

Волков Олександр Євгенович

кандидат технічних наук, завідувач відділу Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем Національної академії наук України та Міністерства освіти і науки України, Україна

Богачук Юрій Петрович

кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем Національної академії наук України та Міністерства освіти і науки України, Україна

Комар Микола Миколайович

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем Національної академії наук України та Міністерства освіти і науки України, Україна

**МЕТОД ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ
СТАНУ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

***Анотація.** Наявні методи контурного аналізу зображень не дають чітких та надійних результатів при вирішенні завдання контролю стану дорожньої розмітки. Тому актуальною є науково-прикладна задача вдосконалення методів і моделей обробки та фільтрації бінарних зображень та якісного і змістовного виокремлення границь об'єктів інтересу, що дає змогу вирішувати поставлені завдання на рівні людини-експерта в даній області і забезпечувати достатню надійність і точність прийняття рішень.*

В роботі запропоновано метод виокремлення границь кластеру точок із застосуванням гістограм для виокремлення границь об'єктів інтересу, зокрема дорожньої розмітки.

***Ключові слова:** моніторинг, інфраструктура, виокремлення границь, фільтрація, зображення.*

Виявлення і класифікація локальних структур (наприклад, контурів та країв) в кольорових зображеннях важлива у багатьох сферах, таких як сегментація зображень, зіставлення зображень, розпізнавання об'єктів, візуальне відстеження в галузях обробки зображень і комп'ютерного зору. Зокрема, є ряд завдань, для вирішення яких необхідний аналіз отриманої

геопросторової інформації, яка ідентифікує географічне розташування і різні властивості (форма, колір, текстура тощо) природних або штучно створених об'єктів, а також їх кордонів на землі [1].

Основні елементи дорожньої розмітки є лініями певної товщини. Тому, для виокремлення розмітки (віднаходження сегментів ліній) до отриманого після всіх фільтрацій зображення прийнято застосовувати наявний обчислювальний алгоритм для пошуку об'єктів, що належать до певного класу фігур - імовірнісний метод перетворення Хафа (probabilistic Hough transform) [2].

Але для вирішення завдання контролю стану дорожньої розмітки результати, отримані із застосуванням ймовірнісного методу перетворення Хафа є незадовільними та малопридатними для подальшої обробки, оскільки отримані в результаті роботи методу виділені сегменти не відображають якісних та кількісних показників об'єктів інтересу на зображенні.

Мета статті - усунення недоліків відомих методів обробки та фільтрації бінарних зображень та якісне і змістовне виокремлення границь об'єктів інтересу за допомогою розроблення методу виокремлення границь кластеру точок із застосуванням гістограм.

Для вирішення завдання виділення контурів та подальших операцій з зображенням розроблений метод перетворює вихідне зображення (рис. 1) з моделі кольорів RGB у модель HLS (Hue-Lightness-Saturation) [3]. HSL (Hue, Saturation, Lightness) - кольорова модель, в якій будь-який колір визначається трьома характеристиками: кольоровим тоном (Hue), наприклад, синім, червоним, жовтим тощо; насиченістю (Saturation), тобто частиною чистого кольору, без домішки чорного та білого; «світністю» або легкістю (Lightness), тобто близькістю до білого кольору.

Відповідно до поставленого завдання, розроблений метод виділяє на зображенні дорожнє покриття і дорожню розмітку. Тому висувається робоча гіпотеза стосовно того, що дорожнє покриття і дорожня розмітка будуть більш «сірими», однотонними (сіре полотно і біла дорожня розмітка), і цим вони будуть відрізнятися від більш «кольорового» узбіччя та інших об'єктів. Саме

тому є можливість взяти канал насиченості і відкинути більш насичені пікселі, залишивши лише ті, що ближчі до сірого.

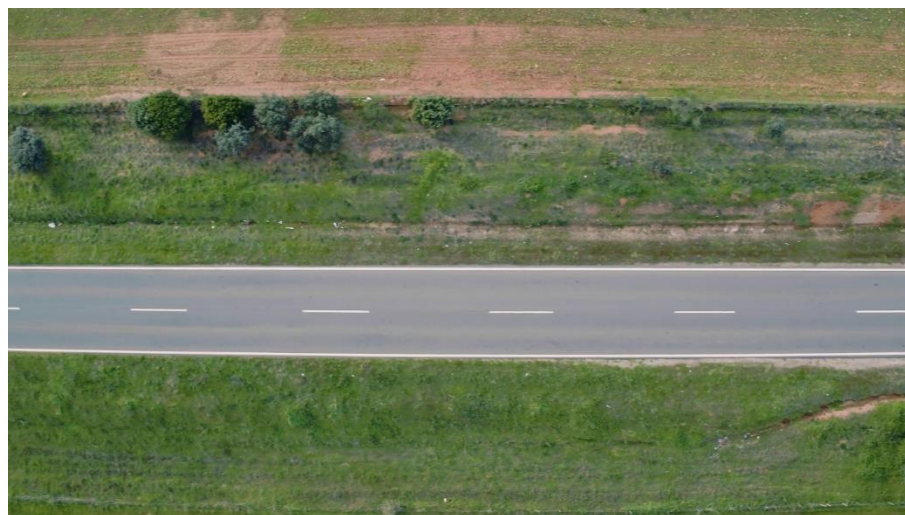


Рис. 1. Вихідне зображення

Отже, на першому етапі відбувається фільтрація «за кольором». Тобто відбувається відбір точок (пікселів) із заданим діапазоном у каналі "насиченості" (S). В результаті цієї фільтрації алгоритм відфільтровує занадто яскраві та темні точки (пікселі) (рис. 2).

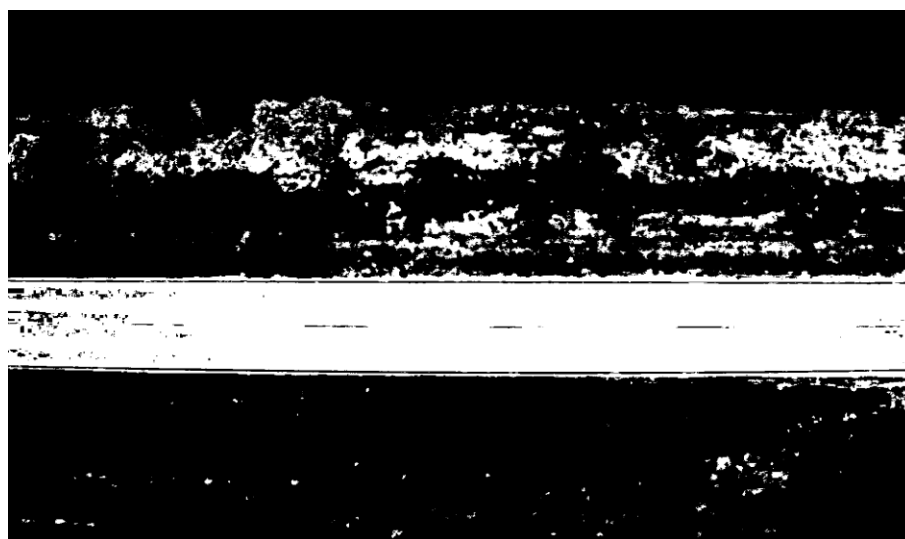


Рис. 2. Фільтрація «за кольором» в S-каналі зображення

На наступному етапі до зображення застосовується оператор Собеля для отримання значення градієнта світності зображення [4]. Обирається канал

«світності» L зображення і будується градієнт значення світності (кількості світла в пікселях), щоб знайти перехід між світлим і темним, так як необхідно виділити ті частини зображення, де має місце різкий перехід між світлими і темними фрагментами зображення. Саме добре виділені (окреслені) темні елементи на світлому фоні (або навпаки) і складають те, що в даній роботі називається контуром.

Після застосування оператора Собеля алгоритм проводить процедуру фільтрації по магнітуді і напрямку градієнта, побудованих по L -каналу зображення, порівнюючи їх з пороговим значенням (рис. 3).

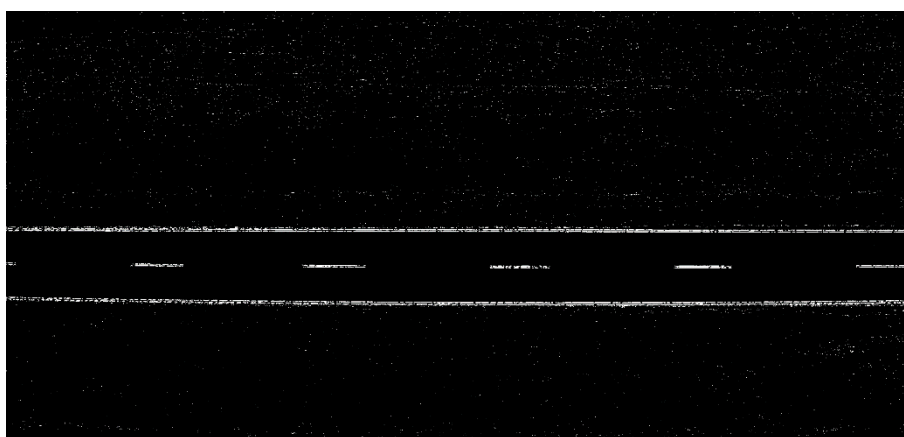


Рис. 3. Фільтрація по магнітуді і напрямку градієнта

Наступним етапом алгоритм проводить процедуру фільтрації за значенням проекцій градієнта, побудованого по L -каналу, в проекціях на осі зображення, порівнюючи його з пороговим значенням (рис. 4).

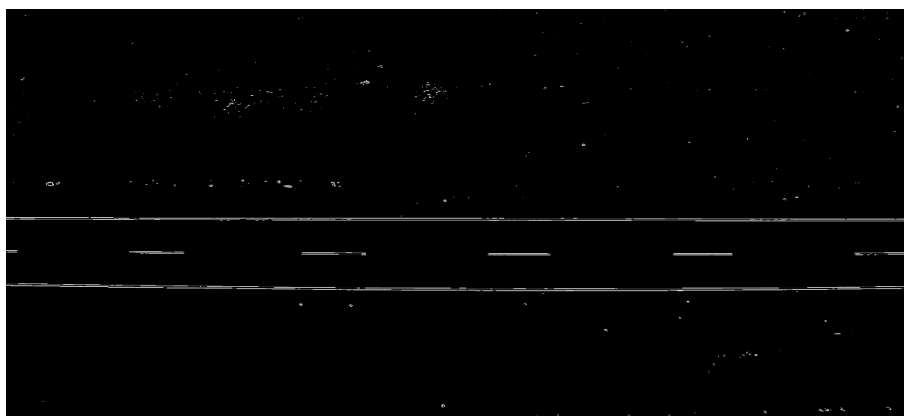


Рис. 4. Фільтрація за значеннями проекцій градієнта

На наступному етапі всі три методи фільтрації, описані вище, одночасно застосовуються для відбору тільки тих точок зображення, які задовольняють вимогам або фільтру за значеннями проєкцій градієнта або фільтру за напрямком і магнітудою градієнта. І додатково ці точки мають задовольняти вимоги фільтру за кольором.

Для підвищення якості та точності роботи методу на наступному кроці відбувається фільтрування шуму на бінарному зображенні.

Суть фільтрації полягає в тому, що для кожного білого пікселя зображення задається певна апертура або окіл точки (пікселя) - множина пікселів зображення розмірністю $n \times n$. Надалі алгоритм підраховує кількість білих точок, які входять у апертуру кожної білої точки. Правило прийняття рішення, за яким приймається рішення про значення елемента (пікселя) вихідного зображення звучить так: якщо кількість білих точок у обраній апертурі менша встановленого порогового значення, то базовий піксель визначається, як шум, та видаляється із зображення.

На рис. 5 зображено результати застосування маски, побудованої на основі комбінованого фільтру. Також до зображення додатково застосований фільтр видалення шуму.

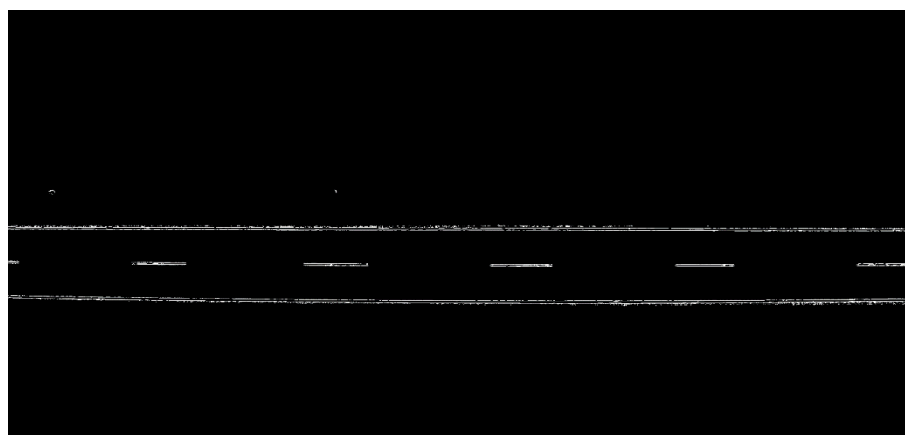


Рис. 5. Відфільтроване зображення

Побудоване зображення (рис. 6) є растровим. Для побудови кількісних та якісних оцінок, як правило, необхідно згенерувати векторну інформацію: сегменти контурів об'єктів, межі окремих елементів зображення (об'єктів).

На наступному етапі метод виокремлення границь кластеру точок із застосуванням гістограм визначається вісь по якій в подальшому буде побудована гістограма та будуть виконуватися подальші операції. Для цього будуються гістограми по осям OX і OY зображення, які визначають кількість білих точок (пікселів) в кожній колонці і в кожному рядку зображення відповідно. Надалі для кожної з побудованих гістограм алгоритм обирає N максимальних і мінімальних значень і обчислює середнє мінімальне і мінімальне значення для гістограми. В якості обраної осі алгоритм виділяє ту, яка має найбільшу різницю між середніми максимальним і мінімальним значенням, тобто, гістограму з найбільшим діапазоном значень.

Наступний етап алгоритму виокремлення границь розділяє зображення на полоси вздовж обраної осі за допомогою вікна шириною l . Наприклад, для зображення на рис. 6 обрана вісь, по якій будується гістограма – вісь OY . По осі OX відкладається вікно шириною l і для цього вікна будується гістограма по осі OY . Аналізуючи отриману гістограму можна виокремити позиції на осі OY , де починаються і закінчуються об'єкти інтересу. Надалі алгоритм зсуває вікно на відстань $l/2$ та повторює кроки, починаючи з побудови гістограм. Алгоритм працює до моменту поки не охопить все зображення (досягне правого краю зображення). В результаті у кожній полосі вікна отримано об'єкти шириною l . Об'єднання сукупності цих об'єктів визначає фінальний об'єкт інтересу на зображенні.

Отримані дані можуть бути в подальшому використані для кількісного та якісного опису об'єкту інтересу (рис.6).

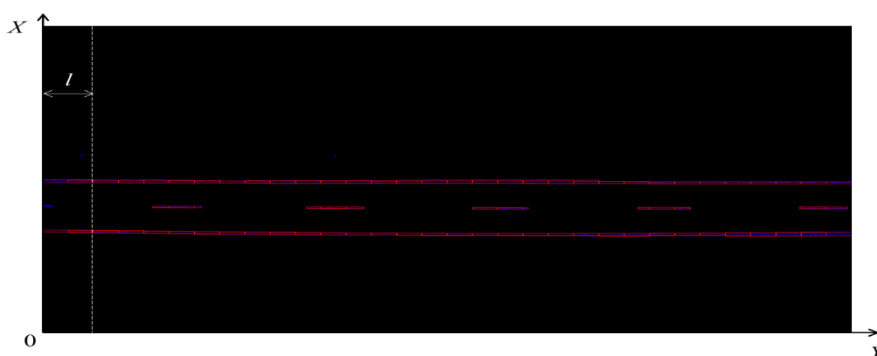


Рис. 6. Виокремлення границь об'єктів для сегментів ліній

Виділені зони характеризують особливості розмітки дорожнього покриття і можуть застосовуватись в подальшому для вироблення і прийняття обґрунтованих рішень по підтримці задовільного стану розмітки дорожнього покриття тощо.

Отже, застосування методів контурного аналізу зображень дає змогу формувати інтегральні образи геопросторових об'єктів, які можуть використовуватися для розпізнавання динамічних змін просторово-часових даних геоінформаційних систем.

Наявні методи не дають чітких та надійних результатів при вирішенні завдання контролю стану дорожньої розмітки. В роботі розроблено метод виокремлення границь кластеру точок із застосуванням гістограм для якісного і змістовного виокремлення границь об'єктів інтересу, зокрема дорожньої розмітки.

Результати можуть бути імплементовані в перспективні системи інтелектуального керування у галузі моделювання свідомої поведінки людини по виділенню даних, необхідних для сприйняття особливостей зовнішнього середовища.

Список джерел:

1. Weiss, M., & Baret, F. (2017). Using 3D point clouds derived from UAV RGB imagery to describe vineyard 3D macro-structure. *Remote Sensing*, 9(2), 111.
2. Mukhopadhyay, P., & Chaudhuri, B. B. (2015). A survey of Hough Transform. *Pattern Recognition*, 48(3), 993-1010.
3. Ekstrom, M. P. (2012). *Digital image processing techniques (Vol. 2)*. Academic Press.
4. Roushdy, M. (2006). Comparative study of edge detection algorithms applying on the grayscale noisy image using morphological filter. *GVIP journal*, 6(4), 17-23.