

# ВИЯВЛЕННЯ ОБЛАСТІ ФАЛЬСИФІКАЦІЇ ЦИФРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ БЛОКАМИ ТРИКУТНОЇ ФОРМИ

П.Ю. Баранов, О.Ю. Лебедєва

Одеський національний політехнічний університет,  
просп. Шевченка, 1, Одеса, 65044, Україна; e-mail: whiteswanhl@yahoo.com

У роботі розглядається методика побудови трикутних блоків, що використовуються в методі виявлення клонованих ділянок зображень при виявленні фальсифікації. Отримані висновки про доцільність та рекомендації щодо використання блоків трикутної форми.

**Ключові слова:** фальсифікація зображень, виявлення фальсифікацій, клонування, трикутні блоки

## Вступ

Широке використання сучасних цифрових камер і програмного забезпечення для обробки зображення, наприклад, програмного комплексу Adobe Photoshop, приводить до створення підробок зображень, відео, які важко виявити людським оком. Кримінальне використання сучасних інформаційних технологій, яке є надзвичайно «популярним» у теперішній час, робить комп'ютерну злочинність не тільки прибутковою, але і достатньо безпечною справою, ставить її в один ряд з тероризмом і наркотичним бізнесом.

Процес упровадження нових інформаційних технологій у всі сфери життя суспільства неможливий без рішення питань інформаційної безпеки, складовою частиною якої є забезпечення автентичності цифрових сигналів, створення методів виявлення їх фальсифікації.

Перевірка автентичності сигналу може переслідувати різні цілі залежно від специфіки задач, складовою частиною яких є ця перевірка:

- виявлення лише наявності порушення автентичності;
- при виявленні порушення автентичності – груба локалізація області фальсифікації;
- при виявленні порушення автентичності – найбільш точна локалізація області фальсифікації.

Дана робота присвячена рішенням саме останньої задачі, яка є складною і сьогодні залишається невирішеною до кінця, про що свідчать численні матеріали, отримані з відкритих джерел [1-4].

## Постановка задачі та мета дослідження

У роботі розглядаються фальсифікації, створені шляхом клонування частин одного і того ж зображення, оскільки цей вигляд фальсифікації дуже часто використовується завдяки легкості здійснення.

Для виявлення клонованих ділянок в завданнях фальсифікації пропонується методика, запропонована в [5]. Нехай  $I$  – цифрове зображення (ЦЗ) розміром  $M \times N$ . По-

будуємо розбиття зображення на блоки  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_l\}$ , що не перетинаються, розміром  $p \times p$ , і на пересічні блоки  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_s\}$  розміром  $p \times p$ , де  $p < M$  та  $p < N$ . Для кожного блоку  $d_i$ ,  $i = 1, \dots, l$  визначається подібний блок  $c_j$ ,  $j = 1, \dots, s$ , тобто такий, що

$$\text{Metrica}(d_i, c_j) = \delta,$$

де  $\delta$  – деяка числова константа, а  $\text{Metrica}(\bullet)$  визначає певну метрику.

Якщо для  $d_i$  такий блок  $c_j$  знайдений, то ці блоки позначаються як дубльовані. Об'єднання дубльованих блоків

$$\bigcup_{k \leq l} d_k, \dots, \bigcup_{f \leq s} c_f$$

і визначає можливі клоновані частини зображення  $I$ . Як міра подібності блоків  $\text{Metrica}(d_i, c_j)$  використовується коефіцієнт кореляції [5].

Для виявлення клонованих ділянок зазвичай використовують квадратні блоки [6]. Проте зловмисники, фальсифікуючи зображення шляхом клонування областей, наприклад, за допомогою програми, Adobe Photoshop, можуть скористатися такими інструментами, як «Гумка» (*Eraser tool*), «Ласо» (*Magnetic lasso tool*) та «Штамп» (*Clone stamp tool*). Перераховані інструменти дозволяють перетворити клоновану область в область довільної форми. В результаті покриття зображення квадратними блоками в процесі виявлення клонованих ділянок не дозволить точно визначити клоновану область, а в деяких випадках взагалі не зможе її виявити.

Для точнішого виявлення клонованих ділянок необхідно розглядати блоки неквадратної форми.

Метою роботи є дослідження можливості використання трикутних блоків при виявленні областей фальсифікації, проведеної шляхом клонування, в ЦЗ (ЦВ), що не піддалися процедурі стиску.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- 1) Розробити методику здобуття трикутних блоків;
- 2) З врахуванням розробленої методики на підставі обчислювального експерименту проаналізувати доцільність використання трикутних блоків.

### Методика здобуття трикутних блоків

Для здобуття трикутних блоків використовуються квадратні блоки. Розіб'ємо квадратний блок двома діагоналями [7]. При розбитті можна використовувати цілі і половини діагоналей. В результаті такого способу побудови отримаємо сім випадків можливих розбивок (рис. 1).

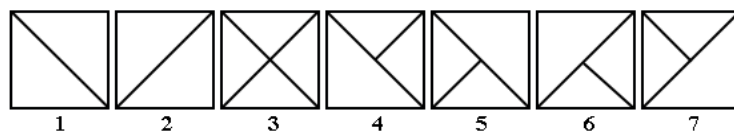
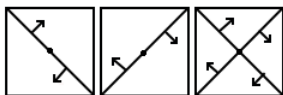


Рис. 1. Можливі розбивки квадратного блоку на трикутні блоки

Надалі обмежимося розглядом перших трьох розбивок, оскільки в розбивках, що залишилися, отримувані трикутні блоки вже передбачені в першій, другій та третій розбивках.

При трикутному розбитті виникає необхідність визначити, до якого трикутника належатимуть пікселі діагоналі. Для вирішення цього питання поділимо діагоналі навпіл. Нехай одна половина діагоналі належить одному трикутнику, а інша половина – другому (рис. 2).



**Рис. 2.** Приналежність пікселів діагоналі

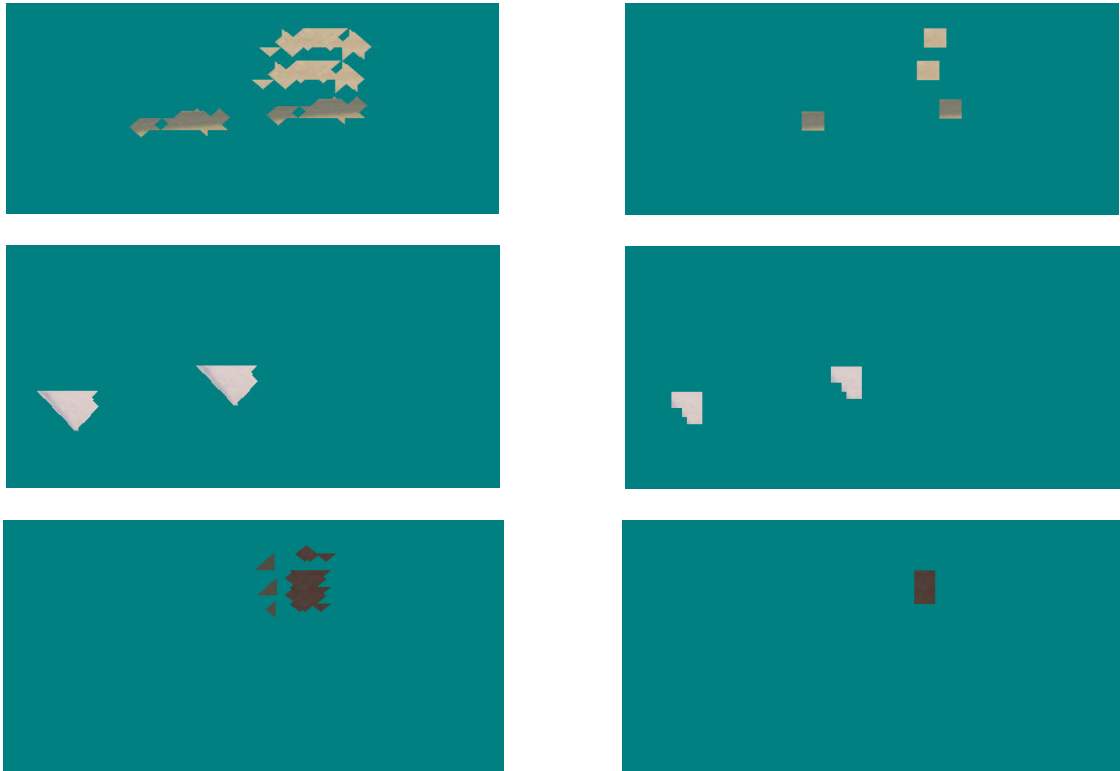
### Результати досліджень

Для досліджень візьмемо зображення, отримані за допомогою цифрового фотоапарата. Клоновані ділянки додані за допомогою програми Adobe Photoshop CS. Результати фальсифікації не піддавалися стиску (рис. 3). Крім того, в дослідженнях використовувалися зображення без фальсифікації.



**Рис. 3.** Вхідні зображення (зліва) і фальсифіковані (справа)

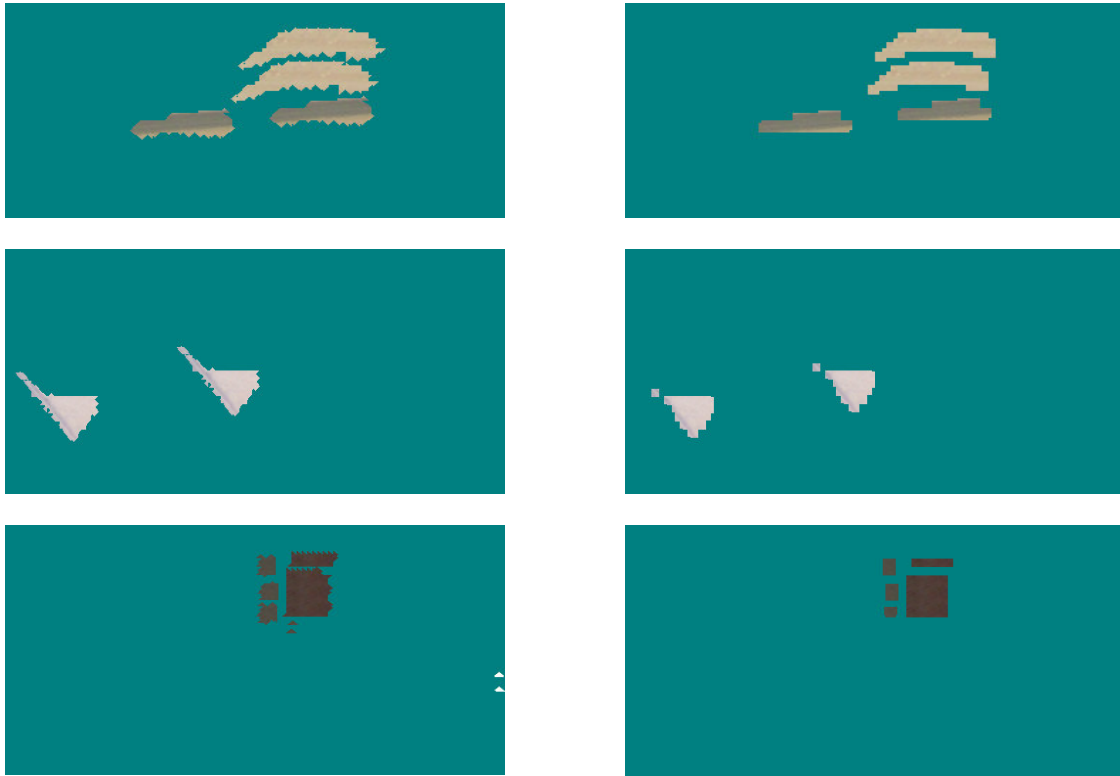
Розглянемо розбиття на трикутники на основі квадратного блоку розміром  $16 \times 16$ . Результати вживання таких блоків представлені на рис. 4.



**Рис. 4.** Виявлені фальсифікації: трикутними блоками (зліва) і квадратними блоками (справа) розміром  $16 \times 16$

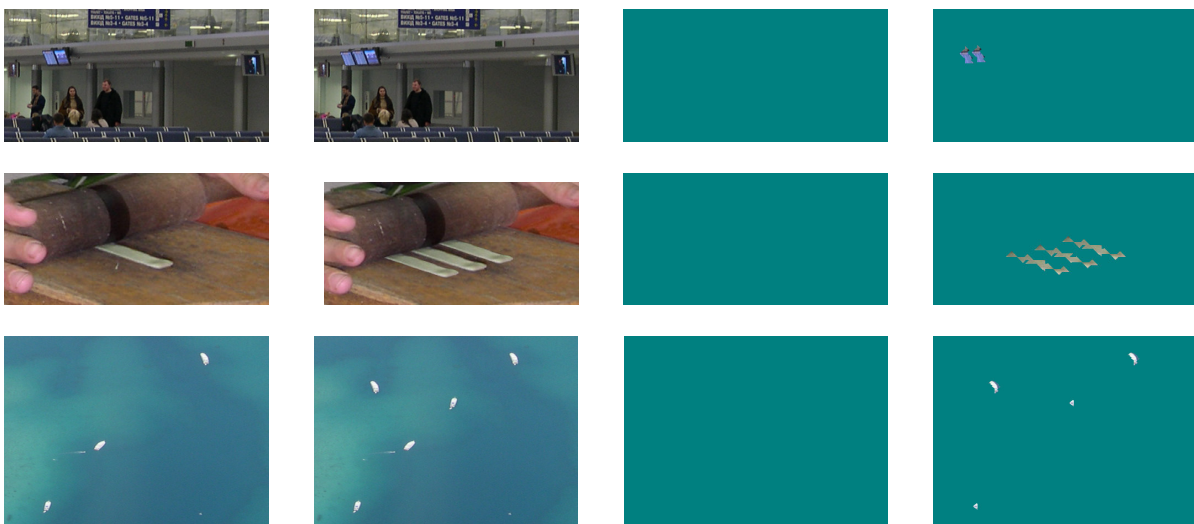
З приведених результатів видно, що трикутні блоки на основі квадратного блоку  $16 \times 16$  точніше покривають і виявляють фальсифіковані області, ніж квадратні блоки того ж розміру.

Для здобуття більш точної границі клонованих ділянок можна використовувати блоки менших розмірів. Отримане розбиття дозволить точніше виявити форму області фальсифікації. Були проведені експерименти по виявленню області фальсифікації блоками трикутної форми на основі квадратного блоку розміром  $8 \times 8$ . Результати експерименту наведені на рис. 5.



**Рис. 5.** Виявлені фальсифікації: трикутними блоками (зліва) і квадратними блоками (справа) розміром 8x8

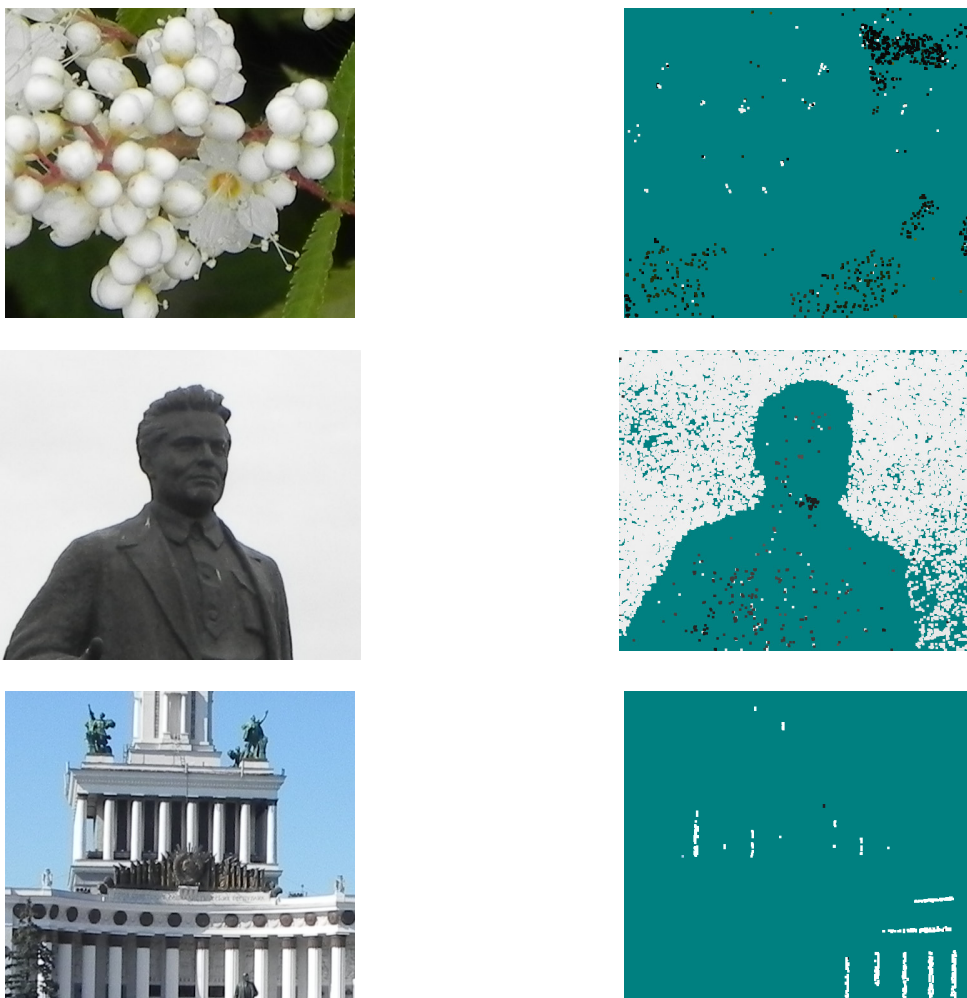
Крім того, трикутні блоки дозволяють виявити фальсифікацію в тих випадках, де квадратні блоки того ж розміру не справляються (рис. 6).



**Рис. 6.** Виявлені фальсифікації: перша колонка – вхідне зображення, друга колонка – фальсифіковане зображення, третя колонка – квадратні блоки розміру 16x16, четверта колонка – трикутні блоки розміру 16x16

Отримані результати обчислювальних експериментів, проведених в середовищі *MathWorks* MATLAB більш, ніж з 200 ЦЗ, підтвердили значну перевагу використання трикутних блоків для більш точного виявлення меж області фальсифікації в порівнянні з квадратними.

Деяке зменшення розміру блоку дозволяє уточнювати область фальсифікації. Проте зменшення блоку є обмеженим: при використанні малих блоків в процесі виявлення можуть з'являтися «лжеблоки», тобто блоки, що не містять частин фальсифікації, але мають одиничне значення коефіцієнта кореляції. Експериментально було виявлено, що блок, розміри якого менші за  $4 \times 4$ , може видавати лжеблоки. Так квадратні  $4 \times 4$  блоки в 40% випадків визначають лжеблоки, до того ж схожі блоки розміру  $4 \times 4$  виявляються і в зображеннях, фальсифікація яких відсутня (рис. 7).



**Рис. 7.** Результат роботи запропонованої методики з блоками розміром  $4 \times 4$ : зліва – автентичні зображення, справа – виявлені лжеблоки

Як видно з рис. 4 та 5, області фальсифікації, виявлені квадратними блоками розміром  $8 \times 8$ , і області, виявлені трикутними блоками розміром  $16 \times 16$ , мають схожу форму. З отриманих експериментальних результатів випливає, що в тих випадках, коли квадратні блоки при виявленні фальсифікації з великою вірогідністю можуть видавати лжеблоки, має сенс скористатися трикутними блоками більшого розміру. Наприклад, квадратні блоки розміром  $4 \times 4$  замінити на трикутні розміром  $8 \times 8$ . Відзначимо, що збільшення розміру блоку тут приведе до зменшення часу обчислень. Для подальшого прискорення процесу пошуку області порушення автентичності ЦЗ (ЦВ) в результаті

обчислювального експерименту були визначені трикутні блоки, які найчастіше використовуються в процесі виявлення і визначення меж області фальсифікації, – блоки розбивки 3 (рис. 1).

## Висновки

Розглянуті трикутні блоки, що будуються на основі квадратного блоку, мають значні переваги при локалізації області фальсифікації ЦЗ (ЦВ), оскільки дозволяють отримати більш точні границі клонованих ділянок, ніж звичайні квадратні блоки того ж розміру, якщо клонована область не має форми квадрата або прямокутника, що на практиці зустрічається частіше.

За отриманою статистикою про частоту використання трьох варіантів розглянутих розбивок квадратного блоку на трикутні визначено варіант розбивки, який найчастіше використовується для виявлення клонованої області, тому надалі для підвищення швидкості пошуку областей фальсифікації можна розглядати трикутні блоки лише третього варіанту розбивки.

## Список літератури

1. Narimanova O. Criteria of Double Quantization Effect Exhibition // Информатика та математичні методи в моделюванні. – 2011. – Т.1, №1. – С.26-33.
2. Кобозева А.А. Повышение эффективности метода обнаружения фальсификации цифрового изображения, основанного на анализе сингулярных чисел матрицы / А.А. Кобозева, Е.А. Трифонова // Труды Одесского политехнического университета. — 2008. — №1(29). — С.183-190.
3. Wang W. Exposing Digital Forgeries in Video by Detecting Duplication / W. Wang, H. Farid // MM&Sec. — 2007. — PP.35-42.
4. Bayram S. Image manipulation detection / S. Bayram, B. Sankur, N. Memon // Journal of Electronic Imaging. — 2006. — Vol. 15(4). — PP.1-17.
5. Лебедева Е.Ю., Лебедев Ю.Ф. Исследование метрик используемых при обнаружении клонированных участков изображений в задачах выявления фальсификации // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск «Системний аналіз, управління та інформаційні технології». – Х.:НТУ «ХПІ», 2011. – №35. – С.25-31.
6. A.C. Popescu and H. Farid. Exposing digital forgeries by detecting duplicated image regions // Technical Report, TR-515, Dartmouth College, Computer Science. – 2004.
7. Лебедева Е.Ю., Павлов О.А. Использование нестандартных разбиений для оптимального покрытия объектов // Искусственный интеллект. – 2002. –№3. – С.606-610.

П.Е. Баранов, Е.Ю. Лебедева

ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЛАСТИ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ  
БЛОКАМИ ТРЕУГОЛЬНОЙ ФОРМЫ

В работе рассматривается методика построения треугольных блоков, используемых в методе обнаружения клонированных участков изображений при выявлении фальсификации. Получены выводы о целесообразности и рекомендации по использованию блоков треугольной формы.

**Ключевые слова:** фальсификация изображения, выявление фальсификации, клонирование, треугольные блоки

P. Baranov, O. Lebedyeva

DETECTION THE FALSIFICATION AREA OF DIGITAL IMAGE BY TRIANGULAR  
BLOCKS

The paper considers building of triangular blocks used in the detection of cloned areas of digital images. Drawing conclusions refers to appropriateness of proposed method and recommendations on the use of triangular blocks.

**Keywords:** image falsification, detection of falsification, image cloning, triangular blocks