

МЕТОД ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ, БАЗИРУЮЩИХСЯ НА ВАРИАЦИИ РАЗМЕРА РАСТРОВОЙ ЯЧЕЙКИ

Виктор Андреевич Федосеев¹ (стажёр-исследователь, e-mail: vicanfed@smr.ru),
Виталий Анатольевич Митекин¹ (младший научный сотрудник, e-mail: mitekin@smr.ru)
¹ Учреждение Российской академии наук Институт систем обработки изображений РАН

Аннотация

В работе предлагается метод извлечения текстурных водяных знаков (ТВЗ), основанных на вариации размера растровой ячейки, из оцифрованных образцов полиграфической продукции. Метод предполагает использование нелинейной фильтрации для препарирования изображений. Исследования показали, что он является устойчивым к искажениям входных данных. Приводятся результаты работы алгоритма на реальных образцах, а также количественные показатели эффективности его работы.

Ключевые слова: текстурные водяные знаки, цифровая стеганография.

Введение

Задача эффективной защиты от подделок документов и ценных бумаг возникла не одно столетие назад, однако остаётся актуальной и по сей день. Для её решения применяется множество методик и технологий из различных областей человеческой деятельности. К числу основных следует отнести *полиграфические методы защиты*, которые можно разделить на несколько групп [1]:

- 1) защита на стадии дизайна с помощью особых приемов вёрстки и обработки изображения;
- 2) технологические способы печати (орловская, ирисная, металлографская, глубокая и пр.);
- 3) защита за счет особенностей бумаги или другой основы, на которой осуществляется печать (многослойная бумага, бумага с металлизированными вкраплениями или цветными волокнами);
- 4) защита с помощью специальных красок (металлизированные, магнитные, флуоресцентные, химически нестойкие краски);
- 5) использование дополнительных отделочных процедур после печати (тиснение, нанесение голограмм, перфорация).

В зависимости от требуемого уровня надёжности и области использования защищаемого документа, а также от технических возможностей производителя применяются различные комбинации методов из представленных групп.

Методы защиты на стадии дизайна являются наиболее алгоритмически значимыми и наименее зависимыми от технических ресурсов приёмами защиты полиграфических изделий, поэтому они наиболее часто применяются на практике. К их числу относятся использование сложных растровых ячеек при подготовке изображения, применение *гилюшюрных композиций*, представляющих собой сложные узоры из тонких гладких линий, а также встраивание *текстурных водяных знаков*, которые и являются основным предметом исследования настоящей работы.

Текстурный водяной знак, обозначаемый в дальнейшем ТВЗ, в литературе зачастую фигурирует под терминами скрытое, или латентное изображение и

представляет собой графический объект, некоторым образом замаскированный другими графическими объектами. Методы встраивания ТВЗ, примеры которых описаны в [2], находятся в тесной связи с методами *цифровой стеганографии* [3]. Основное отличие заключается в том, что ТВЗ используются для защиты печатной продукции, то есть аналоговой информации, что и обусловило отказ от использования понятия *цифрового водяного знака* (ЦВЗ) в данной работе для их обозначения.

Помимо задачи встраивания ТВЗ, немалую важность представляет собой задача разработки атак для извлечения ТВЗ, позволяющих сделать вывод об эффективности применения конкретных алгоритмов встраивания для защиты документов. Под извлечением в данном случае понимается такое препарирование образца со встроенным ТВЗ, при котором области фона и ТВЗ становятся ярко контрастными друг от друга однородными областями.

Настоящая работа посвящена разработке атаки для извлечения текстурных водяных знаков, встраивание которых основано на вариации размера растровой ячейки в различных частях документа. Такая атака была ранее кратко рассмотрена в [4]. Данная же работа содержит более подробное её описание, сопровождаемое сравнением её с существующими методами, анализом условий её применимости. Также авторами ранее были предложены методы извлечения ТВЗ некоторых других типов, ознакомиться с которыми можно в работах [5-6].

1. Технология растровой печати

Поскольку ТВЗ используются для защиты печатной продукции, то методы их встраивания и проектируемые методы извлечения должны учитывать способ и параметры печати документов, подлежащих защите. В настоящее время растровая печать является наиболее распространённой и доступной полиграфической технологией. Она предполагает печать монохромных изображений, в которые на предварительном этапе преобразуются исходные полутоновые изображения. Этот процесс осуществляется при помощи аппаратного или программного обеспечения Raster Image Processor (RIP), которое

преобразует каждый пиксель исходного изображения в совокупность пикселей, составляющих растровую точку [7]. Сам этот процесс называется *растррированием*, а результат - *растром*. На практике чаще всего применяется растррирование методом амплитудной модуляции. При этом размер растровой точки обратно пропорционален яркости соответствующего ей пикселя.

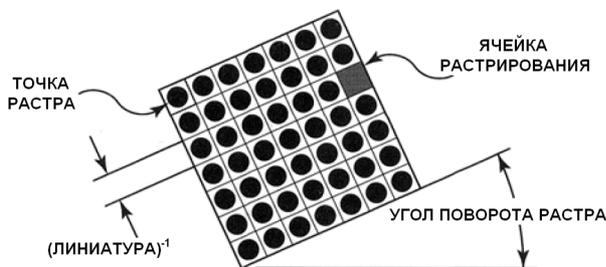


Рис. 1. Растр и его характеристики

Основными характеристиками регулярного растра являются *угол поворота растра*, *форма точки* и *линиатура* [7] (рис. 1).

Угол поворота растра — это набор углов, под которыми располагаются друг к другу линии из точек растра. *Форма точки* влияет на окончательное восприятие изображения. Как правило, точки имеют круглую форму, однако используются и точки других форм, например, эллиптические, ромбовидные или даже квадратные. *Линиатура растра* является одной из основных характеристик печати, характеризует период сетки и обозначает количество линий растра на единицу длины изображения (обозначение и единица измерения – *lpi*, или *лин/дюйм*).

Согласно [7], имеет место следующее соотношение между линиатурой растра, разрешением растровой печати *dpi* и количеством уровней серого N_i , достигаемом при помощи печати:

$$N_i = (DPI/LPI)^2 + 1. \quad (1)$$



Рис. 2. Полутонное изображение, напечатанное с линиатурой 35 lpi (слева) и 133 lpi (справа)

Из приведённой формулы следует, что чем ниже линиатура растра, тем выше число градаций серого при постоянном разрешении. Однако при уменьше-

нии линиатуры ухудшается визуальное качество печати, что иллюстрирует рис. 2. Эти факторы обусловили необходимость разработки правила выбора значения линиатуры в зависимости от требуемого качества и назначения печатаемого образца.

Такое правило было официально рекомендовано в 2003 году Ассоциацией специальной графической печати (Specialty Graphic Imaging Association, SGIA) и получило название «Правило 240» [8]:

$$LPI = \frac{240}{D_{vis} [feet]}, \quad (2)$$

где D_{vis} - предположительное расстояние от глаза наблюдателя до печатного образца, выраженное в футах.

Данное правило позволяет оценить коэффициент масштабирования базовых элементов структуры анализируемых изображений, обусловленного их растррированием и сканированием:

$$k = \frac{DPI}{LPI} = \frac{DPI \cdot D_{vis}}{240}, \quad (3)$$

где *DPI* - разрешение уже сканирующего устройства (известное на этапе анализа).

2. Алгоритм встраивания ТВЗ

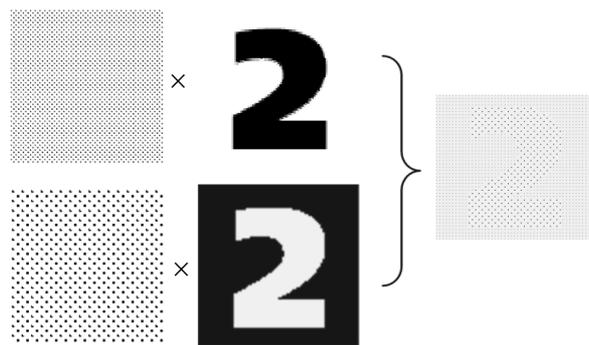


Рис. 3. Принцип встраивания ТВЗ

Данный алгоритм запатентован в [9] и предназначен для встраивания ТВЗ в однородных областях в одном цветовом пространстве. В области фона текстура печатается с разрешением, меньшим разрешения копируемых устройств, а в области ТВЗ – с большим разрешением (или наоборот, что не принципиально). Таким образом, при копировании происходит сглаживание областей ТВЗ, приводящее к визуальной видимости водяного знака. Описанная методика встраивания проиллюстрирована на рис. 3.

В целях ухудшения визуальной различимости ТВЗ толщину линий и точек стараются сделать минимально возможной для используемого устройства вывода, то есть $L \rightarrow DPI/(2 \cdot LPI)$.

3. Существующие методы извлечения ТВЗ

В работе [10] описана методика извлечения ТВЗ рассматриваемого типа. Она основана на анализе спектральных характеристик изображения и его низкочастотной фильтрации (рис. 4).

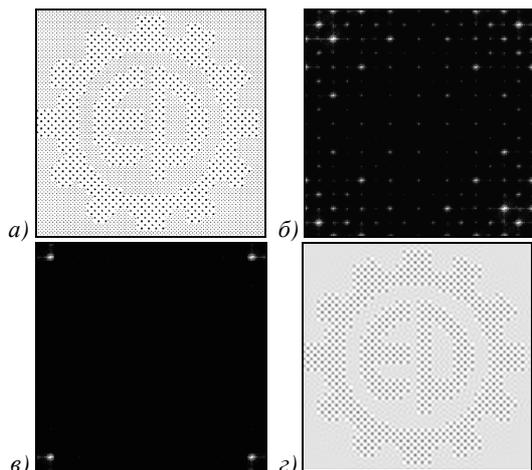


Рис. 4. Изображение «Зубчатка» (а), его спектр амплитуд (б), отфильтрованный спектр амплитуд (в) и окончательный результат (г)

К сожалению, такой способ препарирования имеет ряд недостатков:

- 1) Во введении говорилось о том, что области фона и ТВЗ после процедуры извлечения должны быть однородными яркостно-отделимыми областями. Однако итоговый результат, как видно на рис. 4 г, представляет собой однородный фон в областях печати с высокой линиатурой и чуть сглаженную, но по-прежнему точечную структуру в областях печати с низкой линиатурой. К тому же средняя яркость областей фона и ТВЗ по-прежнему одинакова.
- 2) Достаточно затруднительным представляется автоматическое формирование низкочастотного фильтра в условиях наличия двух текстур разной частоты, присутствующих на изображении в неизвестной пропорции.
- 3) Размеры изображения с ТВЗ могут быть слишком большими для осуществления БПФ по всему изображению, а при обработке его по отдельным фрагментам велика вероятность формирования различающихся низкочастотных фильтров на фрагментах.

Помимо указанных недостатков, текстуры фона и ТВЗ существенно различаются по частоте, что позволяет использовать для их разделения менее трудоёмкие пространственные фильтры. В ходе исследований достаточно хорошие результаты были достигнуты с использованием линейного фильтра нерезкой маски [11], однако его работа в условиях существования дополнительной маскирующей текстуры (показанной на рис. 5) не отличалась стабильностью. Поэтому принято решение для извлечения ТВЗ воспользоваться методами нелинейной фильтрации.

4. Предлагаемый метод извлечения ТВЗ

Предлагаемый эвристический метод извлечения ТВЗ состоит из следующих основных шагов:

- 1) выравнивание фона и яркости текстуры;
- 2) анализ полученного изображения и оценка среднего размера точки растра;

- 3) удаление точек большей линиатуры с помощью операции размывания;
- 4) формирование результирующего изображения с однородной заливкой областей.

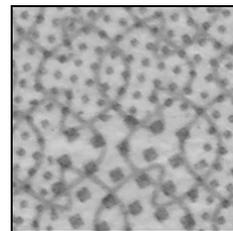


Рис. 5. Пример маскирующей текстуры на изображении с ТВЗ

4.1. Выбор размера окна обработки

Для оценки размера окон при фильтрации предлагается воспользоваться модификацией формулы (3):

$$k = \frac{2 \cdot D_{\text{vis}} \cdot \text{DPI}}{240}. \quad (4)$$

Двукратное увеличение этого показателя обусловлено тем, что при встраивании ТВЗ размер точек не превышает $(2 \cdot lpi)^{-1}$.

Размер окна для ранговой обработки L_0 должен быть достаточным, чтобы «накрыть» и точки меньшей линиатуры (для гарантии этого необходимо $L_0 \geq 2.5 \cdot k$), и, желательно, маскирующую текстуру. Экспериментально получено, что наилучшие результаты достигаются при использовании

$$5k \leq L_0 \leq 8k. \quad (5)$$

4.2. Выравнивание фона и яркости текстуры

Ранговую обработку [12] будем обозначать:

$$g = \Phi \{ f(r); W \}. \quad (6)$$

Данная запись означает, что по отсчетам изображения $f(n_1, n_2)$ в окне W формируется вариационный ряд $f(1) \leq f(2) \leq \dots \leq f(|W|)$ и выбирается r -ый отсчет в качестве результата.

Начальная обработка, включающая выравнивание фона и яркости текстуры, осуществляется с окном

$$W_0 : |W_0| = L_0 \times L_0,$$

где L_0 рассчитано по формулам (4)–(5). Выравнивание фона представляет собой последовательное применение двух ранговых фильтров:

$$S' = \Phi \{ S([\gamma \cdot |W_0|]); W_0 \}, \quad (7)$$

$$S'' = \Phi \{ S'([(1-\gamma) \cdot |W_0|]); W_0 \}, \quad (8)$$

$$S_{\text{фон}}(n_1, n_2) = \max \{ 0, S''(n_1, n_2) - S(n_1, n_2) \}, \quad (9)$$

где $0,5 < \gamma \leq 1$, $\gamma \rightarrow 1$. Операции (7)–(8) реализуют морфологическую операцию замыкания [11]. Выравнивание яркости имеет похожий вид:

$$S'_{fon} = \Phi \left\{ S_{fon} \left(\left[\gamma \cdot |W_0| \right] \right); W_0 \right\}, \quad (10)$$

$$S''_{fon} = \Phi \left\{ S'_{fon} \left(\left[(1-\gamma) \cdot |W_0| \right] \right); W_0 \right\}, \quad (11)$$

$$S_{norm} = \frac{S_{fon}}{S''_{fon} + \delta}, \quad 0 < \delta \ll 1. \quad (12)$$

В результате выполнения процедур (7)–(12) преобразованное изображение S_{norm} имеет нулевой фон и одинаковую среднюю амплитуду всех растровых точек. Это продемонстрировано на рис. 6.

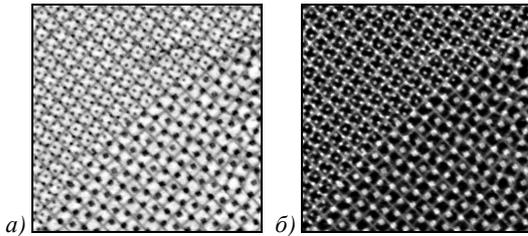


Рис. 6. Пример изображения (а) и результат его нормировки (б)

4.3. Оценка среднего размера точки растра

Следующий этап предназначен для получения оценки среднего размера растровых точек. Он должен быть меньше диаметра точек меньшей линиатуры и больше диаметра точек большей линиатуры. Такую оценку можно осуществить путем использования приближенной модели препарированного изображения с ТВЗ, заключающейся в том, что вся она состоит из бинарных растровых точек – то есть кругов некоторого радиуса единичной яркости. Погрешности такой модели заключаются в следующем:

- 1) растровые точки не являются бинарными в результате размытия при печати/сканировании и предварительной обработке;
- 2) на изображении зачастую присутствует линейная маскирующая текстура.

Однако ввиду двукратного различия размеров больших и маленьких точек, проведенной нормализации и предположения, что линейную текстуру можно также представить в виде набора кругов, погрешность оценки требуемого параметра не столь значительна.

Итак, для оценки среднего размера точек предлагается посчитать сумму яркостей всех пикселей изображения S_{norm}

$$I_0 = \sum_{n_1=0}^{N_1-1} \sum_{n_2=0}^{N_2-1} S_{norm}(n_1, n_2)$$

и изображения

$$S'_{norm} = \Phi \left\{ S_{norm} \left(\left[(1-\gamma) \cdot |W_{min}| \right] \right); W_{min} \right\},$$

где W_{min} – круглое окно площа-

дью $|W_{min}| = \frac{\pi(2r+1)^2}{4}$, диаметр которого $2r+1$ –

малая величина, меньшая диаметра точек меньшей линиатуры. В данной работе использовалось $r=2$. Изображение S'_{norm} , согласно принятой модели, со-

держит круги, у которых радиусы уменьшились на r пикселей. Сумма яркостей данного изображения

$$I_r = \sum_{n_1=0}^{N_1-1} \sum_{n_2=0}^{N_2-1} S'_{norm}(n_1, n_2).$$

Согласно модели,

$$I_0 = \sum_{k=0}^{K-1} \pi R_k^2 = K\pi R^2,$$

$$I_r = \sum_{k=0}^{K-1} \pi (R_k - r)^2 = K\pi (R - r)^2,$$

где K – количество растровых точек, а R – искомый средний радиус точек.

Таким образом,

$$R = r / \left(1 - \sqrt{I_r / I_0} \right). \quad (13)$$

Тогда размер окна, достаточный для удаления меньших точек, равен

$$L_1 = 2 \cdot R + 1. \quad (14)$$

4.4. Заключительные этапы обработки

Для удаления точек малого размера применяется операция размыкания:

$$S''_{norm} = \Phi \left\{ S_{norm} \left(\left[(1-\gamma) \cdot |W_1| \right] \right); W_1 \right\},$$

$$S_{del} = \Phi \left\{ S''_{norm} \left(\left[\gamma \cdot |W_1| \right] \right); W_1 \right\},$$

где

$$W_1 : |W_1| = L_1 \times L_1,$$

а L_1 вычисляется по формулам (13)–(14).

Как можно заметить на рис. 7а, отражающем данный этап обработки для изображения с рис. 6а, ввиду размытия точки и пересечения их с маскирующей текстурой, малые точки удаляются не полностью, однако яркость их существенно деградирует, что позволяет осуществить разделение.

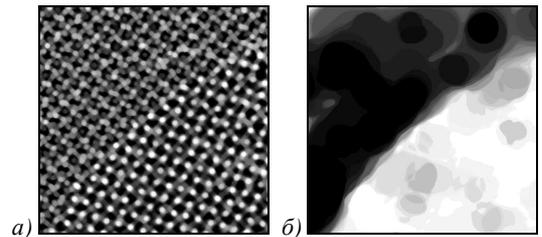


Рис. 7. Результат обработки после удаления малых точек (а) и итоговый результат (б)

Для получения итогового результата необходимо распространить точечные пики яркости на всё изображение, чему способствует операция замыкания в большом окне W_0 (рис. 7б):

$$S'_{del} = \Phi \left\{ S_{del} \left(\left[\gamma \cdot |W_0| \right] \right); W_0 \right\},$$

$$W^D = \Phi \left\{ S'_{del} \left(\left[(1-\gamma) \cdot |W_0| \right] \right); W_0 \right\}.$$

Ещё один пример представлен на рис. 8.

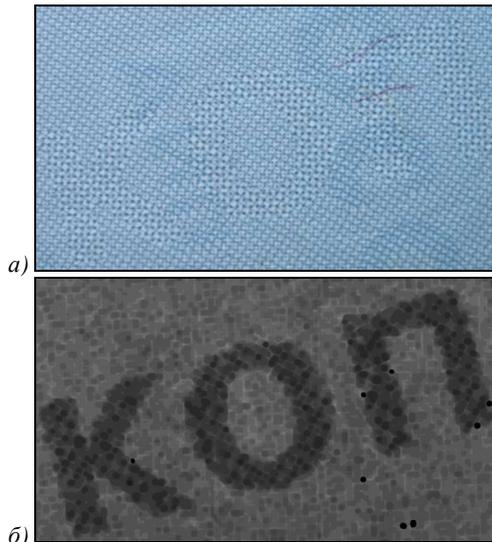


Рис. 8. Пример извлечения ТВЗ

5. Исследование метода извлечения ТВЗ

Для количественного анализа характеристик разработанного алгоритма извлечения ТВЗ необходимо уметь вычислять оценку близости встроенного и извлеченного ТВЗ, что осуществимо лишь при использовании собственных синтезированных образцов. Для исследования влияния процесса печати-сканирования на качество результата обработки принято решение использовать компьютерное моделирование работы принтера и сканера.

Таким образом, информационная технология исследования разработанного алгоритма извлечения ТВЗ состоит из следующих шагов:

- 1) встраивание ТВЗ;
- 2) моделирование процессов печати и сканирования;
- 3) извлечения ТВЗ разработанным алгоритмом;
- 4) оценка близости исходного и извлеченного ТВЗ.

5.1. Моделирование искажающей системы

Исследования показали, что воздействие на анализируемые образцы системы «принтер-сканер» может быть охарактеризовано следующей обобщенной моделью:

(15) синтезированное изображение $x(n_1, n_2)$ подвергается сглаживанию фильтром с гауссовской импульсной характеристикой:

$$y_{\sigma}(n_1, n_2) = \frac{1}{2\pi\sigma_s^2} \sum_{\substack{m_1=-3\sigma_s \\ m_2=-3\sigma_s}}^{3\sigma_s} x(n_1 - m_1, n_2 - m_2) e^{-\frac{m_1^2 + m_2^2}{2\sigma_s^2}},$$

где $y_{\sigma}(n_1, n_2)$ - сглаженное изображение, σ_s - параметр фильтра.

(16) на сглаженное изображение $y_{\sigma}(n_1, n_2)$ накладывается аддитивно гауссовский белый шум $\xi(n_1, n_2)$ с математическим ожиданием $M_{\xi} = 0$ и АКФ $B_{\xi}(m_1, m_2) = \sigma_{\xi}^2 \delta(m_1, m_2)$, где σ_{ξ} - СКО шума, а $\delta(m_1, m_2)$ – дельта-функция:

$$y_{\xi}(n_1, n_2) = x(n_1, n_2) + \xi(n_1, n_2).$$

5.2. Результаты исследований

В работе было проведено моделирование влияния искажающей системы (15)-(16) на работу алгоритма извлечения. В качестве показателя качества Q применялся модуль коэффициента корреляции между исходным и извлеченным ТВЗ. На рис. 9 приведены типичные графики зависимости показателя качества Q от параметра σ_s при различных σ_{ξ} , а в таблице 1 – численные значения его относительных изменений.

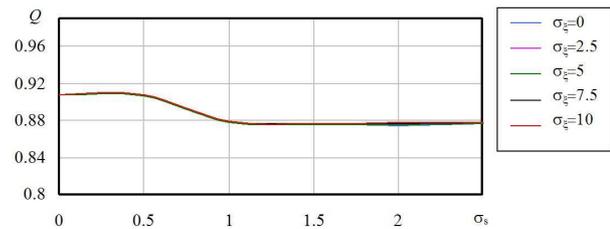


Рис. 9. Типичный график влияния искажений на качество выделения ТВЗ

Полученные в ходе вычислительного эксперимента результаты позволяют сделать вывод о незначительном влиянии искажающей системы «принтер-сканер» на работу алгоритма извлечения ТВЗ.

Таблица 1. Наибольшие относительные изменения Q

При фиксированном σ_s , %							$\nabla \sigma_s$, %
σ_s	0	0,5	1	1,5	2	2,5	
ΔQ	0	0,18	0,19	0,14	0,26	0,28	3,05

Заключение

Предложенный в работе метод извлечения ТВЗ, использующий процедуры нелинейной фильтрации, позволяет выделять визуально различимые водяные знаки на отсканированных печатных образцах. Исследования показали, что разработанный алгоритм устойчив к искажениям оригинала, не приводящим к разрушению растровой сетки. Вышесказанное позволяет сделать вывод о нестойкости рассмотренного метода встраивания ТВЗ к разработанному типу атаки.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №09-01-00511-а.

Литература

1. Дубина, Н.Н. Полиграфические методы защиты / Н.Н. Дубина // КомпьюАрт. – 2002. – №1. – С. 73-102.
2. Митекин, В.А. Построение модели стеганографической системы и обобщенного алгоритма встраивания ЦВЗ в полиграфические изделия / В.А. Митекин, А.В. Сергеев, В.А. Федосеев, Д.М. Богомолов // Компьютерная оптика. – 2007. – Т. 31, № 4. – С. 95-100.
3. Грибунин, В.Г. Цифровая стеганография / В.Г. Грибунин, И.Н. Оков, И.В. Туринцев. – М.: СОЛОН-Пресс, 2002. – 262 с.
4. Федосеев, В.А. Метод извлечения текстурных водяных знаков, основанных на вариации масштаба / В.А. Федосеев

- ев, В.А. Митекин // Сборник трудов Всероссийской конференции «ОИ-2009». Ульяновск, 2009. – С. 322-330.
5. **Глумов, Н.И.** Алгоритм извлечения скрытой информации из отсканированных полиграфических изделий / Н.И. Глумов, В.А. Митекин, А.В. Сергеев, В.А. Федосеев // Вестник СГАУ. – 2008. – № 2 (15). – С. 216-220.
 6. **Aleshin, A.A.** Software for scanned polygraphic products steganalysis / A.A. Aleshin, D.M. Bogomolov, N.I. Glumov, V.A. Mitekin, A.V. Sergeyev, V.A. Fedoseev // Proceedings of International Conference PRIA-2009, October 15-19, 2008, Nizhni Novgorod. –2008. – Vol.1. – P. 3-6.
 7. **Lau, D.L.** Modern digital halftoning / D.L. Lau, G.R. Arce // Signal processing and communications. – 2001. – Vol. 8. – P. 3-33.
 8. **Waite, J.J.** Viewing Distance as a Variable in Discerning Grayscale Halftone Dots at Varying Screen Frequencies / J.J. Waite, G.R. Oliver // Journal of Industrial Technology Postings. – 2006. – Vol. 22, № 2. – P. 1-9.
 9. Protected document bearing watermark and method of masking.– US Patent 4,210,346.
 10. **Hsiao, P.C.** Watermarking a Printed Binary Image with Varied Screen Rulings / P.C. Hsiao, Y.T. Chen, H.C. Wang // 16th IPPR Conference on Computer Vision, Graphics and Image Processing, proceedings. – 2003. – P. 290-297.
 11. **Гонсалес, Р.** Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с. (Gonzalez, R.C. Digital Image Processing / R.C. Gonzalez, R.E. Woods. – Prentice Hall. – 2002. – 793 p.)
 12. Методы компьютерной обработки изображений / Под ред. В.А. Сойфера. – М.: Физматлит, 2001. – 784 с.
- References**
1. **Dubina, N.N.** Polygraphic protection methods / N.N. Dubina // CompuArt. – 2002. – №1. – P. 73-102. – (In Russian).
 2. **Mitekin, V.A.** Construction of steganographic system and generalised digital watermarking algorithm for polygraphic production, A.V. Sergeyev, V.A. Fedoseev, D.M. Bogomolov // Computer Optics. – 2007. – Vol. 31, № 4. – P. 95-100. – (In Russian).
 3. **Gribunin, V.G.** Digital steganography / V.G. Gribunin, I.N. Okov, I.V. Turintsev. – Moscow.: SOLON-Press, 2002. – 262 p. – (In Russian).
 4. **Fedoseev, V.A.** Method of extraction of digital watermarks based on texture scale variation / V.A. Fedoseev, V.A. Mitekin // Proceedings of Russian conference “ОИ-2009”. Ulyanovsk, 2009. – P. 322-330. – (In Russian).
 5. **Glumov, N.I.** Hidden information extraction algorithm for scanned polygraphic production / N.I. Glumov, V.A. Mitekin, A.V. Sergeyev, V.A. Fedoseev // SSAU Papers. – 2008. – № 2 (15). – P. 216-220. – (In Russian).
 6. **Aleshin, A.A.** Software for scanned polygraphic products steganalysis / A.A. Aleshin, D.M. Bogomolov, N.I. Glumov, V.A. Mitekin, A.V. Sergeyev, V.A. Fedoseev // Proceedings of International Conference PRIA-2009, October 15-19, 2008, Nizhni Novgorod. –2008. – Vol.1. – P. 3-6.
 7. **Lau, D.L.** Modern digital halftoning / D.L. Lau, G.R. Arce // Signal processing and communications. – 2001. – Vol. 8. – P. 3-33.
 8. **Waite, J.J.** Viewing Distance as a Variable in Discerning Grayscale Halftone Dots at Varying Screen Frequencies / J.J. Waite, G.R. Oliver // Journal of Industrial Technology Postings. – 2006. – Vol. 22, № 2. – P. 1-9.
 9. Protected document bearing watermark and method of masking.– US Patent 4,210,346.
 10. **Hsiao, P.C.** Watermarking a Printed Binary Image with Varied Screen Rulings / P.C. Hsiao, Y.T. Chen, H.C. Wang // 16th IPPR Conference on Computer Vision, Graphics and Image Processing, proceedings. – 2003. – P. 290-297.
 11. **Gonzalez, R.C.** Digital Image Processing (Second edition) / R.C. Gonzalez, R.E. Woods. – Prentice Hall. – 2002. – 793 p.
 12. Methods of Computer Image Processing / Edited by V.A. Soifer. – Moscow, Fizmatlit, 2001. – 784 p.

EXTRACTION METHOD FOR TEXTURAL WATERMARKS OF RASTER CELL VARIATION TYPE

*Victor Andreevich Fedoseev¹ (trainee-researcher, e-mail: vicanfed@smr.ru),
Vitaly Anatolievich Mitekin¹ (junior research scientist, e-mail: mitekin@smr.ru)*
¹ Image Processing Systems Institute of the RAS

Abstract

In paper an extraction method for textural watermarks of raster cell variation type is proposed. The method assumes usage of nonlinear filtering for preparation of source images. Researches show its stability to distortions of input data made by scanning of samples of polygraphic production. Results of applying the algorithm to real samples and efficiency metrics are shown.

Key words: texture watermarks, digital steganography.

В редакцию поступила 4.12.2009 г.