

## **ПРИМЕНЕНИЕ КАРТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОДЛИННОСТИ И ВЫЯВЛЕНИЯ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

В работе представлены экспериментальные исследования, связанные с разработкой программного приложения на основе корреляционной обработки цифровых изображений для построения карты корреляции для выбранной области изображений и решения такой задачи криминалистических исследований как анализ подлинности и выявление фальсификации изображений.

Для решения задачи повышения точности измерения информационных параметров объектов по оптическим цифровым изображениям необходимо использовать новые эффективные методики обработки и корреляционного анализа изображений. Корреляционное распознавание изображений является одним из наиболее перспективных и широко применяемых инструментов для идентификации, поиска и локализации объектов относительно сложных форм при проведении экспертных исследований. Использование специализированных программных приложений с применением функций корреляционной обработки (КФ) цифровых изображений объектов экспертного исследования позволит при проведении криминалистических экспертиз расширить число применяемых методов и средств измерений, оптимизировать процесс измерений, и тем самым повысить качество, достоверность и репрезентативность проводимых исследований [1].

Корреляционные методы обработки изображений обеспечивают нахождение пиксельных соответствий путем сравнения профилей яркости в окрестности потенциально соответствующих точек разных изображений объекта. Обработка изображений осуществляется с помощью различных функций, реализующих корреляционный анализ. К таким функциям можно отнести нормированную кросс-корреляционную функцию (англ. – Normalized cross correlation, NCC) [2]; сумму абсолютных значений разностей (англ. – Sum of Absolute Differences, SAD) [3]; сумму квадратов разностей (англ. – Sum of Squared Differences, SSD) [3]; нормированную сумму квадратов разностей (англ. – Normalized SSD, NSSD) [2]. Функции, реализующие корреляционную обработку, ZSAD и ZSSD [2] являются модификациями функций SAD и SSD, при этом в вычислениях учитываются средние интенсивности пиксельных значений исследуемых изображений. Функция ранговой оценки (англ. – Rank) [4] подобна функции SAD, однако вместо сравнения значений цветовой интенсивности производится сравнение порядковых номеров интенсивности пикселей.

Был проведен анализ возможностей и областей применения различных функций, реализующих корреляционную обработку цифровых оптических изображений для решения задач диагностических исследований в случае, если одно из исследуемых изображений подвергается влиянию искажений, шумов или монотонному амплитудному сдвигу. Получено, что наилучшими параметрами для использования в системах диагностики применением корреляционного анализа цифровых изображений обладают функции NCC и NSSD, которые наиболее устойчивы к воздействию шумов и искажений, при этом предпочтительной является функция NCC, время измерений которой при размере окна сканирования 15x15 пикселей сравнимо с временем анализа функций SSD и SAD, не использующих нормализацию.

Для реализации системы корреляционной обработки изображений было разработано программное приложение на языке программирования java, интерфейс которого представлен на рисунке 1. Интерфейс функции имеет два синхронизированных рабочих окна. Левое окно предназначено для ввода изображения-образца, а правое – для ввода исследуемого изображения, т.е. изображения, методы посредством параметров которого происходит установление степени совпадения (различия).

## Секция 2. Прикладные проблемы информатики

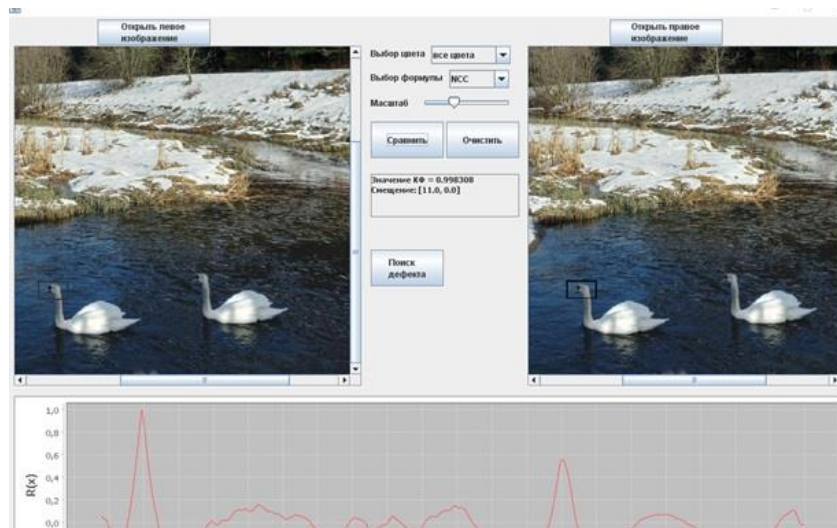


Рисунок 1 – Интерфейс программного приложения для корреляционной обработки изображений. Пример работы программы для анализа подлинности и выявления фальсификации изображений.

Также программное приложение обеспечивает возможность построения трехмерного графика корреляционной функции для всех точек изображения. Интерфейс приложения обеспечивает выполнение следующих пользовательских функции: изменение размера изображений с помощью слайдера и колесика мыши, выбор вида корреляционной функции (КФ); определение спектрального диапазона анализа. Выбор цветового канала позволяет получать точное значение КФ отдельно в красном, зеленом, синем участках спектра, а также в их суммарном диапазоне. График зависимости значения КФ от координат между рабочими окнами в пикселях представлен в нижнем окне графика. Для удобства на графике представлены нормированные от 0 до 1 значения КФ.

Карта корреляции – это трёхмерный график, который показывает разницу (значение корреляционной функции) между двумя изображениями объектов в зависимости от координат. С помощью построения карты корреляции двух изображений можно идентифицировать или классифицировать объекты, определять дефекты, т.е. производить диагностику объектов исследований. Таким образом, построение карт корреляции является актуальной на сегодняшний день задачей, которая послужит хорошим инструментом во многих научных, технологических и диагностических исследованиях.

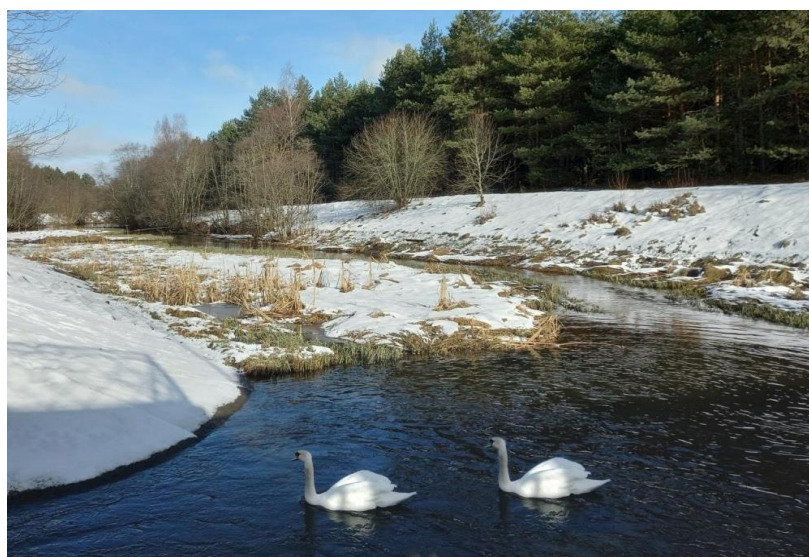


Рисунок 2 – Пример изображения, на котором один из лебедей является подлинным, а второй фальсифицирован, т.е. наклеен с помощью одного из редакторов изображений

Проведены экспериментальные исследования разработанной системы корреляционной обработки для решения такой задачи криминалистики, как анализ подлинности и выявления фальсификации изображений. На рисунке 2 представлено изображение, на котором один из лебедей является подлинным, а второй фальсифицирован, т.е. наклеен с помощью одного из редакторов изображений. Вывод о подлинности или фальсификации объекта делается на основании построения трехмерной карты корреляции (рисунок 3) либо для всего изображения, либо для любого выделенного фрагмента, при этом анализируется значение корреляционной функции выделенной области изображения.

Данное программное приложение обеспечивает возможность построения трехмерной карты корреляции (рисунок 3) для любого выделенного фрагмента, что позволяет обнаруживать незаметные глазу различия исследуемых объектов. В данном случае исследуемыми областями являются изображения левого и правого лебедей. На рисунке 3а приведен трехмерный график корреляционной изображений функции, на котором имеются два максимума (обнаруженные изображения лебедей), первый со значением  $KФ=0,997$  (левый лебедь), а второй – со значением  $KФ=0,83$  (правый лебедь). Это является первым свидетельством того, что изображение правого лебеда фальсифицировано.

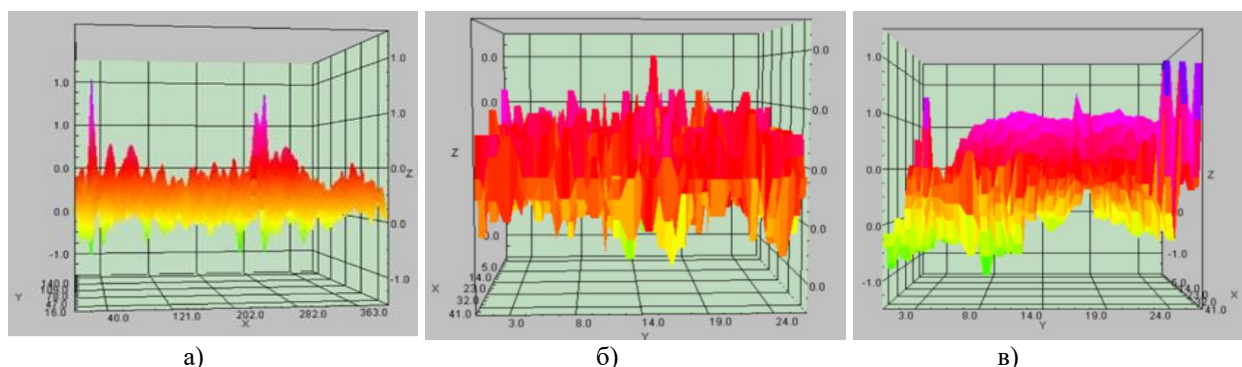


Рисунок 3 – Пример построения трехмерного графика корреляционной изображений функции (а) и карты корреляции для выбранной области левого (б) и правого (в) лебедей.

Затем осуществляется построение карты корреляции для выбранной области левого (б) и правого (в) лебедей (рисунок 3 б,в). Разброс значений карты корреляции для изображения левого лебеда (б) составляет 0,02 – 0,03. Значения карты корреляции для правого лебеда (в) составляют 0,6 – 0,7, причем максимальное значение достигается на границах выделенной области. Это является вторым свидетельством того, что изображение правого лебеда фальсифицировано т.е. наклеено с помощью одного из редакторов изображений.

Таким образом вывод о наличии фальсифиции изображения делается по минимальному значению корреляционной функции выделенной области изображения и по максимальному разбросу значений карты корреляции выбранной области

#### Список литературы

1. Ручкин, В. Н. Современные компьютерные технологии и криминалистика: учебное пособие / В. Н. Ручкин, В. В. Фомин. - Рязань : Академия ФСИН России, 2019. – 101 с. – ISBN 978-5-7743-0920-7.
2. Hartley, R. Multiple view geometry in computer vision. / R. Hartley, A. Zisserman. – Cambridge: Cambridge University Press, 2004. – 672 p.
3. Brown, M.Z. Advances in computational stereo / M.Z. Brown // IEEE transactions on PAMI. – 2003. – Vol. 25, № 8 – P. 993–1008.
- 4 Чумаченко, А.В. Оптимизация вычисления SAD для задачи восстановления рельефа по изображениям стереопар в высокопроизводительных системах стереозрения / А.В. Чумаченко // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013. – Т. 140, № 3. – С. 89–96.
5. Zabih, R. Non-parametric local transforms for computing visual correspondence / R. Zabih, J. Woodfill // Computer Vision - ECCV '94: Proc of Third European Conference on Computer Vision, Stockholm, 2-6 May 1994. – Springer, 1994. – P. 150–158.