УДК 681.514:621.029

Informatics and Mathematical Methods in Simulation
Vol. 8 (2018), No. 4, pp. 279-284

METHOD FOR DETECTING SHARPNESS AS A DIGITAL IMAGE POST-PROCESSING

V.V. Zorilo, P.S. Safronov, O.Yu. Lebedieva, I.V. Zorilo

Odessa National Polytechnic University,
1, Shevchenko avenue, Odessa, 65044, Ukraine; e-mail: vikazorilo@gmail.com, p.s.safronov@gmail.com, whiteswanhelena@gmail.com, zoriloi67@gmail.com

Due to the growth of computer crime, an important and urgent problem is the development of methods for detecting the integrity violations of a digital image. In particular, the detection of different types of the image post-processing after their possible forgery is a grey area of information security, and the detection of processing by the Sharpen Filter is an issue practically not covered in open scientific literature. The artificial sharpening of a digital image is the reverse procedure to the blurring. Previously, the authors of the paper developed the method for detecting blur of a digital image based on an analysis of the growth rate of singular values. When blurring, the growth rate of singular values is an order of magnitude smaller than before the blurring, which makes it possible to reveal a threshold value for detecting blurred images. The singular values increase accordingly to the artificially sharpening. But it is not possible to reveal the threshold value in this case. The aim of this paper is to identify the parameters of the digital image matrix, which indicate an artificial sharpening, and to develop a method for detecting sharpness as a digital image post-processing. If the contour is considered as a change in the brightness function of a digital image, then the change in the brightness function will be faster when the contours are sharpened. If two adjacent pixels had the close sharpness values before sharpening, then applying this filter will increase the difference between them. In this paper, the investigation of the close color pairs of an image is carried out when the Sharpness Filter was applied to it. It is revealed that the number of close color pairs during processing decreases. The threshold value which allows separating the processed image from the raw one is empirically established. The method of detecting sharpness as a digital image post-processing is developed based on the results obtained.

Keywords: analysis of color pairs, sharpness, digital image, image processing, image forgery.

Introduction

The use of digital images occurs in all spheres of human activity. Modern means of image processing, both in order to improve their perception, and to conceal possible unauthorized interference (forging, using a digital image (DI) as a steganographic container, etc.) are widely available and easy to use. This fact leads to the need to improve existing methods for detecting integrity violations of the digital images, as well as to create the new methods. Sharpening is one of the possible tools for a digital image post-processing in case of the image integrity violation. There are many articles on how to estimate the degree of sharpness of a digital image [1…3], but there are no any researches on how to identify an artificial increase in sharpness with a graphic editor. Along with such a tool as image blur, which was previously studied in [4 ... 5], sharpness affects mainly the contours of a digital image. At the moment, the problem of detecting sharpening by means of graphic editors is practically not covered in the sources available in the open scientific literature. In [6], a computing experiment, where the singular values of blocks of digital image matrices are used as the analyzed parameters, is carried out. This tool was chosen for the reasons described in [7], as well as in many other papers of the author. As a result of the experiment, it was established that the application of Sharpen Tool to an image, like the application of Blur Tool, affects the growth rate of singular values, namely, it is established that the growth rate

increases. However, studies have led to the fact that the analysis of the growth rate of the corresponding image parameters, which gave positive results for detecting blurring, did not lead to success in detecting sharpness since it is in principle not possible to identify the threshold value that allows separating the processed image from the raw one. This indicates the need to search for a tool the sensitivity of which would allow developing a method for detecting sharpness as a forged image post-processing.

The aim of the paper is to identify the parameters of the digital image matrix, which indicate an artificial increase in the sharpness of an image, and to develop a method for detecting sharpness as a digital image post-processing.

Related works

As already noted, the sharpness affects mainly the high-frequency component of the digital image signal. In fact, sharpness is nothing more than an increase in the difference between the brightness values of adjacent pixels. This means that if adjacent pixels (color pairs) could be close to or equal in brightness values before processing, then the number of such pairs will be much less after processing. Earlier, color pairs were studied for images for steganographic analysis, where an image was considered as a steganographic container [8]. In this paper, such terms as “close color pairs” and “unique color pairs” are used.

In the context of the problem addressed, the definition of a close color pair is introduced by analogy with [8]. The two colors (R_1, G_1, B_1) and (R_2, G_2, B_2) will be considered close color pair if they belong to the pixels which sequentially arranged vertically or horizontally, and satisfy the following condition:

$$(R_1 - R_2) + (G_1 - G_2) + (B_1 - B_2) \le 3. \quad (1)$$

An experiment in which the effect of sharpness on the change in the number of close color pairs in the analyzed images was conduct. For the experiment, 300 jpeg images of different sizes from the NRSC image database were used [9]. Each image was processed using Adobe Photoshop graphic editor, namely, the Gaussian Sharpen Filter with a radius of 1 pixel. This corresponds to the least noticeable sharpening and, accordingly, the most difficult to detect situation. The result was saved in jpeg format with a maximum quality factor, that is, with minimal compression. For convenience, the image was split into a standard 16 × 16 block size. The number of close color pairs (CCPs) was found before and after processing for each block. Some of the experimental results are presented in table 1, where all the blocks taken belong to different images.

As you can see, the assumption about the reduction of close color pairs under the effect of the Gaussian Sharpen Filter is confirmed by a computing experiment. Consider these indicators relative to the total number of color pairs in the block, which we define as follows. Let F be an n×n-block of the DI matrix. Then the total number of color pairs S in the block is determined by the formula:

$$S = 2n(n-1).$$

Also the ratio *(K)* of the number of close color pairs *(P)* to the total number of color pairs in the block:

$$K = \frac{P}{S}. \quad (2)$$

Table 1.

The Effect of Sharpening on the Number of Close Color Pairs in the DI Blocks

DI No.	Block size	Number of CCPs before processing	Number of CCPs after processing
1	16×16	232	79
2	16×16	227	75
3	16×16	252	55
4	16×16	97	33
5	16×16	209	47
6	16×16	276	80
7	16×16	232	67
8	16×16	297	73
9	16×16	181	38
10	16×16	118	29
11	16×16	388	216
12	16×16	373	217
13	16×16	66	22
14	16×16	450	324
15	16×16	189	77
16	16×16	212	96
17	16×16	112	42
18	16×16	239	114
19	16×16	164	58
20	16×16	102	30

The results of the calculations are shown in the table 2.

By analyzing the obtained ratios before and after processing, it was established that the average value of the ratios of the number of close color pairs before processing to the total number of color pairs in a block is $K_b = 0,5$, in turn, the average value of these relations after processing is $K_a = 0,2$. Consider the threshold value of 0.35 as the median for the average values obtained. The number of errors of the first kind (skipping the processed image) is 20%. But at the same time the number of errors of the second kind (false alarm) reaches 32%. It was established experimentally that the optimal value is a threshold value of 0.3.In this case, the errors of the first kind do not increase, and the errors of the second kind decrease and amount to 20%.

The method for detecting sharpness as a digital image processing is proposed based on the research data. The main steps of the method are presented below.

Let A be the analyzed color digital image, where *R*, *G*, *B* are the m × n matrices of the red, green, and blue components of the image, respectively.

Step 1. The matrices *R*, *G*, *B* is split into 16 × 16 blocks in a standard manner.

Step 2. For the each block, the number of close color pairs *P* is found by expression (1).

Step 3. For the each block, the ratio of the number of close color pairs to the total number of color pairs is found by expression (2).

Step 4. The average value of the coefficients K_{avg} obtained at the previous stage is founded.

Step 5. If a

K_{avg} *<0,3, then*

The image is considered a processed by Gaussian Sharpen Filter, Otherwise, the image is not processed by the Gaussian Sharpen Filter.

Table 2.

Calculation Results

No.	Block size	Total number of pairs	Number of CCPs before processing	Ratio of CCPs to S before processing (K_b)	The number of CCPs after processing	Ratio of CCPs colors to S after processing (K_a)
1	16×16	480	232	0.48333333	79	0.16458333
2	16×16	480	227	0.47291667	75	0.15625000
3	16×16	480	252	0.52500000	55	0.11458333
4	16×16	480	97	0.20208333	33	0.06875000
5	16×16	480	209	0.43541667	47	0.09791667
6	16×16	480	276	0.57500000	80	0.16666667
7	16×16	480	232	0.48333333	67	0.13958333
8	16×16	480	297	0.61875000	73	0.15208333
9	16×16	480	181	0.37708333	38	0.07916667
10	16×16	480	118	0.24583333	29	0.06041667
11	16×16	480	388	0.80833333	216	0.45000000
12	16×16	480	373	0.77708333	217	0.45208333
13	16×16	480	66	0.13750000	22	0.04583333
14	16×16	480	450	0.93750000	325	0.67708333
15	16×16	480	189	0.39375000	77	0.16041667
16	16×16	480	212	0.44166667	96	0.20000000
17	16×16	480	112	0.23333333	42	0.08750000
18	16×16	480	239	0.49791667	114	0.23750000
19	16×16	480	164	0.34166667	58	0.12083333
20	16×16	480	102	0.21250000	30	0.06250000

Conclusions

In this paper, the question of the behavior of close pair pairs of image is investigated in a situation when an image is processed by means of a graphic editor. The Gaussian Sharpen Filter was selected as an impact on the image. In the course of research it was revealed that the number of close color pairs decreases during the processing of the said filter. And also the threshold value which allows separating the processed image from the raw one is empirically revealed. Based on the results, the method for detecting sharpness as a post-processing of a digital image is developed .The developed method has following features: images before and

after processing must be saved in jpeg format, otherwise it is extremely difficult to reveal a threshold value. The number of errors of the first kind, as well as the number of errors of the second kind, is 20%.

The efforts of the authors are currently aimed at conducting additional research in order to improve the developed method.

References

1. Kanjar, De. Image Sharpness Measure for Blurred Images in Frequency Domain / De. Kanjar, V. Masilamani // Procedia Engineering. – 2013. – No. 64. – Pp. 149-158.
2. Ashirbani, S. High frequency content based framework for perceptual sharpness assessment in natural images / S. Ashirbani, Q.M. Jonathan Wu // International Conference on Computers, Communications and Systems (ICCCS). – 2015. – Pp.1-13.
3. Hassen, R. Image Sharpness Assessment Based on Local Phase Coherence / R. Hassen, Z. Wang, M. Salama // IEEE Transactions on Image Processing. – 2013. – Vol. 22, No. 7. – Pp. 2798-2810.
4. Зорило, В.В. Методы повышения эффективности выявления нарушения целостности цифрового изображения / В.В. Зорило // Науково-технічний збірник «Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні». – 2013. – №1(25). – С. 75-81.
5. Zorilo, V.V. Detection of digital image blurring traces / V.V. Zorilo, V.A. Mokritskiy // Informatics and mathematical methods in simulation. – 2012. – No. 3. – Pp. 220-226.
6. Зорило, В.В. Влияние повышения резкости на математические параметры цифрового изображения / В.В. Зорило, Е.Ю. Лебедева, А.И. Матвеева, А.А. Ефименко, В.А. Мокрицкий // Сучасна спеціальна техніка. – 2017. – № 2. – С. 67-73.
7. Кобозева, А.А. Основы общего подхода к решению проблемы обнаружения фальсификации цифрового сигнала / А.А. Кобозева // Електромашинобудування та електрообладнання. – 2009. – № 72. – С. 35-41.
8. Узун, И.А. Стеганоанализ цифровых изображений, хранящихся в произвольных форматах / И.А. Узун // Информатика и математические методы в моделировании. – 2013. – Том 3, № 2. – С. 179-189.
9. NRCS Photo Gallery. Mode of access: https://photogallery.sc.egov.usda.gov/res/sites/PhotoGallery/index.html.

МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ РІЗКОСТІ ЯК ПОСТОБРОБКИ ЦИФРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ

В.В. Зоріло, П.С. Сафронов, О.Ю. Лебедєва, І.В. Зоріло

Одеський національний політехнічний університет,
просп. Шевченка, 1, Одеса, 65044, Україна; e-mail: vikazorilo@gmail.com,
p.s.safronov@gmail.com, whiteswanhelena@gmail.com, zoriloi67@gmail.com

Розробка методів виявлення порушень цілісності цифрових зображень є важливою і актуальною задачею у зв'язку з ростом комп'ютерної злочинності. Зокрема, виявлення різних видів постобработки зображень після їх можливої фальсифікації – мало розкрита область захисту інформації, а виявлення обробки фільтром «різкість» – практично неосвітлене питання у літературі. Штучне підвищення різкості цифрового зображення – процедура, зворотна розмиттю. Раніше авторами статті було розроблено метод виявлення розмиття цифрового зображення, заснований на аналізі швидкості росту сингулярних чисел. При розмитті швидкість росту сингулярних чисел на порядок менша, ніж до розмиття, що дозволяє виділити порогове значення для виявлення розмитих зображень. При штучному підвищенні різкості сингулярні числа, відповідно, збільшуються. Але виділити порогове значення в цьому випадку не є можливим. Мета даної роботи – виявлення параметрів матриці цифрового зображення, які вказують на штучне підвищення його різкості, і розробка методу виявлення різкості як постобработки цифрового зображення. Якщо розглядати контур як зміну функції яскравості зображення у цифровому форматі, то при підвищенні різкості контурів функція яскравості буде змінюватись швидше. Якщо два пікселі, що розташовані один біля одного, до підвищення різкості мали близькі значення, то застосування даного фільтру збільшить різницю між ними. В

роботі проведені дослідження близьких пар кольорів зображення під впливом на нього фільтру «Різкість». Виявлено, що кількість близьких пар кольорів після обробки зменшується. Емпірично встановлено порогове значення, що дозволяє відокремити оброблене зображення від необробленого. На основі отриманих результатів розроблено метод виявлення різкості як постобробки цифрового зображення.
Ключові слова: аналіз пар кольорів, різкість, цифрове зображення, обробка зображення, фальсифікація зображення.

МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ РЕЗКОСТИ КАК ПОСТОБРАБОТКИ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

В.В. Зорило, П.С. Сафронов, О.Ю. Лебедева, И.В. Зорило

Одесский национальный политехнический университет,
просп. Шевченко, 1, Одеса, 65044, Украина; e-mail: vikazorilo@gmail.com,
p.s.safronov@gmail.com, whiteswanhelena@gmail.com , zoriloi67@gmail.com

Разработка методов выявления нарушений целостности цифровых изображений является важной и актуальной задачей в связи с ростом компьютерной преступности. В частности, выявление разных видов постобработки изображений после их возможной фальсификации – мало раскрытая область защиты информации, а выявление обработки фильтром «резкость» – практически неосвещенный вопрос в открытой литературе. Искусственное повышение резкости цифрового изображения – процедура, обратная размытию. Ранее авторами статьи был разработан метод выявления размытия цифрового изображения, основанный на анализе скорости роста сингулярных чисел. При размытии скорость роста сингулярных чисел на порядок меньше, чем до размытия, что позволяет выделить пороговое значение для выявления размытых изображений. При искусственном повышении резкости сингулярные числа, соответственно, увеличиваются. Но выделить пороговое значение в этом случае не представляется возможным. Цель данной работы – выявление параметров матрицы цифрового изображения, указывающих на искусственное повышение его резкости, и разработка метода выявления резкости как постобработки цифрового изображения. Если рассматривать контур как изменение функции яркости цифрового изображения, то при повышении резкости контуров изменение функции яркости будет происходить быстрее. Если два рядом стоящих пикселя до повышения резкости имели близкие значения, то применение данного фильтра увеличит разницу между ними. В работе проведены исследования близких пар цветов изображения под воздействием на него фильтром «Резкость». Выявлено, что количество близких пар цветов при обработке уменьшается. Эмпирически установлено пороговое значение, позволяющее отделить обработанное изображение от необработанного. На основе полученных результатов разработан метод выявления резкости как постобработки цифрового изображения.
Ключевые слова: анализ пар цветов, резкость, цифровое изображение, обработка изображения, фальсификация изображения.