

**УДК 621: 681.7**

*В.С. Стаднічук, студент групи ПО-81мн, д.т.н., професор В.Г. Колобродов*  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

## **ДЕТЕКТУВАННЯ ДОРОЖНЬОЇ РОЗМІТКИ ПЕРЕТВОРЕННЯМ ХАФА**

**Анотація.** У даній роботі розглянуті і проаналізовані існуючі методи обробки зображень в оптико-електронних системах активної безпеки допомоги водінню, основні причини виникнення ДТП, концепції автономного водіння. Запропоновано розробку власного універсального оптико-електронного приладу для всіх типів автомобілів. Основним недоліком таких систем є відсутність мобільності. Аналіз існуючих систем активної безпеки виявив ряд безперечних переваг оптико-електронних систем, а також довів ефективність їх застосування.

**Ключові слова:** ADAS, Autonomous Driving Car, SLAM, LIDAR, SAE, обробка зображень

### **ВСТУП**

В даний час комп'ютеризація в автомобілебудуванні розвивається швидкими темпами і відіграє величезну роль у безпеці дорожнього руху. За допомогою комп'ютерних технологій автоматизується широке коло процесів, які в недалекому минулому покладалися на людину.

Актуальною, затребуваною і цікавою темою цього дослідження є аналіз і розробка власного універсального приладу «консультування» водія (ADAS) в питанні активної безпеки.

### **ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ**

При русі автомобіль знаходиться в своїй смузі і не повинен з неї виїжджати, але водій може втратити контроль над автомобілем, внаслідок чого транспортний засіб може почати переміщатися на сусідню смугу, що може привести до особливо сумних наслідків у разі переміщення на зустрічну смугу. За статистикою National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), 40-60% всіх аварій на трасах прямо або побічно пов'язані з тим, що автомобіль залишає свою смугу [1,2].

Недолік ринкових рішень систем безпеки пов'язаний з відсутністю мобільності і універсальності. Кожен автовиробник розробляє подібні системи виключно під свій модельний ряд і доступні дані системи для автомобілів преміального сегмента. А на дорогах загального користування їх кількість не перевищує 5% [3].

Виходячи з даної статистики був зроблений висновок про те, що найбільш небезпечним і поширеним є вихід автомобіля за межі своєї смуги руху, що, в свою чергу, провокує серйозні ДТП. У зв'язку з цим було прийнято рішення про розробку приладу, що попереджає водія про схід зі смуги руху.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

В результаті даного дослідження був розроблений і налагоджений алгоритм виявлення дорожньої розмітки та визначення положення автомобіля щодо цієї розмітки. Було випробувано два алгоритму пошуку дорожньої розмітки: статистичний аналіз зображення і перетворення Хафа. Розглянемо етапи виявлення розмітки кожним алгоритмом:

- 1) Попередня обробка
  - 1.1) Освітлення

Зображення - це матриця чисел, що відповідають за інтенсивність (яскравість) кожного пікселя. Тому для зміни яскравості півтонування просто множимо матрицю чисел зображення на довільний коефіцієнт  $k$  (рис. 1 і 2).



Рисунок 1. Еталонне зображення



Рисунок 2. Освітлене зображення

### 1.2) Бінарне перетворення

Алгоритм вимагає перетворення кольорового зображення в бінарне. Бінарне зображення (дворівневе, двійкове) - різновид цифрових растрових зображень, коли кожен піксель може представляти тільки один з двох кольорів (рис. 3) [4]. Також необхідно провести попередню обробку зображень (освітлення/затемнення, видалення шумів, видалення неінформативних ділянок).



Рисунок 3. Бінарне зображення



Рисунок 4. Морфологічне

відкриття

### 1.3) Морфологічне відкриття

Являє собою послідовне застосування ерозії і нарощення. Призводить до з'єднання областей фону, раніше роз'єднаних вузькими ділянками пікселів об'єктів [9]. Морфологічне відкриття згладжує контури об'єкта, обриває вузькі перешийки, ліквідує виступи невеликої ширини (рис. 4).

### 1.4) Очищення граничних елементів на зображення

Ця функція виконує операцію придушення світлової структури, околиця якої пов'язані з краями зображення (рис.5).

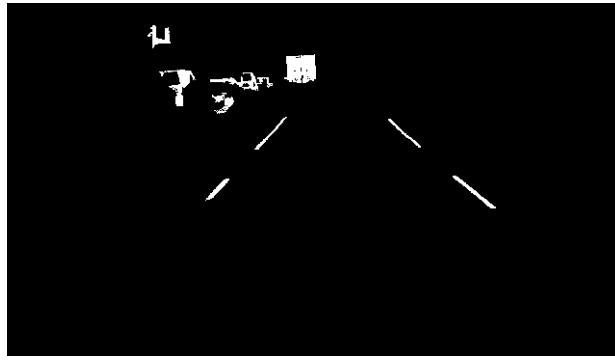


Рисунок 5. Очищення граничних елементів

## 2) Перетворення Хафа

Перетворення Хафа (Hough Transform) - алгоритм, чисельний метод, застосовуваний для виявлення елементів з зображення (патент 1962 р Поля Хафа). Це перетворення використовується при аналізі зображень, при цифровій обробці зображень, а також для пошуку об'єктів, що належать певного класу фігур (рис. 6).

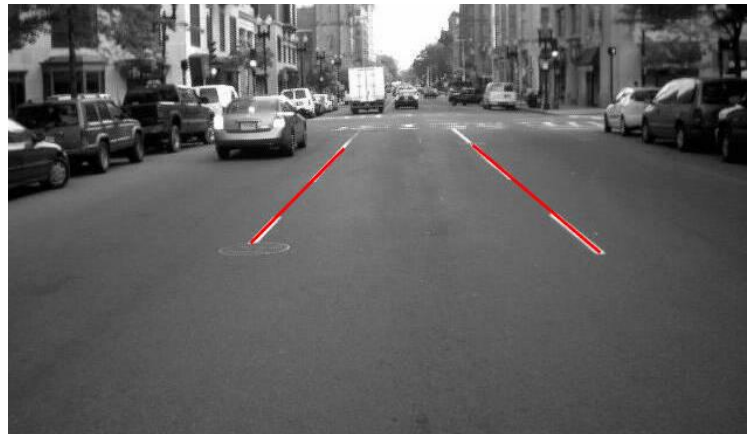


Рисунок 6. Результат роботи алгоритму із застосуванням перетворення Хафа

Однак ця модель вимагає певні «тепличні умови». Перейдемо до реальних дорожніх ситуацій. Після статичних зображень необхідно перейти до потокової обробці кадрів - відео. Зсув автомобіля щодо смуги руху будемо оцінювати за допомогою допоміжної горизонтальної лінії, яка розбита на сектори (рис. 7). По краях зелена область - авто в межах своєї смуги. Жовта зона - наїзд колеса на розмітку. Червона зона - виїзд зі своєї смуги. Оцінка зміщення відбувається за допомогою координат розмітки смуги по відношенню до положення «индикационной» прямий.

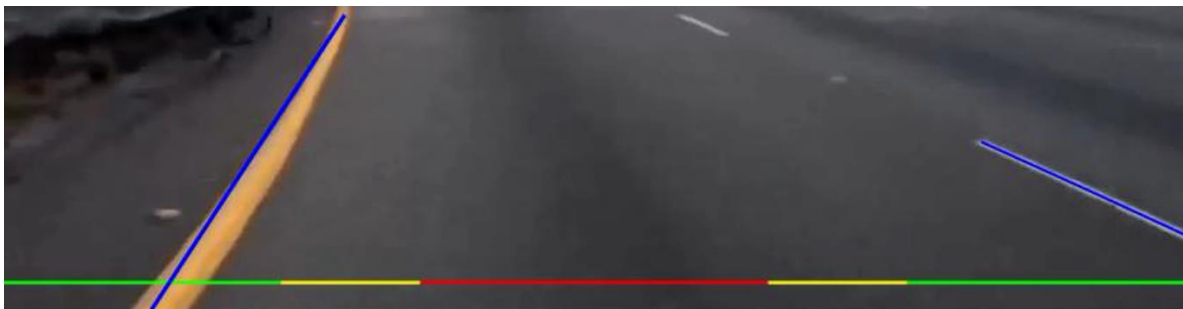


Рисунок 7. Визначення положення автомобіля по відношенню до смуги руху шляхом потокової обробки інформації

## ВИСНОВКИ

В рамках цього дослідження був розроблений і налагоджений алгоритм, який повинен зменшити кількість ДТП, пов'язаних з неуважністю водія. Пристрій добре зарекомендував себе в польових випробуваннях. Дана система може використовуватися як складова автономного автомобіля. Система допомоги руху по смугах - це якісний крок до наближення автономного водіння і підвищення безпеки на дорогах загального користування. Подальший розвиток подібних систем є обов'язковим, оскільки вони вже контролюють ситуацію на дорозі і забезпечують безпечне пересування. Такі системи працюють вкрай непомітно для водія, але вносять додаткову ясність у водінні.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Liu C., Ye T. J. Run-off-road crashes: an on-scene perspective. – 2011. – №. HS-811 500.
- [2] Lin C. F., Ulsoy A. G. Time to lane crossing calculation and characterization of its associated uncertainty //Journal of Intelligent Transportation Systems. – 1996. – Т. 3. – №. 2. – С. 85-98.
- [3] Liu X. Free Wind Path Detecting in Google Map Using Image Processing. – 2010.
- [4] Sezgin M., Sankur B. Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation //Journal of Electronic imaging. – 2004. – Т. 13. – №. 1. – С. 146-166.
- [5] Otsu N. A threshold selection method from gray-level histograms //IEEE transactions on systems, man, and cybernetics. – 1979. – Т. 9. – №. 1. – С. 62-66.