

УДК 629.113(07):004.01:004.04

Каганюк О.К., к.т.н., доц. Поліщук М.М., к.т.н.

Луцький національний технічний університет

ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В РОЗПІЗНАВАННІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЗА ДОПОМОГОЮ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ МЕТОДІВ

Каганюк О.К., Поліщук М.М. Використання інноваційних технологій в розпізнаванні транспортних засобів за допомогою радіолокаційних методів. В даній статті проводиться аналіз розпізнавання номерних знаків транспортних засобів з подальшою ідентифікацією з точки зору безпеки дорожнього руху. Необхідним, для вирішення поставленої задачі, є шумоподавляюча фільтрація з подальшим виявленням сегментації. А найбільш привабливим методом розпізнавання є кореляційний метод.

Ключові слова: номерний знак, відеоспостереження, LoG-фільтр, піксель, бінарне зображення, алгоритм, скелетизація, Fahmy.

Каганюк А.К., Полищук Н.Н. Использование инновационных технологий в распознавании транспортных средств с помощью радиолокационных методов. В данной статье проводится анализ распознавание номерных знаков транспортных средств с дальнейшей идентификацией с точки зрения безопасности дорожного движения. Необходимым в решении поставленной задачи есть шумоподавляющая фильтрация сигнала с последующей сегментацией. А наиболее приемлемым методом распознавания, является корреляционный метод.

Ключевые слова: номерной знак, видеонаблюдение, LoG-фильтр, пиксель, двоичное изображение, алгоритм, скелетизация, Fahmy.

Kaganyuk A.K., Polischuk N.N. The Use of innovative technologies in recognition of transport vehicles by radiolocation methods. In this article an analysis is conducted recognition of registration numbers of transport vehicles with further authentication from point of safety of travelling motion. By a necessity in the decision of the put task est' shumopodavlyayuschaya filtration of signal with subsequent segmentation. And by the most acceptable method of recognition, there is a cross-correlation method.

Keywords: license plate, video surveillance, LoG, filter, pixel, binary image algorithm, skeletize, Fahmy.

Постановка наукової проблеми. Місцезнаходження транспортних засобів, цінних вантажів, рухомих об'єктів, розпізнавання номерних знаків набуває все більшої значення в повсякденному житті і є вкрай **актуальні** при створенні сучасної інфраструктури на сьогоднішній день. Вони дозволяють управляти маршрутами автотранспортних засобів, забезпечувати безпеку автомашин і здійснювати їх пошук у разі викрадення, або інших життєвих ситуацій. Такі системи дозволяють в автоматичному режимі здійснювати пропуск на режимний об'єкт, автоматизувати процес видачі пропусків з подальшим відстеженням в умовах здійснення перевезень.

Сьогодні актуальним є безпека дорожнього руху транспортних засобів та ідентифікація автомобілів за їх реєстраційним номерним знаком. Розробка та створення систем контролю та розпізнавання номерних знаків мають все більше поширення у різних сферах народного господарства.[1].

Актуальність задачі в розпізнаванні номерних знаків транспортних засобів полягає в тому, що з кожним днем на шляхах стає більше автомобілів, що в свою чергу створює проблеми у великих містах, особливо в «часи пік», тому виникає потреба в створенні автоматизованих систем контролю та відстеження як транспортних засобів, так і номерних знаків рухомого транспорту.

Аналіз досліджень. У даний час існує досить велика кількість систем розпізнавання номерних знаків, але не всі з них є якісною та надійною продукцією. Системи з високою швидкістю і точністю розпізнавання є комерційними, засекреченими і дорогими, що не дозволяє здійснити їх масове впровадження [1,13]. Тому, наша задача полягає в тому, щоб визначити найбільш ефективні системи. Провести аналіз функціонування тих систем виявити основні методи ідентифікації, створити раціональний алгоритм і націлити зусилля на створення і вдосконалення розробляє мої системи.

Важливою проблемою в контролі номерних знаків є визначення найбільш ефективних методів обробки зображень та розпізнавання автомобільних номерних знаків, а також створення нових комбінованих або модифікованих методів для якісного розпізнавання системи в реальному часі.

Для досягнення поставленої *мети* необхідно вирішити наступні задачі:

1. Аналіз методів і здійснення обробки зображень при локалізації номерного знака.
2. Аналіз методів сегментації.
3. Дослідження методів розпізнавання образів.
4. Розробка і дослідження алгоритмів розпізнавання символів.

5. Вибір методів розпізнавання і оцінка їх ефективності.

6. Розробка системи для обробки зображення з камер відеоспостереження для розпізнавання номерного знака транспортного засобу.

В даній статті не буде можливим розглянути всі вказані методи і поставлені задачі, тому ми зупинимось на перших двох методах, це аналіз методів по обробці зображень і аналіз методів сегментації

Задача 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 номерний пластини.

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

У зв'язку зі складністю поставленої задачі що до розпізнавання автомобільних номерів в її загальній постановці, рішенням як всієї задачі в цілому, так і окремих її аспектів присвячено велику кількість робіт.

Виклад основного матеріалу. У світі вже існують розробки, які стосуються розпізнавання автомобільних номерних знаків. Розглянемо деякі з них.

Система «Авто-Інспектор» – 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.

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

У системі «Авто-Інспектор» 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 даної системи:

- розпізнавання реєстраційного номера автомобіля;
- виявлення появи автомобіля в кадрі;
- 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 текстовий формат);
- ефективна взаємодія з різними охоронними системами (охоронного телебачення, контролю доступу);
- запис кожного проїзду, в'їзду/виїзду транспортних засобів;
- зіставлення розпізнаного номера з інформацією бази даних (власної або зовнішньої) [2].

АПК «Автоураган» – апаратно-програмний комплекс автоматичного розпізнавання зображень державних реєстраційних знаків транспортних засобів.

Відеозображенням, що надходить на комп'ютер, дає можливість проводити розпізнавання реєстраційних знаків автомобілів; перевірку їх за підключеними базами даних з видачею повідомлення оператору та збереженням інформації про проїзд або з виконанням іншої призначеної дії.

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

Для ефективного використання систем по ідентифікації номерних знаків, необхідно використовувати модульний принцип, який може дозволити провести уніфікацію в будові таких систем.

Які переваги дає модульний принцип будови таких систем? Модульний принцип дозволяє утворювати як розподілену мережеву клієнт – серверну систему, так і одночасно локальну систему, де використовується обмежена кількість комп'ютерів, це по – перше, по – друге, модульний принцип дозволяє удосконалювати дану систему так і нарощувати, доповнюючи її іншими модулями з конкретними функціями для конкретного підприємства.[3].

У даній області ведуться також дослідження, наприклад, Fahmy [4], який запропонував метод двобічної асоціативної пам'яті нейронної мережі для читання номерних знаків. Цей метод підходить

для невеликої кількості моделей. Інші компанії, такі як Nijhuis і Ter Brugge et al [5] пропонували використання нечіткої логіки і нейронних мереж для номерних знаків транспортних засобів. Даний метод дозволяє використовувати нечітку логіку для сегментації і дискретно-часові клітинні нейронні мережі для виділення ознак. Lotufo, Morgan і Johnson [6] запропонували автоматичну систему розпізнавання номерного знака за допомогою оптичних методів. Такі компанії як розпізнавання символів. S.K. Kim, D.W. Kim і H.J. Kim [7] запропонували у розпізнаванні символів використовувати генетичний алгоритм сегментації для локалізації області з номерним знаком. Hontani [8] запропонував спосіб вилучення символів без знання їх положення і розмірів зображення.

На національному рівні розробляються системи розпізнавання автомобільних номерних знаків компанією «ЕФ ЕФ», яка є провідним виробником на українському ринку. В даний час компанія займається випуском систем безпеки і відеоспостереження. Вони виробляють обладнання та програмно-апаратні комплекси, що покривають широкий спектр завдань в області безпеки, та керування технологічними процесами.

Система «НомерОК» проводить захоплення відеопотоку, розпізнавання автомобільних номерів в потоці, збереження події з записом номера, часу і кадру з номером. У програмі передбачена можливість внесення розпізнаних номерів у «білий» і «чорний» списки і додавання коментарів до розпізнаного номера [9].

При локалізації номерного знака є зображення з камери, які найчастіше зашумлені, розмиті. Для усунення адитивного та імпульсного шуму проводиться попередня обробка такого сигналу який згладжується фільтрами (гаусовський і медіанний фільтри). При фільтрації яскравість (сигнал) кожної точки вихідного зображення, викривленого перешкодою, замінюється деяким іншим значенням яскравості [10].

В обробці зображень використовується двовимірна дискретна функція Гауса з нульовим середнім:

$$G[i, j] = e^{-(i^2+j^2)/2\sigma^2} \quad (1)$$

Фільтр, побудований на її основі, служить для згладжування. При цьому виконуються маніпуляції з параметром σ^2 (встановлене значення дисперсії зазвичай набагато більше обчисленого, що призводить до більш ефективного шумозаглушення, але й збільшує ступінь розмивання зображення).

При медіанній фільтрації використовується двовимірне вікно (маска фільтра), що має центральну симетрію. Центр вікна розташовується в поточній точці фільтрації. Форма вікна може бути різною. Розміри апертури оптимізуються в процесі аналізу обробки і залежать від детальності зображення. Відліки, що опинилися в межах вікна, називаються робочою вибіркою поточного кроку.

Значення елементів робочої вибірки упорядковуються за зростанням. Вибирається елемент, який займає центральне положення в цій послідовності – медіана. Якщо центральне значення є шумовим викидом, то фільтр забезпечить його придушення.

Для виконання подальших етапів необхідно виконати виділення на зображенні меж об'єктів – безперервних кривих, в яких спостерігається різкий стрибок яскравості.

Виділення меж здійснюється за допомогою градієнтних фільтрів першого і другого порядку. Використовуючи, наприклад, фільтр другого порядку – LoG-фільтр компанії (Marr-Hildreth), працює шляхом зв'язання зображення з лапласіаном функції Гауса. Він поєднує в собі виявлення меж зі згладжуванням.

Маска фільтра G буде визначатись із слідкуючого масива.

$$G := \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \\ 4 & 5 & -8 & 5 & 4 \\ 6 & -8 & -52 & -8 & 6 \\ 4 & 5 & -8 & 5 & 4 \\ 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{pmatrix}$$

Результат роботи фільтру LoG представлений на рис. 1.



Рис. 1. Зображення номерного знака автомобіля: а) вихідне зображення, б) з виділеними межами

Відповідно з алгоритмом сегментації, проводиться пошук координат передбачуваних символів на локалізованій зоні. На першому етапі сегментації обчислюються оцінки правдоподібності приналежності пікселів лініям символів. У найпростішому випадку використовуються або готові результати накладення фільтра Н, або безпосередньо яскравість пікселів. Результатом першого етапу є масив оцінок правдоподібності EZh_{xw} .

Другий етап – обчислення вектора середньої оцінки правдоподібності за стовпцями:

$$A_j = \frac{1}{h} \sum_{i=1}^h EZ_{ij} \quad (2)$$

Вектор А дозволяє виявити проміжки фону між символами, які проявляються у вигляді екстремумів, якщо розглядати А як функцію.

На третьому етапі проводиться виявлення вертикальних роздільників – меж між символами. Для цього кожному елементу зіставляється оцінка правдоподібності N_i . Чим вище ця оцінка, тим вища ймовірність того, що в даному місці знаходиться проміжок фону між символами. Індeksi і обраних N_i – це координати вертикальних роздільників (межі) між символами:

$Dev = \{dev1, dev2, \dots, devk\}$, где k – кількість знайдених роздільників.

На четвертому етапі здійснюється уточнення вертикальних і горизонтальних меж символів. Для цього методом Отсу обчислюється порогове значення яскравості для фрагмента зображення між двома роздільниками. Поріг дозволяє бінаризованими фрагмент і в результаті знайти координати виділеного на фрагменті об'єкта [11, 14,15].

Для спрощення задачі розпізнавання символів номерного знака застосовується морфологічна ерозія. Мета такої обробки – отримання скелета символу (зображення шириною в 1 піксель).

Ерозія бінарного зображення А структуруючим елементом В позначається $A \ominus B$ та задається виразом:

$$A \ominus B = \{z \in A | B_{\approx} \subseteq A\} \quad (3)$$

При виконанні операції ерозії структурний елемент проходить по всім пікселям зображення. Якщо в деякій позиції кожен одиничний піксель структурного елементу співпадає з одиничним пікселем бінарного зображення, то виконується логічне додавання центрального пікселя елемента з відповідним пікселем вихідного зображення (рис. 2).

У результаті застосування операції ерозії всі об'єкти, менші, ніж структурний елемент, стираються, а об'єкти, з'єднані тонкими лініями стають роз'єднаними, та розміри всіх об'єктів зменшуються [12,14,15]. Якщо структурний елемент являє собою єдиний піксель, то в результаті виходить якісний острів об'єкта.

Після попередньої обробки та сегментації можна приступати до вирішення задачі розпізнавання.

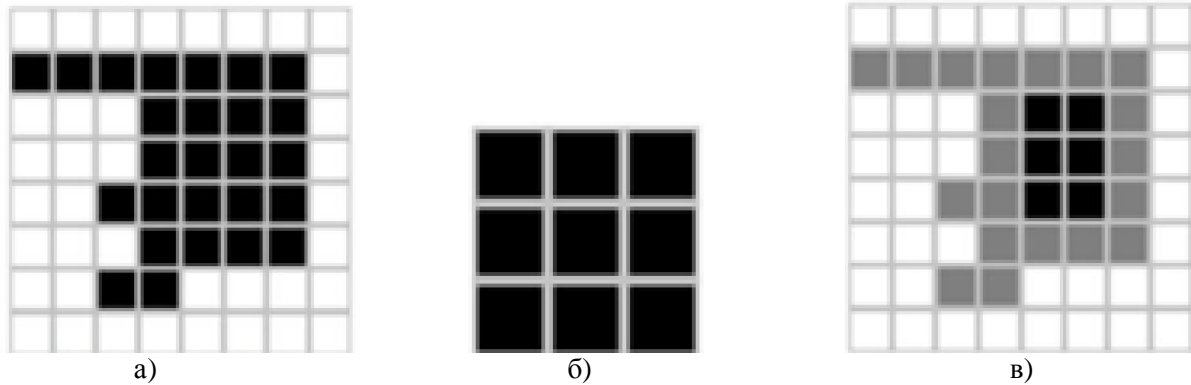


Рис. 2. Логічне додавання центрального пікселя елемента з відповідним пікселем вихідного зображення: а) бінарне зображення А, б) структурний елемент В, в) витончення зображення А структурним елементом В²

Висновки та перспективи подальшого дослідження. 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 шумоподавляюча фільтрація, виявлення меж, скелетизація та сегментація, а найбільш придатними методами розпізнавання – кореляційні, шаблонні методи і нейронні мережі.

1. Личканенко И.С. Методы обработки изображений и распознавания образов для задачи обнаружения номерных знаков транспортных средств // Информатика и компьютерные технологии – 2013. – Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2013
2. Авто-Инспектор – система распознавания автомобильных номеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iss.ru/products/intelligent/auto>.
3. АПК «АВТОУРАГАН» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.recognize.ru/node/23>
4. Fahmy 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
5. 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
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Система распознавания автомобильных номеров «НомерОк» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://avtonomerok.com>.
10. Грузман И.С., Киричук В.С. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. – 352 с.
11. Воскресенский Е.М., Царев В.А. Моделирование и адаптация систем распознавания текстовых меток на видеоизображениях. – Череповец: ИНЖЭКОН-Череповец. – 2009. – 154 с.
12. Математическая морфология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/113626/>
13. Личканенко І.С. Дослідження методів та пошук ефективного алгоритму для задачі розпізнавання номерних знаків транспортних засобів електронне посилання <http://masters.donntu.org/2013/fknt/lichkanenko/diss/indexu.htm>
14. Фурман Я.А., Кривецкий А.К., Передреєв А.К. Введение в контурный анализ; приложение к обработке изображений и сигналов. – 2-е изд., испр. – М.:ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 592 с.
15. Методы компьютерной обработки изображений / Ред. Соїфеф В.А. – М.:ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 784 с.