунку, все із сум стовпців зберігаються в матриці. Якщо ми побудуємо матрицю, то ми отримаємо результат, як на рисунку 3.4. Жовтим маркером відзначена область знаходження номерного знака.

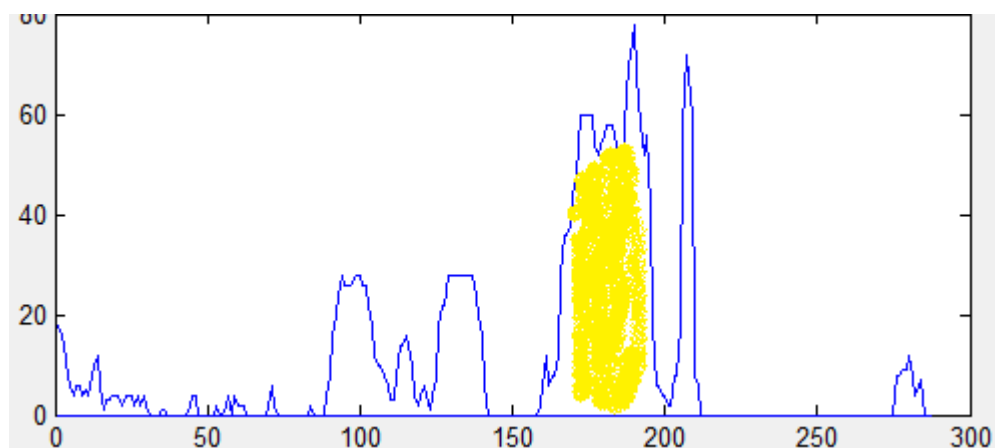


Рисунок 3.4 — Область знаходження номерного знака

Де вісь x: позиція рядка пікселів в зображенні, а вісь y: кількість разів різниця в рівні між сірою сусідніх пікселів перевищує порогове значення.

Існує функція прикордонного рівня виявлення, вбудована в MATLAB, де можна використовувати різні методи і порівнювати один з одним. Після тестування, ми вибрали метод Робертса, який зробив нашу програму краще.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виявлення регіону горизонтальною обробкою кордонів здійснюється наступним чином: якщо кількість білих пікселів на стовпець протягом тривалого часу вище, то розраховується заздалегідь поріг, і ми припускаємо, що деякі регіони вказують на горизонтальне положення номерного знака. У разі, якщо вибрано декілька регіонів, то ми працюємо з найширшим (як показано на рисунку 3.4).

Для вертикальної обробки краю застосовується такий же метод, який використовується для горизонтального, але тільки тепер дивимося не кількість білих пікселів в стовпці, а на кількість пікселів у відношенні його сусідніх йдущих підряд. Результати наведені на гістограмі на рисунку 3.5:

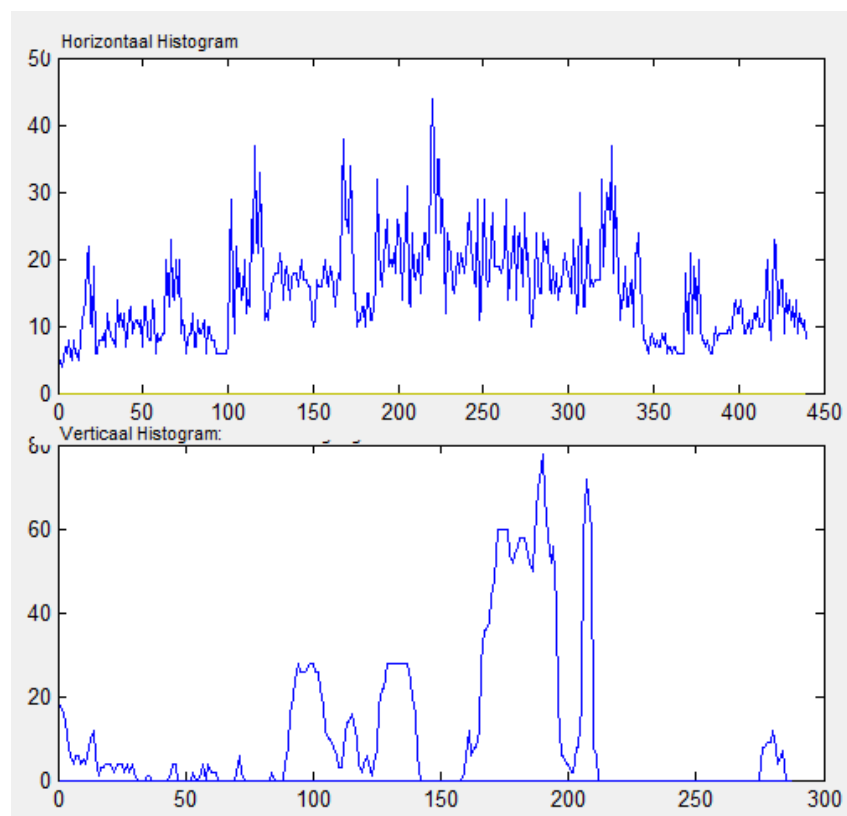


Рисунок 3.5 — Горизонтальна і вертикальна обробка зображення

Де вісь x: позиція рядка на зображенні, верхній графік вісь y: число білих пікселів на ряд; нижній графік, вісь x: кількість підрахованих переходів (1 -> 0, 0 -> 1) по ряду.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рисунку 3.6 представлена вже виділена область з початкового зображення. Як бачимо, номерний знак вирізан вірно.



Рисунок 3.6 — Результат вертикальної і горизонтальної обробки

3.4 Виділення меж

Виділення меж (виділення країв) — термін в теорії обробки зображення і комп'ютерного зору, частково з області пошуку об'єктів і виділення об'єктів, ґрунтується на алгоритмах, які виділяють точки цифрового зображення, в яких різко змінюється яскравість або є інші види неоднорідностей.

Для подальшої роботи, ми видаляємо непотрібну інформацію, і залишаємо інформацію, що стосується краю номерного знака. Для виявлення країв, ми використовуємо вбудовану MATLAB-функцію (перехресний оператор Робертса — один з алгоритмів виділення кордонів, який обчислює суму квадратів різниць між діагонально суміжними пікселями).

Але для цього необхідно перетворити вихідне зображення в півтонове (розділ 3.1).

Після того як обрані можливі області символічних написів, впливає з даних областей, яка з максимальною достовірністю містить область з символічними написами (тобто виключення некоректних кандидатів). Для видалення некоректних кандидатів зі списку можливих областей номерного знака можна використовувати метод евристики. Для цього спочатку необхідно біналізувати отримані можливі області номерного знака. Якщо кандидат містить наступні ознаки, який виключає:

- велика кількість білих пікселів в лівій або правій половині;
- велика кількість чорних крапок в лівій або правій половині.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Причина, по якій дані кандидати будуть виключені — область номерного знака повинна містити чорні символи на білому фоні, причому перший символ знаходиться близько до лівого краю області номерного знака, а останній — до правого.

Таким чином, на виході ми отримуємо бінарне зображення, нарешті, алгоритм виявлення країв показаний на рисунку 3.7:



Рисунок 3.7 — Виділення країв номерного знака

3.5 Сегментація символів номерного знака

Перед застосуванням OCR окремі символи в тексті розділяються за допомогою процесу поділу їх посимвольно [17-22].

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кроки для сегментації символів представлені в пунктах 3.5.1 та 3.5.2.

3.5.1. Бінарізація зображення платини

Процедури сегментації та розпізнавання працюють з бінарним зображенням, тобто тільки з чорними і білими пікселями. Тому перш ніж передавати роботу цих процедур, потрібно вихідне кольорове зображення привести до бінарного вигляду. Це завдання вирішується в два етапи.

На першому етапі кольорове зображення перетворюється в чорно-біле і представляється в градаціях сірого (рисунок 3.7). Для кожного пікселя обчислюється його яскравість в межах від нуля до 255. Рівню яскравості 0 відповідає чорний колір, рівню 255 — білий. Таким чином, для зберігання зображення припадає один байт на піксель. Яскравість пікселя обчислюється по одній з наступних формул:

$$I = \frac{R + G + B}{3}. \quad (3.4)$$

$$I = \frac{\max(R + G + B) + \min(R + G + B)}{2}. \quad (3.5)$$

де R , G , B — нормований на 256 (один байт) червоний, зелений та блакитний компонент кольору пікселя відповідно.



Рисунок 3.7 — а) кольорове зображення, б) чорно-біле зображення

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Другим етапом є власне бінаризація. Результат бінаризації залежить від заздалегідь заданого параметра — співвідношення чорних пікселів і загальної їх кількості на зображенні. Далі наводиться докладний опис процедури бінаризації [23]. Приклади бінаризації зображення з різними параметрами наведені на рисунку 3.8.



Рисунок 3.8 — Бінаризація, а) вихідне зображення, б) 25% чорних пікселів, в) 50% чорних пікселів, г) 75% чорних пікселів

Алгоритм бінаризації зображення [24].

1. Створюємо одновимірний масив I з 256 елементів (від 0 до 255). Заповнюємо його нулями.
2. Пробігаємо попіксельно все зображення. Збільшуємо на одиницю значення в комірці масиву I , відповідної яскравості пікселя $i(I[i]++)$. У підсумку, значення кожного осередку масиву $I[i]$ буде дорівнює кількості пікселів яскравості рівня i на всьому зображенні.
3. На цьому кроці визначається поріг яскравості a . Нехай N — загальна кількість пікселів (висота, помножена на ширину), k — коефіцієнт, що визначає кількість чорних пікселів. Тоді kN дорівнюватиме бажаній кількості чорних пікселів на бінарному зображенні. Підсумовуємо значення комірок масиву, починаючи з нульової до тих пір, поки значення цієї суми не перевищить kN . Індекс останньої сумовної комірки і буде порогом a .

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Повторно пробігаємо по піксельно все зображення. Порівнюємо рівень яскравості кожного пікселя з порогом a . Якщо цей рівень менше або дорівнює a , то піксель стає чорним, інакше — білим.

Зображення піддається фільтрації. Фільтр підкреслення країв накладається на кожен піксель зображення, обчислюється сума добутків значень матриці і рівнів яскравості зображення.

Отримане число є яскравістю відповідного пікселя в новому зображенні (рисунк 3.9).

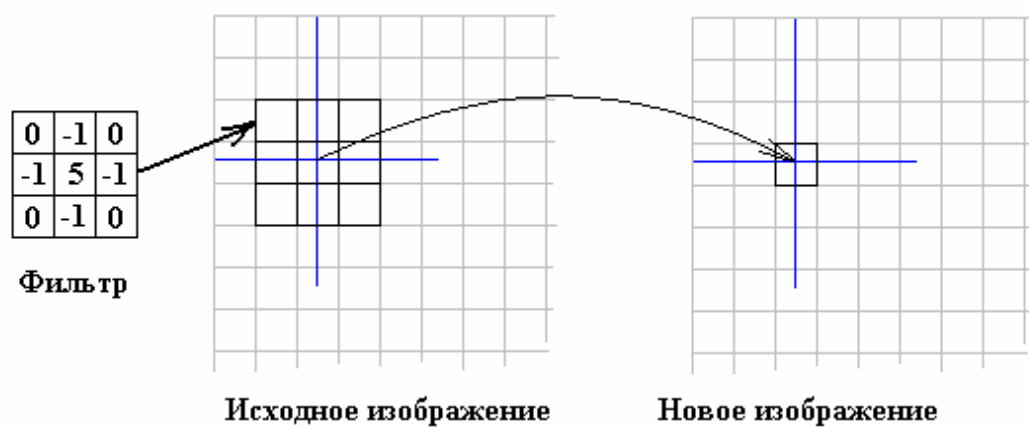


Рисунок 3.9 — Фільтрація зображення

Приклад фільтрації наведений на рисунку 3.10:

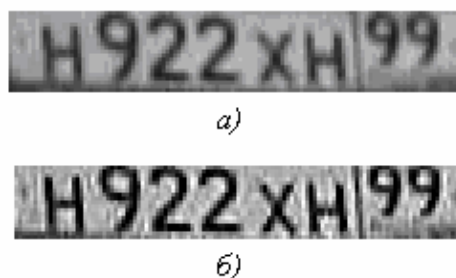


Рисунок 3.10 — а) вихідне зображення, б) оброблене фільтром підкреслення країв зображення

Профільтроване зображення піддається процедурі бінаризації (рисунки 3.11) і передається на сегментацію.

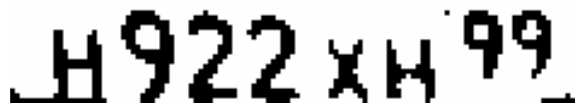


Рисунок 3.11 — Зображення, готове до сегментації

3.5.2. Вертикальна проекція для сегментації стовпців

Розглянемо обрізане зображення зліва направо по стовпцях після точного місця розташування верхньої та нижньої межі і підрахуємо загальну кількість чорних крапок в кожному стовпці [25-26]. Порогове значення встановлено в $h/10$. Визначимо кожне значення в масиві проекції. Якщо проекція $[i]$ більше, ніж $h/10$, проекція $[i]$ дорівнює одному. В іншому випадку, проекція $[i]$ встановлюється в нуль. Де h не модифікує рядок на бінарному зображенні після точної локалізації верхньої і нижньої меж. Потім символи обрізаються шляхом вибору частин, що мають проекцію $[i] = 1$.

Перед алгоритмом розпізнавання символи повинні бути уточнені в блок, який не містить додаткові пробіли (пікселі) з усіх чотирьох сторін символів.



Рисунок 3.12 — Сегментація символів



Рисунок 3.13 — Символи після видалення зайвих пробілів з чотирьох сторін

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Алгоритм сегментації [27-29].

1. Знайти рядок заголовка, знаходячи горизонтальну проекцію слова, тобто пошук рядків з максимальними чорними пікселями.
2. Знайти ширину заголовка.
3. Видалити рядок заголовка. Після видалення заголовка наше слово ділиться на три горизонтальні частини, відомі як верхня зона, середня зона і нижня зона.
4. Застосувати вертикальну проекцію після видалення рядка заголовка.
5. Витягти символи як у попередньому алгоритмі.

3.6 Оптичне розпізнавання символів (OCR)

Детектування об'єкта за шаблоном може стати в нагоді у безлічі випадків. Найпростіший приклад — пошук заздалегідь заданого об'єкта.

Оптичне розпізнавання символів (англ. optical character recognition, OCR) — механічний або електронний переведення зображень рукописного, машинописного або друкованого тексту в текстові дані — послідовність кодів, що використовуються для представлення символів в комп'ютері (наприклад, в текстовому редакторі). Розпізнавання широко використовується для конвертації книг і документів в електронний вигляд, для автоматизації систем обліку в бізнесі або для публікації тексту на веб-сторінці. Оптичне розпізнавання тексту дозволяє редагувати текст, здійснювати пошук слова чи фрази, зберігати його в більш компактній формі, демонструвати або роздруковувати матеріал, не втрачаючи якості, аналізувати інформацію, а також застосовувати до тексту електронний переказ, форматування або перетворення в мову. Оптичне розпізнавання тексту є досліджуваної проблемою в областях розпізнавання образів, штучного інтелекту та комп'ютерного зору.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кроки алгоритму OCR [30-31].

1. Вже сегментували номерний знак усередині функції OCR (рисунок 3.14, а).

2. Це зображення перетворюється у відтінки сірого для розрахунку порога (рисунок 3.14, б).

3. За допомогою порога зображення перетворюється в бінарне зображення (рисунок 3.14, в).

4. Всі регіони сегментовані.

5. Середнє число чорних пікселів кожного регіону розраховується як поріг.

6. Якщо кількість чорних пікселів на одиницю площі менше, ніж порогове значення (середнє), то він буде видалений.

7. Всі регіони, в яких висота менше, ніж ширина ($\times 10\%$) видаляються. Остаточний результат показаний на рисунку 3.14, г.

8. Нарешті, ми порівнюємо всі залишилися регіони з кожною буквою в базі (рисунок 3.16).

Це порівняння виконується за допомогою методу кореляції, описаного нижче.

Порівняння за допомогою БД, у якій німецькі номерні символи, тому що саме вона була знайдена у відкритому доступі.

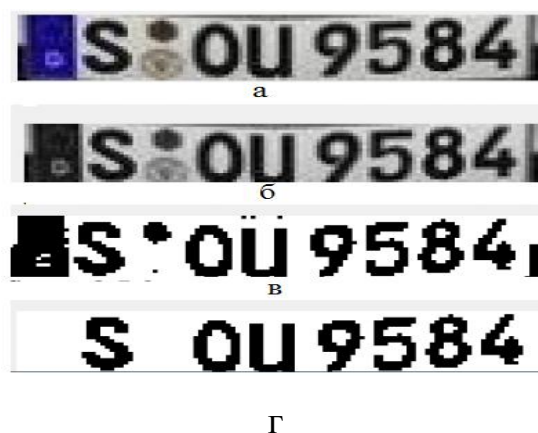


Рисунок 3.14 — Сегментація та виконання алгоритму OCR

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

OCR в даний час використовується для порівняння кожного окремого символу з повною буквено-цифровий базою даних, використовуючи відповідність шаблону. Шаблон відповідності є одним з методів оптичного розпізнавання символів. Зображення символу порівнюється з символами бази даних і знаходить найкращу подібність (рисунок 3.15). OCR фактично використовує метод кореляції, щоб відповідати окремому символу.

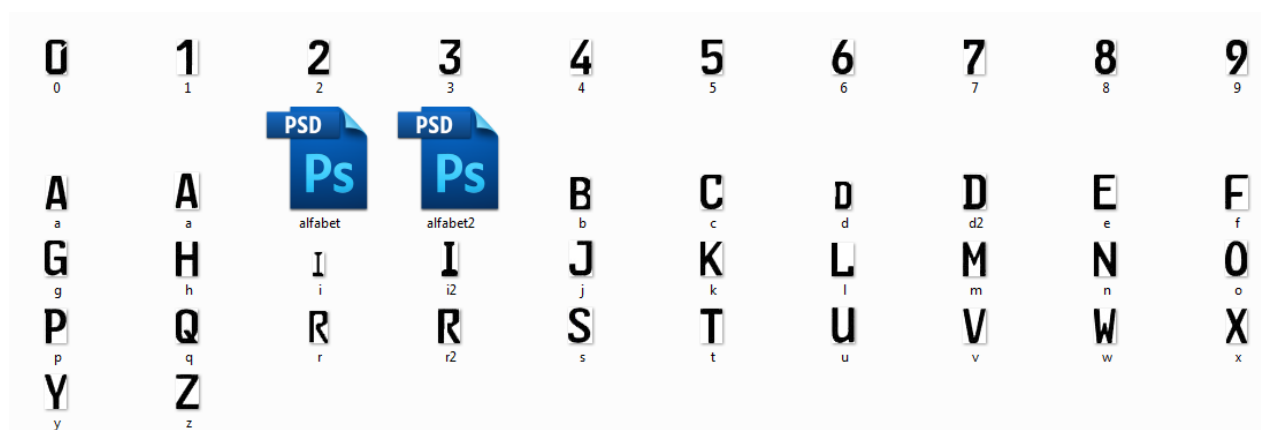


Рисунок 3.15 — База даних символів

Зображення перетворюється у бітовий масив 12x12. Бітовий масив представлений 12x12-матрицею або векторами 144 з 0 і 1 координатами, рисунок 3.16.

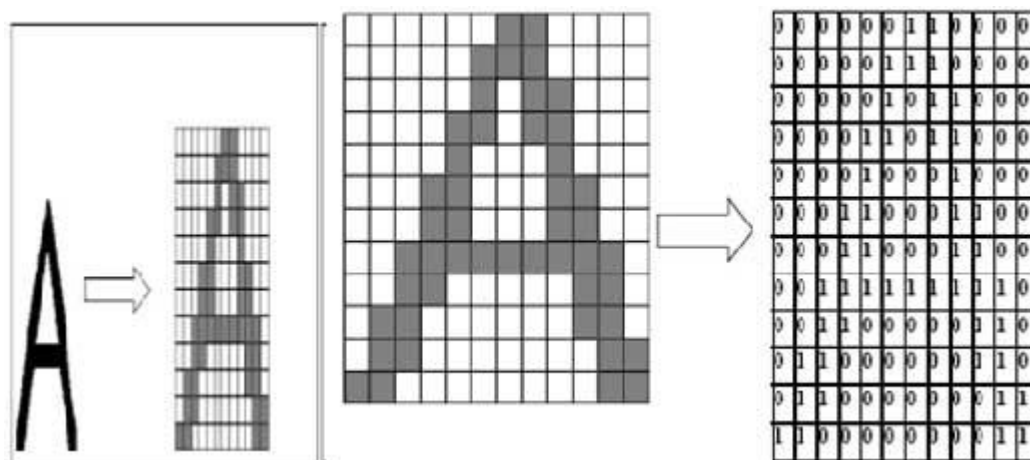


Рисунок 3.16 — Бітовий масив представлений матрицею 12x12

Цей процес включає використання бази даних символів або шаблонів. Існує шаблон для всіх можливих вхідних символів. Для розпізнавання поточний вхідний символ порівнюється з кожним шаблоном, щоб знайти або точну відповідність, або шаблон з найближчим поданням введення символу. Якщо $I(x,y)$ є вхідним символом, $Tn(x,y)$ є шаблоном n , то функція відповідності $s(I,Tn)$ поверне значення, яке вказує, наскільки добре шаблон n відповідає вхідному символу [32]. Деякі більш загальні функції відповідності є кореляцією на основі наступної формули :

$$s(I, Tn) = \frac{\sum_{i=0}^w \sum_{j=0}^h (I(i, j) - |I|)(Tn(i, j) - |Tn|)}{\sqrt{\sum_{i=0}^w \sum_{j=0}^h (I(i, j) - |I|)^2} \sqrt{\sum_{i=0}^w \sum_{j=0}^h (Tn(i, j) - |Tn|)^2}}. \quad (3.6)$$

Кореляційний метод — метод розпізнавання образів, при якому для кожного класу розпізнаваних об'єктів в декартовому просторі ознак задається еталонна область і будь розпізнаваний об'єкт належить до класу, відповідному найближчій еталонній області; остання формується шляхом допустимих перетворень одного або декількох еталонних векторів класу [33].

Кореляційний метод заснований на обчисленні взаємної кореляції між об'єктами і еталонами. З безлічі k альтернативних варіантів вибирається той об'єкт (або еталон), при якому виходить максимальна сума взаємної кореляції:

При ідентифікації об'єктів зручно користуватися коефіцієнтами кореляції, які в першому наближенні дають і оцінку ймовірності віднесення об'єкта до даного еталону:

$$R(k) = \frac{K(k)}{K_{\max}(k)}, K_{\max}(k) = F_k^2(x, y), \quad (3.7)$$

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $K_{\max}(k)$ — значення автокореляції еталонів.

Кореляційний метод більш надійний, але вимагає значно більшого обсягу обчислень. Але при обробці бінарних зображень це не настільки суттєво, оскільки перемножування одинітових чисел зводиться до простої логічної операції «І».

Розглянуті вище методи вимагають однакової орієнтації зображень об'єкта й еталона, суміщення їх по просторових координатах і витримування однакових масштабів.

Ідея кореляційного рішення зводиться до обчислення кореляційної функції $K(x,y)$ вихідного зображення $I(x,y)$ та зображення еталона $E(x,y)$. Якщо у вихідному зображенні знайдеться фрагмент, ідентичний $E(x,y)$, то в цьому місці $I(x,y)$ виникне локальний екстремум. Все поле кореляційної функції піддають високочастотній фільтрації для придушення шумів, розмитих піків і пороговим методом селекують положення еталонного об'єкта. Недоліками кореляційного методу є висока чутливість до розбіжності масштабу, орієнтації, яскравості і значний обсяг обчислень. Останній недолік долають шляхом паралельних обчислень на безлічі спеціалізованих мікропроцесорів, досягаючи високої швидкості через втрату універсальності обчислювача. Метод може давати "помилкові тривоги" у разі відсутності пошукового об'єкта у вихідному зображенні, і, крім того, є суб'єктивізм у виборі порога, виду високочастотного фільтра і деяких інших параметрів. Позитивною рисою методу є те, що він працює безпосередньо з зображенням, а не з похідними ознаками.

3.7 Вплив навколишнього середовища на визначення меж номерного знака

Вживаний метод виявлення меж створює проблему, в тому числі області за межами автомобіля також будуть відображається в кінцевому результаті, і неможливо буде розпізнати символи.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цю проблему можна спостерігати на наступних рисунках 3.17 і 3.18. На рисунку 3.17, протестували зображення з автомобілем. Це призводить до того, що на гістограмі дуже важко визначити положення номерного знака

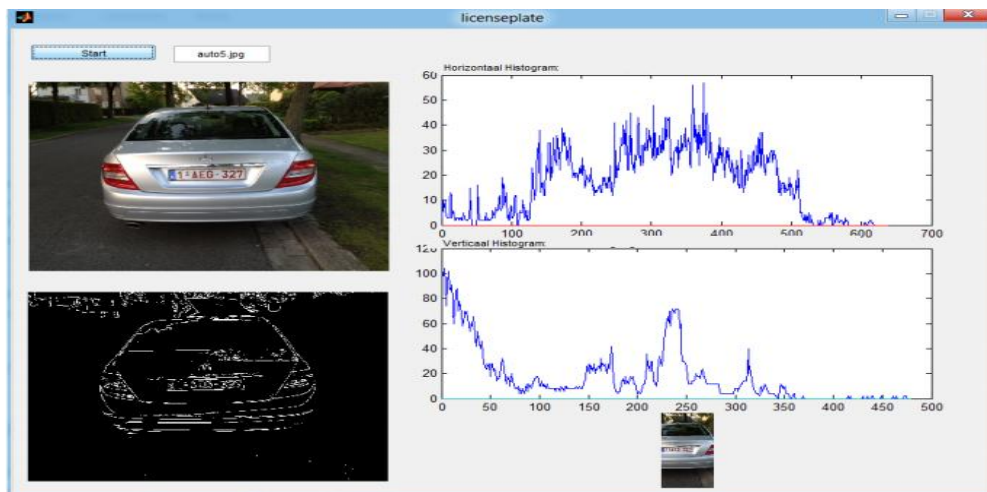


Рисунок 3.17 — Результат впливу навколишнього середовища

На рисунку 3.18, однак, ми використовуємо ту ж фотографію, але без факторів навколишнього середовища, результати детектування, в даному випадку, на порядок вище.

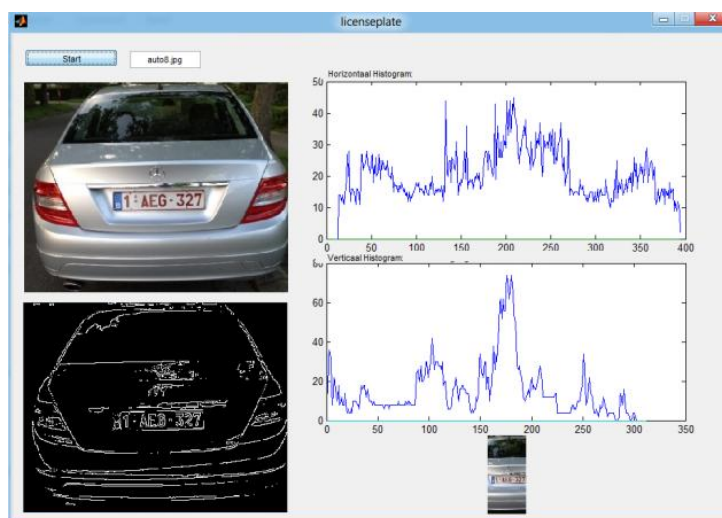


Рисунок 3.18 — Результат впливу навколишнього середовища

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

3.8 Програмна реалізація

На сьогоднішній день система Matlab, зокрема пакет прикладних програм Image Processing Toolbox, є найбільш потужним інструментом для моделювання та дослідження методів обробки зображень. Він включає велику кількість вбудованих функцій, що реалізують найбільш поширені методи обробки зображень. Саме тому була обрана система Matlab. Саму реалізацію програми можна побачити у ДОДАТКУ Б.

Програма реалізована в 2 файлах:

Файл `licenseplate.m` — код для виявлення номерного знака, розпізнавання символів.

Файл `ocr.m` — алгоритм оптичного розпізнавання символів.

Файл `programma.exe` — скомпільований m-файл з GUI (зовнішній вигляд програми). Дозволяє запускати без активного підключення Matlab на платформах Windows.

При запуску програми на екрані з'являється вікно, показане на рисунку 3.19:

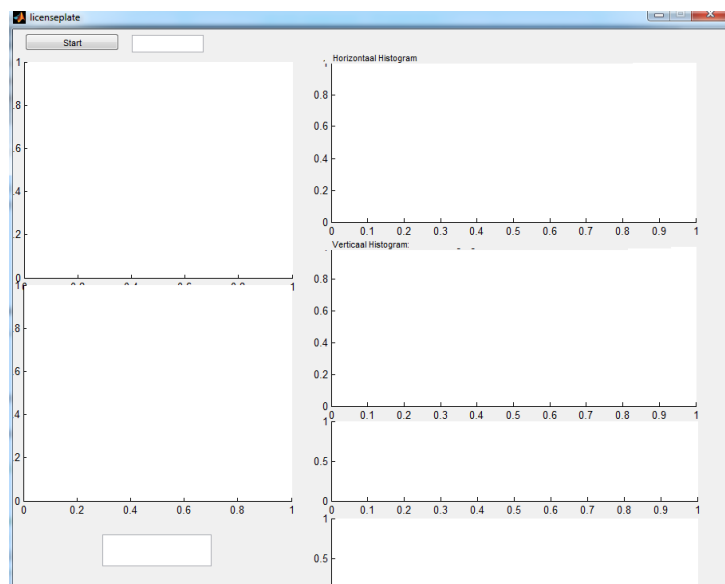


Рисунок 3.19 — Запуск програми

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.9 Результати роботи алгоритма

Проведемо експеримент, взявши за вхідні дані взяті з фотоапарата Canon 1000d KIT зображення. Далі використовуючи розроблений алгоритм, подаємо на вхід, наприклад, зображення *26.jpg*, представлене нижче на рисунку 3.20:



Рисунок 3.20 — Вхідне зображення *26.jpg*

Далі, завантажуюємо його, записуючи назву файлу, і натискаємо «*Start*» (рисунки 3.21):

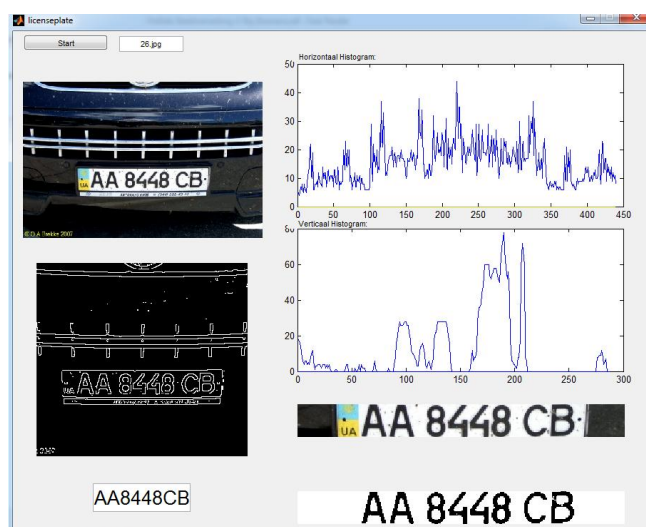


Рисунок 3.21— Результат роботи алгоритма

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Як бачимо, алгоритм розпізнав номерні символи коректно. Нижче, в таблиці 3.1 ми протестували 20 фотографій, визначили середню кількість розпізнаних номерних знаків, а також відсоток успішного розпізнавання номерних знаків (букв і цифр).

Таблиця 3.1 — Проведення експерименту №1

	№ експерименту	Назва фотографії	Інформація(роздільна здатність)	Знайдення номерних plates	Процент успішного розпізнавання номерних знаків(літер та чисел)
	1.	auto1.jpg	448*264	Pass	100%
	2.	auto2.jpg	695*525	Pass	100%
	3.	auto3.jpg	472*358	Pass	81,3%
	4.	auto4.jpg	337*261	Pass	14,28%
	5.	auto5.jpg	380*299	Pass	50%
	6.	auto6.jpg	373*258	Pass	78,28%
	7.	auto7.jpg	502*362	Pass	100%
	8.	auto8.jpg	800*533	Pass	100%
	9.	auto11.jpg	317*288	Pass	78,28%
	10.	auto23.jpg	600*496	Fail	0%
	11.	auto14.jpg	483*379	Pass	75,5%
	12.	auto12.jpg	640*480	Pass	100%
	13.	44.jpg	1024*681	Fail	0%
	14.	32.jpg	637*348	Pass	87,5%
	15.	34.jpg	960*720	Pass	50%
	16.	41.jpg	1024*576	Pass	83,4%
	17.	33.jpg	318*159	Pass	89,7%
	18.	26.jpg	440*288	Pass	100%
	19.	36.jpg	600*198	Fail	0%
	20.	65.jpg	551*435	Pass	85,7%
total	20	---	---	Співвідношення Pass/ Fail 17/3	77,4 %

Виходячи з отриманих даних, видно, що 17 з 20 номерних знаків алгоритм успішно розпізнав, і 77.4% успішного розпізнавання символів. Нижче на рисунках 3.22 і 3.23 показані діаграми з результатами дослідження.

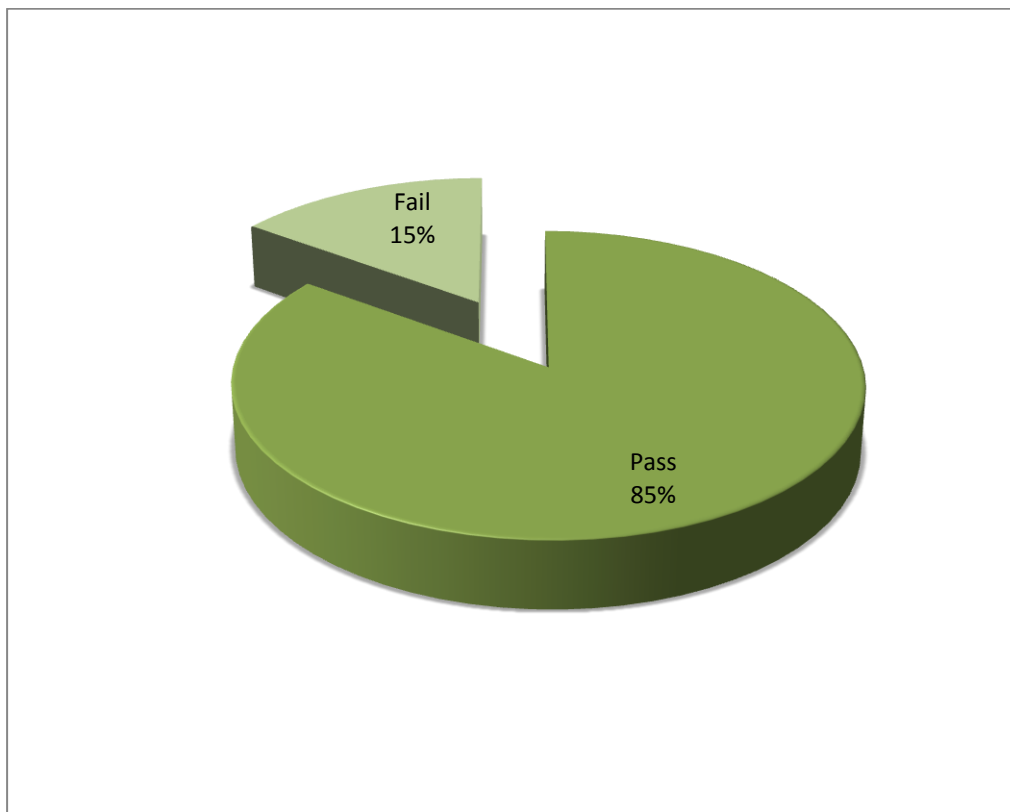


Рисунок 3.22 — Результати розпізнавання номерних знаків

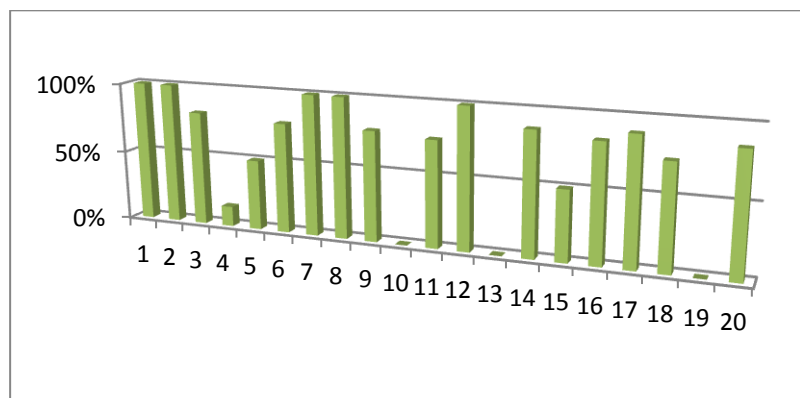


Рисунок 3.23 — Результати розпізнавання номерних символів

Проведемо експеримент № 2. Для нього нам знадобитися у вигляді вхідних даних взяті з камери зображення, але з урахуванням різних кутів.

Так як розмір номера на кадрі невідомий, також як і розташування площини номерів відносно фокальної площині камери, необхідно провести процедуру вирівнювання. Так як вже відомі чотири координати положення

кутів номери і відомо, ідеальне розташування номера для розпізнавання, то можна за даними відповідностям знайти матрицю 3x3 гомографії. За допомогою знайденої матриці ми перетворимо кожен піксель знайденого спотвореного номера, в результаті чого отримуємо прямокутний номерний знак , готовий до подальшої обробки.

Нижче представлена таблиця 3.2 з додаванням колонок «Кут», «Відстань від камери до машини» та «Інформація (фокусна відстань)».

Таблиця 3.2 — Проведення експерименту №2

	№ експерименту	Назва фотографії	Інформація(роздільна здатність, фокусна відстань)	Кут	Відстань від камери до машини	Знайдення номерних plates	Процент успішного розпізнавання номерних знаків(літер та чисел)
	1.	IMG_3937.jpg	3888*2592 40mm	50° 38°51`	5 м	Pass	100%
	2.	IMG_3938.jpg	3888*2592 43mm	51° 36°20`	4.75 м	Pass	100%
	3.	IMG_3939.jpg	3888*2592 55mm	40° 28°50`	3.8 м	Pass	81,3%
	4.	IMG_3940.jpg	3888*2592 18mm	76°10`	5.2 м	Fail	0%
	5.	IMG_3941.jpg	3888*2592 55mm	40° 28°50`	5.2 м	Pass	100%
	6.	IMG_3942.jpg	3888*2592 55mm	40° 28°50`	12 м	Pass	89,7%
	7.	IMG_3943.jpg	3888*2592 55mm	40° 28°50`	5.3 м	Pass	100%
	8.	IMG_3944.jpg	3888*2592 38mm	49° 40°41`	6 м	Pass	78,28%
	9.	IMG_3945.jpg	3888*2592 55mm	40° 28°50`	10 м	Pass	81,3%
	10.	IMG_3946.jpg	3888*2592 24mm	60°50`	3.5 м	Fail	0%
	11.	IMG_3947.jpg	3888*2592 35mm	63° 43°50`	3 м	Pass	100%
	12.	IMG_3948.jpg	3888*2592 35mm	63° 43°50`	4 м	Pass	89,7%
	13.	IMG_3949.jpg	3888*2592 53mm	41° 29°50`	7 м	Pass	78,28%
	14.	IMG_3950.jpg	3888*2592 55mm	40° 28°50`	8.5 м	Pass	81,3%

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.2

	15.	IMG_3951.jpg	3888*2592 34mm	50° 45°00`	4 м	Pass	100%
	16.	IMG_3952.jpg	3888*2592 24mm	84° 60°50`	2 м	Pass	78,28%
	17.	IMG_3953.jpg	3888*2592 24mm	84° 60°50`	3 м	Pass	100%
	18.	IMG_3954.jpg	3888*2592 40mm	50° 38°51`	7.5 м	Pass	89,7%
	19.	IMG_3955.jpg	3888*2592 55mm	40° 28°50`	9 м	Pass	100%
	20.	IMG_3956.jpg	3888*2592 55mm	40° 28°50`	7 м	Pass	78,28%
total						Співвідношення Pass/ Fail 18/2	81.3%

Виходячи з отриманих даних, видно, що 18 з 20 номерних знаків алгоритм успішно розпізнав, і 81.3% успішного розпізнавання символів. Нижче на рисунках 3.24 і 3.25 показані діаграми з результатами роботи.

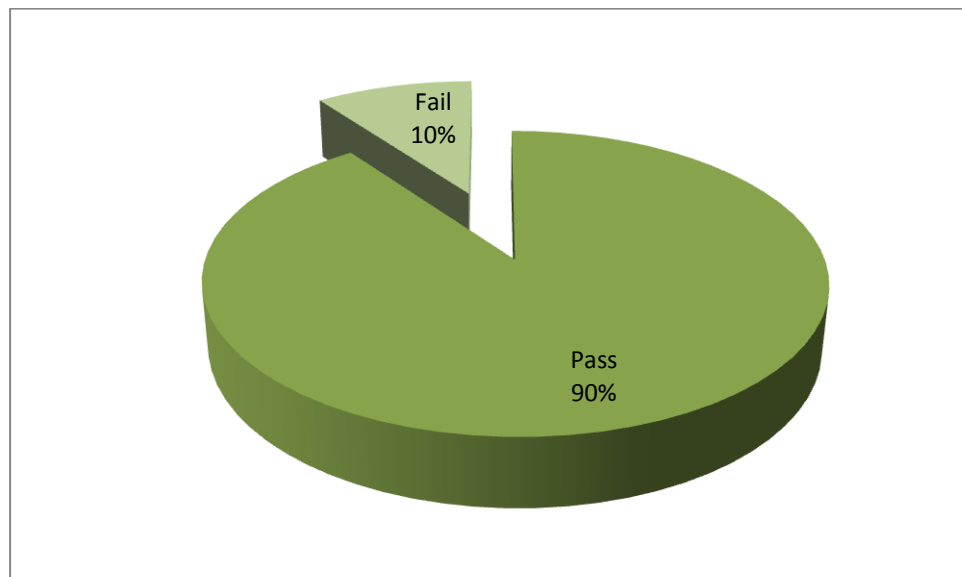


Рисунок 3.24 — Результати розпізнавання номерних знаків

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

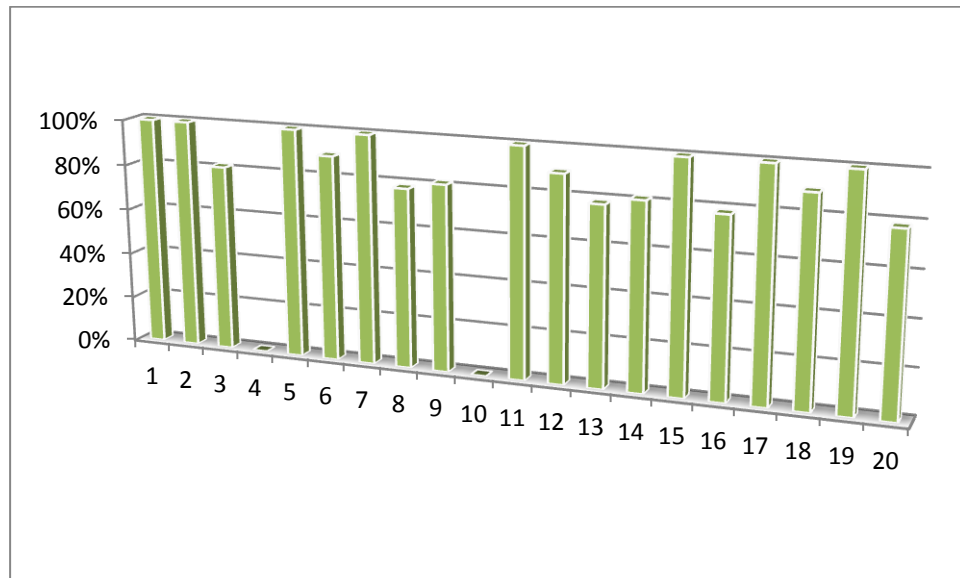


Рисунок 3.25 — Результати розпізнавання номерних символів

3.10 Висновки

Для реалізації системи з обробки та розпізнаванню зображень з символічної інформацією була обрана система Matlab R2012b. На основі даної мови програмування був розроблений доступний і легкий у використанні інтерфейс системи, що навіть недосвідчений користувач, якщо має хоча б малі навички користувача персональних комп'ютерів, зможе без всяких проблем працювати з даною програмою. Проаналізувавши систему на ефективність розпізнавання, отримали показник в 77.4 % ймовірності правильного розпізнавання, що є задовільним результатом без вирівнювання зображення і 81.3 % з вирівнюванням. Це говорить про те, що проблема з перспективними спотвореннями вирішена.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ

4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів на робочому місці

Дипломна робота присвячена проведенню оцінки ефективності розпізнавання номерних знаків з попереднім вирівнюванням. Робота виконується з застосуванням персонального комп'ютера. Об'єктом дослідження з охорони праці є робоче місце оператора ЕОМ.

Умови праці при роботі зі студійними цифровими системами і комп'ютерами визначаються санітарно-гігієнічними та технічними факторами, що мають вплив на здоров'я оператора. Аналіз умов праці складається в порівнянні фактичних рівнів параметрів із гранично припустимими (ПДУ), відповідно до вимог ССБТ і НПАОП 0.00-1.31-99 «Правила охорони праці при експлуатації ЕОМ».

Умови праці на робочому місці аналізуються за наступними факторами:

- недостатня освітленість на робочому місці;
- знижена температура на робочому місці;
- підвищений рівень шуму;
- перепади напруги в електромережі.

4.2 Нормування виділених факторів

Нормування виділених небезпечних та шкідливих факторів наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 — Нормування факторів

Фактор	Значення	Норма	Документ
Понижена температура	Температура, t, °C		ГОСТ 12.1.005-88
	12	13–29	ДБН В.2.2-15-2005

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 4.1

недостатня швидкість повітря	Швидкість повітря, v, м/с		
	0,1	0,1–0,6	
Недостатня освітленість	150 лк	300 лк	ДБН 13.2.5 – 28 – 2006
Підвищений рівень шуму	80дБ	65дБ	ГОСТ12.1.003 – 83 ДБН В.1.2-10-2008
Перепади напруги	< 180 В > 250 В	220 ± 10% В	ГОСТ 13109-97

4.3 Пожежна безпека

Одним із найважливіших виробничих факторів є пожежна безпека. Особливо його значення зростає в приміщенні з недостатнім вільним простором, великою кількістю електронної техніки, корпуси яких більшістю зроблені з горючих матеріалів, велика кількість електричної проводки.

Згідно НАПБ Б.03.002-2007 “Пожаробезопасность веществ и материалов” пожежа визначається як неконтрольоване горіння поза спеціального вогнища, що несе матеріальний збиток.

Характеристика категорій приміщень і будівель з вибухопожежної та пожежної небезпеки наведені у таблиці 4.2

Таблиця 4.2 — Основні характеристики категорій приміщення

Категорія А	Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою не більше 28 ° С в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа Речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 КПа.
-------------	--

Продовження таблиці 4.2

Категорія Б	Горючий пил або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28 \ "З Горючі рідини в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, при спалаахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує б КП б кПа.
Категорія В	Горючі і важкогорючі рідини, тверді горючі і важкогорючі речовини і матеріали (в тому числі пил і волокна), речовини і матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним горе йти за умови, що приміщення, в яких вони утримуються (використовуються), не відносяться до категорій А та Б.
Категорія Г	Негорючі речовини і матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променевого тепла, іскор, полум'я горючі газу, рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.
Категорія Д	Негорючі речовини і матеріали в холодному стані. До категорії Д належать приміщення, в яких в системах машин охолодження і гідроприводу наявні ГР в системах смазки, охолодження і гідропривода обладнання при тиску не вище 0,2 МПа, а також у яких кабелі електропроводки до обладнання , окремі предмети меблі на місцях.

Надлишковий тиск розраховується за формулою 4.1.

Так як на робочому місці неможливо присутність горючих газів або рідин, отже коефіцієнт участі пального у вибуху дорівнює 0.

$$\Delta P = \frac{m H_T P_0 z}{V_{св} \rho_B C_P T_0} \cdot \frac{1}{K_H}, \quad (4.1)$$

де H_T — теплота згорання, Дж·кг⁻¹;

ρ_B — щільність повітря до вибуху, кг · м⁻³;

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

T_0 — початкова температура, °K;

C_p — теплоємність повітря, Дж·кг⁻¹·K⁻¹;

K_H — коефіцієнт негерметичності приміщення;

Z — коефіцієнт участі пального у вибуху, який у даному випадку наближується до нуля.

Обраний тип приміщення лабораторії відноситься до категорії – «Д», тобто знижена пожежна небезпека. В лабораторії знаходяться дерев'яні меблі, носії інформації (папір, магнітна лента). Пожежною безпекою передбачена наявність двох вогнегасників ОУ-8, ОХП-10.

4.4 Розрахунок штучного освітлення

Приміщення, в якому знаходиться робоче місце оператора, має наступні характеристики:

- довжина приміщення — 10 м;
- ширина приміщення — 6 м;
- висота — $H = 4$ м;
- тип ламп у світильнику — ДРЛ;
- висота робочої поверхні — $h_{\text{пов}} = 0,8$ м;
- висота звису світильника — $h_{\text{зв}} = 0,7$ м;

Крапковий метод визначається за формулою 4.2

$$E = \frac{I_a \cdot \cos^3 \alpha}{h_{\text{св}}^2}, \quad (4.2)$$

де I_a — сила світла, для умовної лампи зі світловим потоком в 1000 лм, Кд;

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

α — кут між вертикальною площиною та напрямком світлового потоку;

$h_{св}^2$ — висота підвісу світильника, м.

Розміщення світильника показано на рисунку 4.1.

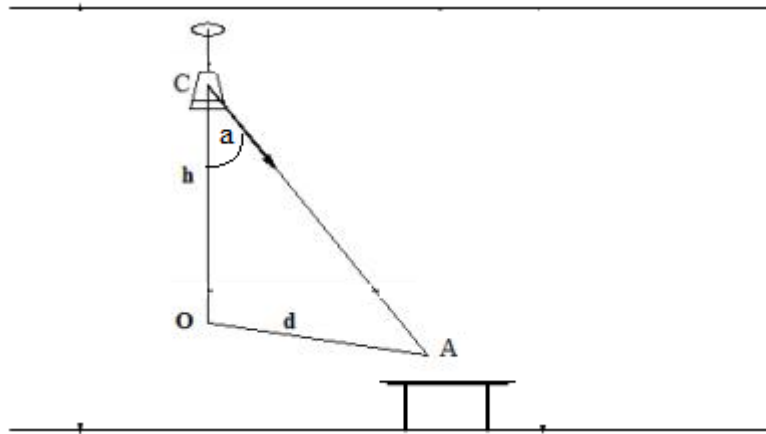


Рисунок 4.1 — Розміщення світильника

З рисунку 4.1 $h = H - h_{пов} - h_{зв} = 4 - 0,7 - 0,8 = 2,5$ м; $d = 3$ м.

За просторовими ізолюксами (рисунок 4.2) визначаємо $e = 18$, $\sum e = 18$, тому що обрана 1 лампа.

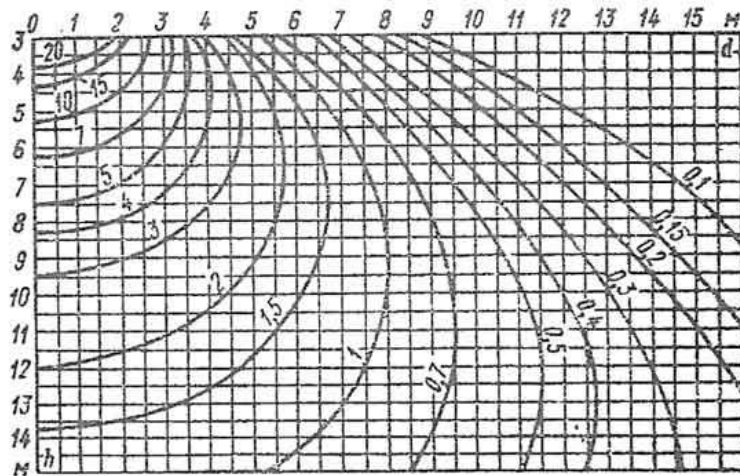


Рисунок 4.2 — Просторова ізолюкси умовної горизонтальної освітленості для світильника ДРЛ

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Визначаємо світловий потік за формулою 4.3

$$\Phi = 1000 \cdot \frac{E_{\text{норм}} \cdot K}{\mu \cdot \sum e}, \quad (4.3)$$

де $E_{\text{норм}} = 300 \text{ лк}$;

K — коефіцієнт запасу, $K = 1,4$;

μ — коефіцієнт додаткової освітленості, $\mu = 1,1$;

$$\text{Відповідно, } \Phi = 1000 \cdot \frac{300 \cdot 1,4}{1,1 \cdot 18} = 21212 \text{ лм.}$$

Обираємо лампу типа ДРЛ-400 з номінальною потужністю 400 Вт зі світловим потоком 24000 лм. Звідси, освітленість в контрольованій точці розраховується по формулі 4.4

$$E = \frac{\Phi \cdot \mu \cdot \sum e}{1000 \cdot K}. \quad (4.4)$$

Тобто $E = \frac{24000 \times 1,1 \times 18}{1000 \times 1,4} = 339 \text{ лк}$, що відповідає нормі. Освітленість є достатньою із запасом у 13%.

4.5 Заходи для усунення шкідливого впливу виявлених факторів

Стосовно пожежної безпеки по-перше має бути складений план евакуації з поверху (який має бути вивішений на видному місці для ознайомлення всіх працівників); по-друге мають бути розміщені на видному та легкодоступному місці вугільно-порошкові вогнегасники — ОХП-10 та ОУ-8. А також бажане розміщення на стелі системи протипожежної безпеки,

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

яка б могла в автоматичному режимі спостерігати та при необхідності загасити пожежу (ще на стадії займання) без втручання людини.

Для того, щоб довести до встановлених норм мікроклімат робочої зони необхідно провести наступні заходи поліпшенню умов праці. Для усунення причин зниженої температури треба поліпшити систему опалення приміщень. Для поліпшення швидкості руху повітря треба закрити всі тріщини й щілини в приміщенні. Для захисту від променевої енергії застосовують:

- теплоізоляція гарячих поверхонь;
- охолодження теплоізолюючих поверхонь;
- екранування джерел випромінювання;
- повітряна душевальня;
- організація раціонального теплового режиму, праці і відпочинку;
- заходи індивідуального захисту.

Треба обладнати кабінет по охороні праці із придбанням необхідних наочних приладдя й відповідного устаткування, чим буде підвищена відповідальність кожного робітника. Робочі приміщення необхідно забезпечити достатньою кількістю засобів індивідуального захисту.

Для створення сприятливих умов зорової роботи освітлення робочих приміщень повинне задовольняти таким умовам:

- рівень освітленості робочих поверхонь має відповідати гігієнічним нормам для даного виду роботи;
- мають бути забезпечені рівномірність та часова стабільність рівня освітленості у приміщенні, відсутність різких контрастів між освітленістю робочої поверхні та навколишнього простору, відсутність на робочій поверхні різких тіней (особливо рухомих);
- у полі зору предмета не повинно створювати сліпучого блиску;
- штучне світло, що використовується на підприємствах, за своїм спектральним складом має наближатися до природного.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.6 Висновки

У даній роботі був виконаний розрахунок штучного освітлення виробничого приміщення, визначено коефіцієнт штучної освітленості, що забезпечує нормовану для даної роботи, величину коефіцієнта штучного освітленості. На основі отриманих розрахунків дійшли висновку, що за даних умов роботи необхідно встановити 1 світильник з лампою ДРЛ-400 для ефективного освітлення приміщення.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Побудова розглянутої автоматичної системи фіксації порушень ПДР стало можливим в більшій мірі завдяки розвитку сучасних методів і алгоритмів комп'ютерного зору і зростання продуктивності персональних комп'ютерів. Зібрані воедино математичні методи і програмний код дозволяють створити систему забезпечення контролю над безпекою дорожнього руху.

Мета даної дипломної роботи — вивчення та аналіз методів обробки зображень та розпізнавання номерних знаків транспортних засобів.

Визначення найбільш відповідних до конкретного завдання методів обробки зображення і сегментації символів дозволить знизити вимоги до умов розпізнавання, що дуже важливо в задачі розпізнавання номерних знаків транспортних засобів.

В рамках проведених робіт виконано:

1. На підставі аналізу літературних джерел виділено основні етапи реалізації та алгоритми, які можуть бути використані при проектуванні заданої системи. Необхідними для вирішення цього завдання є фільтрація, виявлення кордонів, бінаризація і сегментація, а найбільш придатними методами розпізнавання — кореляційні і шаблонні методи.

2. Оцінені вимоги до програмного забезпечення, виконаний пошук функціонально подібних програмних продуктів та проведено аналіз переваг і недоліків.

3. Реалізована попередня обробка зображень з метою поліпшення їх якості і зручної локалізації номерного знака.

4. Реалізовано алгоритм вирівнювання зображення для подальшої роботи з системою розпізнавання номерних знаків.

5. Реалізовано алгоритм розпізнавання символів в режимі, зручним для користувача — GUI.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Зроблено оцінку ефективності розпізнавання номерних символів без попереднього вирівнювання та з ним. Результати цілком задовольняють заданим вимогам, з урахуванням можливого впливу навколишнього середовища на зображенні, номерних знаків таких країн як Бельгія, Вірменія, Росія.

Подальші дослідження спрямовані на наступні аспекти:

1. Глибокий аналіз основних методів обробки зображень та розпізнавання номерних знаків транспортних засобів.

2. Розробка нових комбінованих або модифікованих методів для розпізнавання номерних знаків.

3. На підставі проведеного дослідження буде розроблена функціональна система розпізнавання номерних знаків транспортних засобів, за допомогою якої можна буде перевірити вибрані методи розпізнавання на ефективність.

4. Створення функціонуючої системи з камерами відеоспостереження, підключенням БД для внесення розпізнаних номерних знаків.

5. Можливе застосування форензики для підтвердження істинності зображень, знятих з фотоапарата.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. J.L. Alty «computer science» (англ.) // International Encyclopedia of Information and Library Science. — 2002. — с. 98-101.
2. И.С. Личканенко. Методы обработки изображений и распознавания образов для задачи обнаружения номерных знаков транспортных средств // Информатика и компьютерные технологии — 2013 — Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2013
3. Авто-Инспектор — система распознавания автомобильных номеров [Электронный ресурс]. — Режим доступа:
<http://www.iss.ru/products/intelligent/auto/>
4. АПК «АВТОУРАГАН» [Электронный ресурс]. — Режим доступа:
<http://www.recognize.ru/node/23>
5. Fahmy M.M.M., 1994, Automatic Number plate Recognition : Neural Network Approach, Proceedings of VNIS'94 Vehicle Navigation and Information System Conference, 3 1 Aug-2 Sept, pp.291-296, 1994
6. Nijhuis J.A.G., Brugge Ter M.H., Helmholt K.A., Pluim J.P.W., Spaanenburg L., Venema L., Westenberg M.A., 1995, Car License Plate Recognition with Neural Networks and Fuzzy Logic, IEEE International Conference on Neural Networks, pp.2232-2236, 1995
7. Lotufo R.A., Morgan A.D., and Johnson AS., 1990, Automatic Number-Plate Recognition, Proceedings of the IEE Colloquium on Image analysis for Transport Applications, V01.035, pp.6/1-6/6, February 16, 1990.
8. Буземан Г., Келли П. Проективная геометрия и проективные метрики. М., 1957.
9. Бэр Р. Линейная алгебра и проективная геометрия. М., 1955.
10. Юнг Дж. В. Проективная геометрия. М.: ИЛ, 1949.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Kim S.K., Kim D.W., and Kim H.J., 1996, A Recognition of Vehicle License Plate Using a Genetic Algorithm Based Segmentation, Proceedings of 3rd IEEE International Conference on Image Processing, V01.2., pp.661-664, 1996

12. Hontani H., and Koga T., (2001), Character extraction method without prior knowledge on size and information, Proceedings of the IEEE International Vehicle Electronics Conference (IVEC'01), pp. 67-72.

13. Система распознавания автомобильных номеров «НомерОк» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://avtonomerok.com/>

14. Животченко О.В. Реферат по теме выпускной работы: Разработка компьютерной системы обработки изображений с камер видеонаблюдения для определения номерного знака транспортного средства. — Портал магистров ДонНТУ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://masters.donntu.edu.ua/2012/fknt/zhivotchenko/diss/index.htm>

15. Федоров А.В. Реферат по теме выпускной работы: Исследование методов контурной сегментации для построения системы оптического распознавания символов. — Портал магистров ДонНТУ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://masters.donntu.edu.ua/>

16. Грузман И.С., Киричук В.С. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. — 352 с.

17. Воскресенский Е.М., Царев В.А. Моделирование и адаптация систем распознавания текстовых меток на видеоизображениях. — Череповец: ИНЖЭКОН-Череповец. — 2009. — 154 с.

18. Математическая морфология [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/113626/>

19. Путятин Е.П. Нормализация и распознавание изображений [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://sumschool.sumdu.edu.ua/is-02/rus/lectures/pytyatin/pytyatin.htm>

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Абраменко А. Компьютер читает [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.ocrai.narod.ru/fr.html>

21. Брилюк Д.В., Старовойтов В.В. Нейросетевые методы распознавания изображений [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://rusnauka.narod.ru/lib/author/briluk_d_b/1/

22. Тельнов Ю.Ф. Интеллектуальные информационные системы / Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. — М.: МЭСИ, 2004.

23. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. — Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. — 463 с.

24. Аль-Рашайда Хасан Хусейн. Исследование и разработка методов локализации, идентификации и распознавания арабских символов (на примере номерного знака автомобиля). — СПб.: ЛЭТИ, 2008 — 18 с.

25. Антощук С., Крилов В., Бабілунга О. Ієрархічна модель контурної сегментації зображень // Праці 8-ї Міжнародн. конф. «Оброблення сигналів і зображень (УкрОБРАЗ'2006)».- Київ: НАН України — Інститут кібернетики. — 2006. — с.109

26. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. — М.: Техносфера, 2005. — 1072 с.

27. Дуда Р., Харт П. «Распознавание образов и анализ сцен» — М.: Мир, 1976.

28. Копитчук М.Б., Олещук О.В. Попередня обробка зображень // Праці 6-ї Міжнародн. конф. «Оброблення сигналів і зображень (УкрОБРАЗ'2002)». — Київ: НАН України — Інститут кібернетики. — 2002. — с.127-130.

29. Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов. — М.: "Радио и связь", 1989.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

30. Методы компьютерной обработки изображений / под ред. Сойфера В.А. — 2-е изд., испр. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. — 784 с.

31. Распознавание изображений (источник: газета «Компьютер-Информ»)/

<http://www.masters.donntu.edu.ua/2006/fvti/poltava/library/article5.htm>

32. Федяев О.И., Фёдоров А.В. Анализ методов контурной сегментации изображения // Сборник материалов четвёртой международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Информатика та комп'ютерні технології".— Донецк — ДонНТУ — 2008. — 64-65 с.

33. Федяев О.И., Фёдоров А.В. Сравнительный анализ методов контурной сегментации в системах оптического распознавания символов» // Сборник материалов пятой всеукраинской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Комп'ютерний моніторинг та інформаційні технології".— Донецк — ДонНТУ, 2009. — 120-121 с.

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАДОК А

Лістинг програми

```
function[] = rectify()
[filename1,filepath1]=uigetfile({'Image Files'},...
'Select Data File 1');
cd(filepath1);
fp= fopen(filename1);

%%% WORLD
x1(:,1) = [0 0 1]';
x1(:,2) = [200 0 1]';
x1(:,3) = [200 100 1]';
x1(:,4) = [0 100 1]';
%%% IMAGE
im = imread(filename1);
imshow(im);
hold on;
x2 = zeros( size(x1) );
for k = 1 : 4
    p = ginput(1);
    plot( p(1), p(2), 'yo' );
    x2(1:2,k) = p;
    x2(3,k) = 1;
end
hold off;
%%% HOMOGRAPHY
H = homography( x1, x2 );
H = H / H(9);
%%% RECTIFY
T1 = maketform( 'projective', inv(H) );
im2 = imtransform(im, T1);
imshow( im2 );
set( gca, 'Ydir', 'normal' );
%%% -----
function[H] = homography(x1,x2)
[x1, T1] = normalise(x1); % WORLD COORDINATES
[x2, T2] = normalise(x2); % IMAGE COORDINATES
N = length(x1);
A = zeros(3*N,9);
O = [0 0 0];
for n = 1 : N
    X = x1(:,n)';
    x = x2(1,n);
    y = x2(2,n);
    s = x2(3,n);
    A(3*n-2,:) = [ O -s*X y*X];
    A(3*n-1,:) = [ s*X O -x*X];
    A(3*n ,:) = [-y*X x*X O ];
end
```

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

[U,D,V] = svd(A,0); % TOTAL LEAST-SQUARES
H = reshape(V(:,9),3,3)';
H = inv(T2)*H*T1;
%%% -----
function[P2,T] = normalise(P)
P(1,:) = P(1,:)./P(3,:);
P(2,:) = P(2,:)./P(3,:);
P(3,:) = 1;
c = mean(P(1:2,:))'; % TRANSLATE
P1(1,:) = P(1,:) - c(1);
P1(2,:) = P(2,:) - c(2);
dist = sqrt(P1(1,:).^2 + P1(2,:).^2); % SCALE
scale = sqrt(2)/mean(dist);
T = [scale 0 -scale*c(1)
0 scale -scale*c(2)
0 0 1 ];
P2 = T*P; % NORMALIZE POINTS

```

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК Б

Лістинг програми

```
function varargout = licenseplate(varargin)

gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name', mfilename, ...
    'gui_Singleton', gui_Singleton, ...
    'gui_OpeningFcn', @licenseplate_OpeningFcn, ...
    'gui_OutputFcn', @licenseplate_OutputFcn, ...
    'gui_LayoutFcn', [] , ...
    'gui_Callback', []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargin
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end

function licenseplate_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;

guidata(hObject, handles);

function varargout = licenseplate_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject handle to figure
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

varargout{1} = handles.output;

function StartKnop_Callback(hObject, eventdata, handles)
naam=get(handles.naam,'String');
A=imread(strcat('images/',naam));
org=A;
axes(handles.axes1);
[h,w,f]=size(A);
imshow(A);
A = rgb2gray(A);
level = graythresh(A);
A = im2bw(A,level*1.3);
axes(handles.axes2);
A=edge(A,'roberts');
imshow(A);

horHist=zeros(w);
for i=1:w
    tot=0;
    for j=1:h
        if (A(j,i)==1)
            tot=tot+1;
        end
    end
end
```

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

        end
    end
    horHist(i)=tot;
end
axes(handles.axes3);
gem=max(horHist)/2.3;
plot(horHist);
hstart=0;
heinde=0;
width=0;
hcounter=0;
arc=0;
hcoor=zeros(1,2);
for i=1:w
    if horHist(i)>gem(1)
        if (hstart==0)
            hstart=i;
        end
        hcounter=0;
    else
        if hstart>0
            if hcounter>(w*0.07)
                heinde=i-hcounter;
                width=heinde-hstart;
                if (width>(w*0.1))
                    arc=arc+1;
                    hcoor(arc,1)=hstart;
                    hcoor(arc,2)=width;
                end
                hstart=0;
                hcounter=0;
                heinde=0;
                width=0;
            end
            hcounter=hcounter+1;
        end
    end
end
[ww,f]=size(hcoor);
hstart=0;
hwidth=0;
for i=1:ww
    if (hcoor(i,2)>hwidth)
        hwidth=hcoor(i,2);
        hstart=hcoor(i,1);
    end
end
A=A(:,hstart:(hstart+hwidth),:);
axes(handles.axes2);
imshow(A);
verHist=zeros(h);
for j=1:h
    tot=0;
    for i=2:hwidth
        if (A(j,i-1)==1 && A(j,i)==0) || (A(j,i-1)==0 && A(j,i)==1)
            tot=tot+1;
        end
    end
    verHist(j)=tot;
end

```

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

axes(handles.axes4);
verh=zeros(1);
coun=1;
for i=1:h
    if(verHist(i)>0)
        verh(coun)=verHist(i);
        coun=coun+1;
    end
end
gem=mean(verh)
plot(verHist);
vstart=0;
veinde=0;
height=0;
vcounter=0;
arc=0;
vcoor=zeros(1,2);
h*0.07
for(i=1:h)
    if verHist(i)>gem(1)
        if(vstart==0)
            vstart=i;
        end
        vcounter=0;
    else
        if vstart>0
            if vcounter>(h*0.03)
                veinde=i-vcounter;
                height=veinde-vstart;
                if(height>(h*0.05))
                    arc=arc+1;
                    vcoor(arc,1)=vstart;
                    vcoor(arc,2)=height;
                end
                vstart=0;
                vcounter=0;
                veinde=0;
                height=0;
            end
            vcounter=vcounter+1;
        end
    end
end
[l,f]=size(vcoor);
axes(handles.axes5);
A=org(vcoor(1,1):vcoor(1,1)+vcoor(1,2),hstart:(hstart+hwidth),:);
imshow(A);
axes(handles.axes6);
f=ocr(A);
set(handles.plaat,'String',f);
function naam_Callback(hObject, eventdata, handles)
function naam_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function plaat_Callback(hObject, eventdata, handles)
function plaat_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

```

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

%%% -----
function [o_str] = ocr(img)

wait=1;
[h,w,f]=size(img);
imshow(img);
pause(wait);
[h,w,f]=size(img);
img = rgb2gray(img);
imshow(img);
pause(wait);
img=~(img<100);
imshow(img);
pause(wait);
img=~bwareaopen(~img, round((h*w)*0.02));
imshow(img);
pause(wait);
[L Ne]=bwlabel(not(img));
gem=zeros(1);
for n=1:Ne
    [r,c] = find(L==n);
    n1=img(min(r):max(r),min(c):max(c));
    gem(n)=bwarea(n1)
end
gem=mean(gem);
tresh=2;
width=0;
height=0;
verhoudingtresh=1.1;
perc=0;

letters={'a','b','c','d','e','f','g','h','i','k','l','m','n','o','p','q','r','s',
't','u','v','w','x','y','z','0','1','2','3','4','5','6','7','8','9'};
str='';
for n=1:Ne
    [r,c] = find(L==n);
    n1=img(min(r):max(r),min(c):max(c));
    height=max(r)-min(r)+1;
    width=max(c)-min(c)+1;
    perc=bwarea(n1)/(height*width);

    if(~(bwarea(n1)<gem(1)/tresh || bwarea(n1)>gem(1)*tresh)) &&
height>(width*verhoudingtresh) && perc>0.3
        imshow(n1);
        perc2=0;
        bestmatch=1;
        for(t=1:35)
            imfile=strcat('images/ocr/',char(letters(t)),'.jpg');
            LL=imread(imfile);
            LL=imresize(LL,[height width]);
            LL = rgb2gray(LL);
            level = graythresh(LL);
            LL = im2bw(LL,level);
            LL=n1 & LL;

            percv=bwarea(LL)/(height*width);

```

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		


```

        if (percv>perc2)
            perc2=percv;
            bestmatch=t;
        end
        end
        str=strcat(char(str),char(letters(bestmatch)));
    else
        img(min(r):max(r),min(c):max(c))=1;
    end
    pause(wait);
end
o_str=str
imshow(img);

end

```

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК В

Графічні матеріали

1. Оцінка ефективності розпізнавання номерних знаків з попереднім вирівнюванням
2. Класи методів розпізнавання символів
3. Вирівнювання (ректифікація) зображення
4. Результати роботи алгоритму вирівнювання
5. Етапи розпізнавання номерних знаків
6. Результати експерименту №1
7. Результати експерименту №2
8. Результати експерименту №2
9. Висновки

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК Г

CD та відомість електронних документів

№	Найменування файлу	Вміст
1	диплом.7z	Дипломна робота
2	source.7z	Код програми
3	Презентація.pptx	Презентація диплома
4	плакати.7z	Плакати

					ВБ101.170102.062.011 ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		