

кількість і якість автотранспорту допомагає, наприклад, в плануванні автодоріг, міських стоянок, організації прозорої роботи офісу, робототехніки, «розумний дім» і т.д. Дослідження різних алгоритмів показало що, відстеження об'єктів математично не вирішується. Тому для її вирішення накладають ряд обмежень, за допомогою яких передбачається робота деякого методу із заданою точністю. Це можуть бути деякі інтелектуальні методи, що дозволяють виділити з високою точністю зображення транспортних засобів. При вирішенні таких завдань потрібний аналіз відеопотоку в реальному часі, який є трудомістким завданням.

Запропонований підхід передбачає перехід від відеопотоку до потоку ланцюжків, що дозволяє вести дуже складний аналіз руху машин в реальному часі. Результати досліджень можуть бути застосовані в областях відеоспостереження за дорогами, регулювання руху, автоматична система оповіщення рятувальних служб про аварії.

#### **Список використаної джерел:**

1. Сойфер В.А. Методы компьютерной обработки изображений – Учебное пособие / Под ред. В.А. Сойфера. – М.: Физматлит, 2003.
2. Филатов А.К. Основы цифровой обработки изображений: Учебно-методическое пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2012. – 89 с.
3. Баранов Р.П. Определение и приоритизация признаков объектов на изображениях в системах распознавания. – № 8, том 1, 2015 – С. 328-329.

**Красов А.И.**

*аспирант;*

**Белоус Н.В.**

*кандидат технических наук, доцент, профессор,*

*Харьковский национальный университет радиотехники*

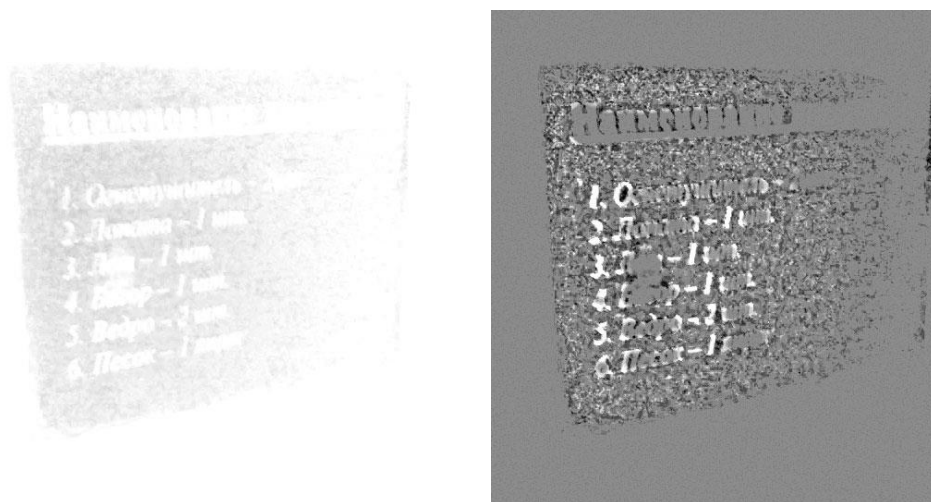
**Власенко В.П.**

*ведущий инженер отдела оперативного управления,*

*Западный центр радиотехнического наблюдения*

## **УДАЛЕНИЕ НИЗКОЧАСТОТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ИЗОБРАЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕДИАННОГО ФИЛЬТРА**

В плохих условиях видимости, например в сумерках, зачастую экспертов интересуют высокочастотные, мелкоструктурные составляющие изображений. Это могут быть номера машин и другие детали. Для их выделения может быть использован двумерный высокочастотный фильтр (рис. 1).



**Рис. 1. Примеры обработки изображений. Слева исходное изображение. Справа выровненное изображение с использованием медианного фильтра**

*Источник: разработка авторов*

Известно, что медианный фильтр может выполнять функции низкочастотного фильтра. При этом результаты высокочастотной фильтрации могут быть получены простым вычитанием результата медианной фильтрации кадра из исходного кадра.

Медианный фильтр реализуется как процедура локальной обработки скользящим окном заданного размера  $d \times d$ , которое включает нечетное число пикселей исходного изображения  $A_{in}$  [1-4]. Для каждого положения окна, яркости его пикселей упорядочиваются по возрастанию своих значений [1; 3; 5; 6]. Средний отсчет в этом упорядоченном множестве (медиана) заменяет центральный пиксель в окне для отфильтрованного изображения  $A_{med}$  [1; 2; 3; 5; 6].

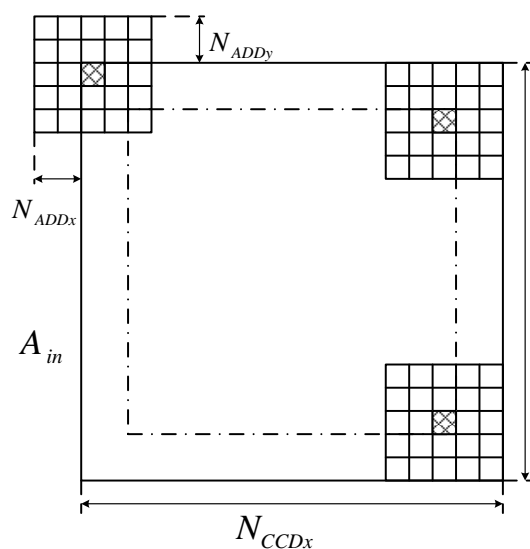
Медианный фильтр подавляет изображения объектов на исходном изображении  $A_{in}$  в случае, если площадь изображения объектов составляет менее половины площади  $d^2$  апертуры фильтра [1; 2; 3; 5; 6].

Целью работы является разработка вычислительного метода удаления низкочастотной составляющей изображения с использованием медианного фильтра.

**Быстрая медианная фильтрация.** Яркость пикселей изображения, над которым проводится медианная фильтрация, представляется ограниченным количеством значений. Поэтому для сортировки яркостей можно использовать гистограмму. Для уменьшения времени вычисления медианы в работе используется быстрый алгоритм медианной фильтрации [7].

**Медианная фильтрация на краях изображения.** При положении центра окна медианного фильтра на расстоянии меньше чем  $(d-1)/2$  от краев исходного изображения, пиксели окна медианного фильтра будут определены не полностью (рис. 2). Медианна, в этом случае, будет вычисляться на

количестве пикселей меньше, чем количество пикселей окна медианного фильтра. При медианной фильтрации с окном меньшего размера, на краях исходного изображения, не будут отфильтрованы изображения объектов, площадь которых больше половины площади усеченного окна медианного фильтра. В [4; 5] для устранения данного эффекта предложено дополнять исходное изображение  $A_{in}$  бордюром со стороны каждой из границ исходного изображения  $A_{in}$ . Значения пикселя бордюра изображения и пикселя изображения равны между собой при их симметричном размещении относительно ближайшей границы рассматриваемого изображения (рис. 3).



**Рис. 2. Медианная фильтрация на краях изображения**

*Источник: разработка авторов по источнику [4]*



а)



б)

**Рис. 3. Иллюстрация симметричного дополнения изображения.  
а) Исходное изображение. б) Исходное изображение, дополненное симметричным продолжением**

*Источник: разработка авторов*

Исходное изображение  $A_{in}$  размера  $N_{CCD_x} \times N_{CCD_y}$ , дополненное бордюром, обозначим как расширенное исходное изображение  $A_{in\ add}$  с размерами  $(N_{CCD_x} + 2N_{ADD_x}) \times (N_{CCD_y} + 2N_{ADD_y})$ .

Расширенное исходное изображение  $A_{in\ add}$  после медианной фильтрации, даст отфильтрованное изображение  $A_{med}$  с размерами  $N_{CCD_x} \times N_{CCD_y}$  равными размеру исходного изображения  $A_{in}$ .

**Яркостное выравнивание фона изображения.** Значения яркостей пикселей изображения с выровненным по яркости фоном  $A_{out}(m,n)$ , без низкочастотной составляющей, будут найдены как разность значений яркостей пикселей исходного изображения  $A_{in}(m,n)$  и значений яркостей пикселей отфильтрованного изображения  $A_{med}(m,n)$ :

$$A_{out}(m,n) = A_{in}(m,n) - A_{med}(m,n), \quad (1)$$

где  $m = \overline{0, N_{CCD_x} - 1}$  и  $n = \overline{0, N_{CCD_y} - 1}$ .

**Показатели качества выравнивания фона и их краткий анализ.** В работе в качестве показателей качества выравнивания фона изображений используется среднее значение и СКО яркости фона на множестве  $\Psi$  пикселей, отнесенных к фону исследуемого слабоконтрастного изображения, до  $\bar{A}_{\Psi in}$ ,  $\hat{\sigma}_{\Psi in}$  и после  $\bar{A}_{\Psi out}$ ,  $\hat{\sigma}_{\Psi out}$  фильтрации.

Анализ введенных показателей качества свидетельствует, что в результате фильтрации предложенным методом снижается в десятки раз СКО  $\hat{\sigma}_{\Psi out}$  яркости пикселей, отнесенных к фону исследуемого слабоконтрастного изображения. Так, например, для исходного изображения СКО пикселей, отнесенных к фону исследуемого слабоконтрастного изображения, до фильтрации составляет  $\hat{\sigma}_{\Psi in} = 6969,7$ . В тоже время после фильтрации аналогичное СКО уменьшается до  $\hat{\sigma}_{\Psi out} = 28,55$ .

Рассмотренный в статье метод удаления низкочастотной составляющей изображений внедрен и успешно используется в ПО FrameSmooth. ПО FrameSmooth – кроссплатформенная программа, предназначенная для выравнивания остаточной фоновой составляющей изображений [9].

#### Список использованных источников:

1. Методы компьютерной обработки изображений / Под ред. В.А. Сойфера. – 2-е изд., испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 784 с.
2. Яншин В.В. Анализ и обработка изображений: принципы и алгоритмы – М.: Машиностроение. 1994. – 112 с: ил.
4. Гонсалес Р., Вудс Р. – Цифровая обработка изображений. Москва: Техносфера, 2005. – 1072 с.
5. Яне Б. Цифровая обработка изображений. Москва: Техносфера, 2007. – 584 с.

6. Теоретические основы цифровой обработки изображений: Учебное пособие / Сойфер В.А., Сергеев В.В., Попов С.Б., Мясников В.В., Самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П. Королева. Самара, 2000, 256 с.

7. Principles of Digital Image Processing. Fundamental Techniques. Wilhelm Burger, Mark J. Burge. Springer, 2009.

8. Thomas S. Huang, George J. Yang, Gregory Y. Tang. A Fast Two-Dimensional Median Filtering Algorithm / IEEE Transactions On Acoustics, Speech, And Signal Processing, Vol. ASP-27, No. 1, February 1979.

9. Dubovský P. A. FrameSmooth software – new tool for the calibration of astronomical images / P. A. Dubovský, O. B. Bryukhovetskiy, S. V. Khlamov, I. Kudzej, Š. Parimucha, A. V. Pohorelov, V. E. Savanevych, V. P. Vlasenko // Open European Journal on Variable Stars. – 2017. – Vol. 180. – P. 16–23.

**Лопата Д.Г.**

*студент,*

*Інститут телекомунікаційних систем,*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

## **МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД ВЕРТИКАЛЬНОГО ХЕНДОВЕРУ ДЛЯ БЕЗПРОВІДНОЇ ГЕТЕРОГЕННОЇ МЕРЕЖІ**

На сьогоднішній день важливою залишається задача забезпечення безрозривного переміщення абонента, що реалізується процедурою хендверу. Для того, щоб абонент без розриву з'єднання міг переміщатись в гетерогенній безпроводній мережі з різними технологіями доступу, необхідний ефективний метод перемикання та вибору найбільш придатної мережі призначення. Основною задачею такого методу є підтримка неперервного зв'язку при високій якості обслуговування (QoS) мобільного вузла.

Таким чином у середовищі, що потребує динамічного вибору кращої мережі, вертикальний хендвер стає необхідністю. Фаза прийняття рішення найбільш значуща в цьому випадку. Йдеться саме про визначення ефективності кожної мережі-кандидату та ранжування їх, з метою вибору найкращої. Оскільки кожен термінал прагне підключитися до кращої точки доступу, вибір інтерфейсу перетворюється в проблему прийняття рішень з декількома варіантами (доступні мережі) і атрибутами (QoS параметри, переваги користувачів і вимоги додатків). Серед багатьох підходів, які були запропоновані для прийняття рішень і вибору мережі, MADM (Multiple Attributes Decision Making) [1] є одним з найбільш перспективних методів. Проблеми MADM мають кілька загальних характеристик:

Альтернативи: скінченне число альтернатив (і їх пріоритети), які вибираються для прийняття остаточного рішення;