

Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.06 / Харк. нац. ун-т радіоелектрон. — Х., 2002. — 19 с. — укр.

4. Мак-Вильямс Ф.Дж., Слоэн Н. Дж.А. Теория кодов, исправляющих ошибки. — М.: Связь, 1979. — 744 с.

5. McEliece. R.J. A Public-Key Cryptosystems and Algebraic Coding Theory // DGN Progress Report 42-44, Jet Propulsion Lab. Pasadena, CA. January — February, 1978. — P. 114-116.

6. Niederreiter. H. Knapsack-Type Cryptosystems and Algebraic Coding Theory // Probl. Control and Inform. Theory. — 1986. — V.15. — P. 19-34.

7. Сидельников В.М. Криптография и теория кодирования. Материалы конференции «Московский университет и развитие криптографии в России», МГУ. — 2002. — 22 с.

8. Стасев Ю.В., Кузнецов А.А. Несимметричные теоретико-кодовые схемы с использованием алгеброгеометрических кодов. // Кибернетика и системный анализ: Международный научно-теоретический журнал. — Киев: НАНУ. — 2005. — №3. — С. 47-57.

Розглядаються змішані системи числення, що використовують біноміальне представлення чисел, досліджуються методи нелінійного кодування рівно ваговими кодами, в основі яких лежить біноміальний розрахунок. Пропонується метод недвійкового рівно вагового кодування на основі узагальненого біноміально-позиційного представлення, який дозволяє узагальнити відомий підхід на недвійковий випадок і практично реалізувати обчислювальні алгоритми формування недвійкових послідовностей фіксованої ваги.

Ключові слова: рівновагове кодування, система числення, біноміальний код, недвійкове кодування.

Рассматриваются смешанные системы счисления, использующих биномиальное представление чисел, исследуются методы нелинейного кодирования равновесовыми кодами, в основе которых лежит биномиальный расчет. Предлагается метод недвоичного равновесового кодирования на основе обобщенного биномиальной-позиционного представления, позволяющий обобщить известный подход на недвоичный случай и практически реализовать вычислительные алгоритмы формирования недвоичных последовательностей фиксированной веса.

Ключевые слова: равновесное кодирование, система счисления, биномиальный код, недвоичное кодирования

The mixed notation, using the binomial representation of numbers, methods of nonlinear coding, which are based on the binomial calculation, are investigated. A method for nonbinary coding based on generalized binomial-positional representation, which allows to generalize well-known approach to the nonbinary case and practically implement the computational algorithms for formation of non-binary sequences of fixed weight.

Keywords: equilibrium coding, notation, binomial code, nonbinary coding.

Надійшла 16.05.2010

УДК [004.415.24:519.237.8]:004.056.8

д.т.н., проф. Шумейко А.А.

(Институт предпринимательства «Стратегия»),

Тищенко Т.Н., Пасько А.И.

(Днепродзержинский государственный технический университет),

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИНОМИАЛЬНОГО ПРОГНОЗА ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ В ИЗОБРАЖЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ

Старейший из водяных знаков был употреблен в 1282 г. в Болонье [1], что было связано с бурным развитием в Европе бумажной промышленности. Фабрики для идентификации и защиты своей продукции от подделок начали применять водяные знаки. Позже водяные знаки стали на защиту почтовых марок, денег и различных ценных бумаг. С развитием компьютерной техники и информационных технологий появились различные способы представления информации в цифровом виде, что повлекло за собой массовое использование цифровых фотографий, фильмов, музыки и их чрезвычайно быстрое распространение в глобальной сети интернет. На современном этапе история повторяется,

теперь уже цифровые водяные знаки, становятся на защиту авторских прав, предотвращения подделок и монтажа, от фальсификации аудио, видео, фотоматериалов и содержания цифровых файлов. Цифровой водяной знак (ЦВЗ) – это метка которую располагают в медиафайлах для подтверждения целостности самого документа и идентификации владельца с целью доказательства его авторства.

Основное отличие ЦВЗ от бумажных заключается в том, что задача злоумышленника состоит не в наиболее точной имитации водяного знака, а наоборот, в полном его уничтожении. ЦВЗ, применяемые для защиты изображений, бывают видимые и невидимые. Недостаток видимых ЦВЗ в том, что они без особого труда могут быть удалены злоумышленником с использованием графических редакторов. Невидимые ЦВЗ исключают визуальное обнаружение, что значительно усложняет задачу идентификации ЦВЗ и последующего его уничтожения, поэтому они считаются наиболее надежным средством защиты. В дальнейшем речь пойдет только о невидимых ЦВЗ. Основные требования к ЦВЗ это устойчивость к различным видам атак. Наиболее эффективными атаками на ЦВЗ являются: масштабирование, вырезание каких-либо участков изображения, поворот на произвольный угол, конвертирование в другой графический формат, печать и последующее сканирование и т.д [2]. Чаще всего в интернете для более быстрой передачи изображений используют конвертирование в форматы позволяющие сжимать графические файлы в 25-100 раз. Форматы с высокими степенями сжатия предполагают искажение изображения, что делает наиболее актуальным развитие таких технологий защиты, которые предполагают, что ЦВЗ сохранится в контейнере даже при пережатии. Целью данной работы является создание алгоритма, который позволит ЦВЗ противостоять такому конвертированию даже при крайне высоких степенях сжатия.

Для достижения желаемой степени робастности, чаще всего используют частотную область преобразования, что предполагает относительную замену значений коэффициентов ДКП, в частности, как описано в работе Кох и Жао [3].

Эффективность ЦВЗ будет существенно выше, если алгоритм внедрения метки будет использовать особенности формата, в котором представлен контейнер. Учитывая тот факт, что подавляющее большинство графической информации хранится в формате JPEG, все цифровые фотоаппараты имеют функцию сохранения снимка в этом же формате, а тот факт, что его использование является бесплатным, целесообразно использовать особенности идеологии JPEG для вложения ЦВЗ. В связи с этим, вначале отметим те конструкции JPEG, которые наиболее важны для реализации предложенного метода встраивания ЦВЗ. Технология JPEG основана на том, что изображение разбивается на квадратные области 8 на 8 пикселей, к каждому такому квадрату применяется дискретное косинусное преобразование Фурье, затем происходит округление коэффициентов, т.е. квантование. Больше всего подвержены изменению коэффициенты, которые отвечают за высокие частоты рис.1 (см.[4]), т.е. чем дальше отстоят значения от левого верхнего угла таблицы коэффициентов Фурье, тем больше они подвержены изменению. Таким образом, для внедрения лучше использовать коэффициенты которые меньше всего будут искажены алгоритмом применяемым в JPEG, а именно те которые ближе к верхнему левому углу и, соответственно, отвечают за низкие частоты.

Преобразование Фурье является ортогональным преобразованием, т.е., его коэффициенты независимы друг от друга, если ошибка внесена в один коэффициент, то это никак не отразится на других коэффициентах. Но если взять коэффициенты Фурье по модулю, то тогда между ними существует корреляционная зависимость, (см., например, [5]). Предлагается следующая методика внедрения ЦВЗ - берем семь коэффициентов Фурье по модулю, и используя корреляционную зависимость между ними, строим прогноз значений двух близлежащих коэффициентов. Полученные значения прогнозов будем использовать

для внедрения ЦВЗ. На этой идее и построена предложенная робастная технология защиты цифровых изображений.

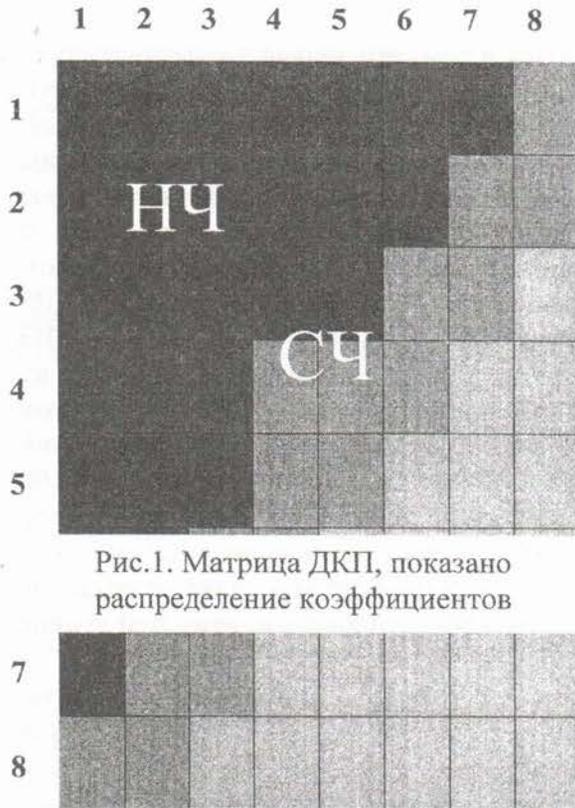


Рис.1. Матрица ДКП, показано распределение коэффициентов

Для построения прогноза предлагается использовать множество значений, которое будет симметрично относительно главной диагонали матрицы коэффициентов. Таким образом, мы делаем равноправными коэффициенты Фурье, которые отвечают за изменения, как по горизонтали, так и по вертикали. Будем использовать семь коэффициентов Фурье, взятых по модулю (см., рис.2).

Далее построим поверхность, которая будет достаточно хорошо описывать значения

$$b_{0,1}, b_{0,2}, b_{0,3}, b_{1,0}, b_{1,1}, b_{2,0}, b_{3,0}.$$

Перейдем к изложению результатов. Рассмотрим коэффициенты Фурье, отвечающие за самые низкие частоты, за исключением средних значений a_{00} . Так как средние значения a_{00} содержат больше информации чем любой другой коэффициент, то они существенно отличаются от других коэффициентов, что делает модель построения прогноза неустойчивой.

В качестве аппроксимационного аппарата было решено взять квадратичный полином двух переменных:

$$P(x, y) = a_{0,0} + a_{1,0}x + a_{0,1}y + a_{2,0}x^2 + 2a_{1,1}xy + a_{0,2}y^2 \quad (1)$$

наименее отклоняющийся от $b_{0,1}, b_{0,2}, b_{0,3}, b_{1,0}, b_{1,1}, b_{2,0}, b_{3,0}$.

Так как количество условий больше чем число неизвестных, то задача минимизации коэффициентов всегда разрешима. Для построения аппроксимационной модели (1) будем использовать метод наименьших квадратов.

Функционал цели имеет вид:

$$\Phi(\{a\}) = \sum_{i,j} (p_{i,j} - P(i, j))^2 \rightarrow \min_{\{a_{i,j}\}}$$

В силу выпуклости функционала цели, необходимое условие экстремума будет совпадать с достаточным, то есть:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial a_{i,j}} = \sum_{i,j} (p_{i,j} - P(i, j)) \frac{\partial P(i, j)}{\partial a_{i,j}} = 0$$

	<i>i</i>						
<i>j</i>	$b_{0,0}$	$b_{0,1}$	$b_{0,2}$	$b_{0,3}$	$b_{0,4}$	$b_{0,5}$	$b_{0,7}$
	$b_{1,0}$	$b_{1,1}$	$b_{1,2}$	$b_{1,3}$	$b_{1,4}$	$b_{1,5}$	$b_{1,7}$
	$b_{2,0}$	$b_{2,1}$	$b_{2,2}$	$b_{2,3}$	$b_{2,4}$	$b_{2,5}$	$b_{2,7}$
	$b_{3,0}$	$b_{3,1}$	$b_{3,2}$	$b_{3,3}$	$b_{3,4}$	$b_{3,5}$	$b_{3,7}$
	$b_{4,0}$	$b_{4,1}$	$b_{4,2}$	$b_{4,3}$	$b_{4,4}$	$b_{4,5}$	$b_{4,7}$
	$b_{5,0}$	$b_{5,1}$	$b_{5,2}$	$b_{5,3}$	$b_{5,4}$	$b_{5,5}$	$b_{5,7}$
	$b_{6,0}$	$b_{6,1}$	$b_{6,2}$	$b_{6,3}$	$b_{6,4}$	$b_{6,5}$	$b_{6,7}$
	$b_{7,0}$	$b_{7,1}$	$b_{7,2}$	$b_{7,3}$	$b_{7,4}$	$b_{7,5}$	$b_{7,7}$

Рис.2. Матрица ДКП, в левом верхнем углу коэффициенты, используемые для внедрения ЦВЗ

Отсюда получаем систему с шестью неизвестными

$$\begin{cases} 7a_{0,0} + 7a_{1,0} + 7a_{0,1}y - 15a_{2,0} - 2a_{1,1} + 15a_{0,2} = \sum P_{i,j} = D_{0,0} \\ 7a_{0,0} + 15a_{1,0} + a_{0,1}y + 37a_{2,0} + 2a_{1,1} + a_{0,2} = \sum iP_{i,j} = D_{1,0} \\ 7a_{0,0} + a_{1,0} - 15a_{0,1}y + a_{2,0} - 2a_{1,1} + 37a_{0,2} = \sum jP_{i,j} = D_{0,1} \\ 15a_{0,0} + 37a_{1,0} + a_{0,1}y + 98a_{2,0} + 2a_{1,1} + a_{0,2} = \sum i^2P_{i,j} = D_{2,0} \\ 1a_{0,0} + a_{1,0} + a_{0,1}y + a_{2,0} + 2a_{1,1} + a_{0,2} = \sum ijP_{i,j} = D_{1,1} \\ 15a_{0,0} + a_{1,0} + 37a_{0,1}y + a_{2,0} + 2a_{1,1} + 98a_{0,2} = \sum j^2P_{i,j} = D_{0,2} \end{cases}$$

Находим решение

$$\begin{aligned} a_{0,0} &= \frac{39D_{0,1}}{2} - \frac{31D_{0,1}}{2} + \frac{39D_{0,1}}{2} - 5D_{0,2} - \frac{27D_{1,1}}{2} - 5D_{2,0} \\ a_{1,0} &= \frac{39D_{0,0}}{2} - \frac{1521D_{0,1}}{62} - \frac{712D_{1,0}}{31} + \frac{195D_{0,2}}{31} + 16D_{1,1} + \frac{177D_{2,0}}{31} \\ &\dots\dots\dots \\ a_{0,2} &= \frac{177D_{0,1}}{31} - 5D_{0,0} + \frac{195D_{1,0}}{31} - \frac{43D_{0,2}}{31} - 4D_{1,1} - \frac{50D_{2,0}}{31} \end{aligned}$$

И подставляя в (1), получаем требуемую полиномиальную модель

$$P_{i,j} = a_{0,0} + a_{1,0}i + a_{0,1}j + a_{2,0}i^2 + 2a_{1,1}ij + a_{0,2}j^2$$

Вычислим значение полинома в точках которые будут использоваться для вложения ЦВЗ и эти значения будут соответствовать коэффициентам Фурье, которые мы будем ставить на соответствующие места. В частности для внедрения информации решено использовать коэффициенты $P_{2,1}, P_{1,2}$, хотя можно использовать любые другие, например,

$P_{4,0}, P_{4,1}$, но они менее робастные, в силу того, что, чем дальше от верхнего левого угла матрицы ДКП, тем больше искажаются коэффициенты самим алгоритмом JPEG

$$\begin{aligned} P_{2,1} &= \frac{641D_{0,1}}{62} - 9D_{0,0} + \frac{315D_{1,0}}{31} - \frac{79D_{0,2}}{31} - \frac{9D_{1,1}}{2} - \frac{76D_{2,0}}{31} \\ P_{1,2} &= \frac{315D_{1,0}}{31} - 9D_{0,0} + \frac{641D_{1,0}}{62} - \frac{76D_{0,2}}{31} - \frac{9D_{1,1}}{2} - \frac{79D_{2,0}}{31} \end{aligned} \quad (2)$$

Таким образом, использование предложенного алгоритма позволяет внедрить 2 бита информации в каждый блок 8x8 пикселов.

Встраивание цифрового водяного знака происходит следующим образом - находим прогнозируемые значения коэффициентов $b_{2,1}, b_{1,2}$ по формулам (2) и вычисляем разность между прогнозируемыми $P_{2,1}, P_{1,2}$ и реальными $b_{2,1}, b_{1,2}$. Если полученные отклонения будут очень большими или очень малыми, то использование текущего блока нецелесообразно, так как в этих местах изменение коэффициентов $b_{2,1}, b_{1,2}$ приведет к существенным искажениям защищаемого изображения. Критерий, что такое большое или малое, фиксируется порогами, которые ограничивают множество допустимых значений коэффициентов ε_1 до ε_2 . Если вкладываемый бит, взятый из ЦВЗ, равен 0, то на соответствующем месте оставляем прогнозируемое значение, если значение бита равно 1, то делаем значение или больше, или меньше, изменяя его на величину δ , т.е. $P_{2,1} + \delta$ или $P_{1,2} - \delta$ где $\delta \leq \varepsilon/2$, в зависимости от знака реального коэффициента Фурье (что позволяет хоть немного компенсировать искажения, вносимые ЦВЗ). Для повышения надежности вложения, вкладываются столько копий ЦВЗ, сколько позволяет контейнер.

Извлечение ЦВЗ происходит аналогично вложению:

Строим поверхность и сравниваем реальные значения с прогнозируемыми. В случае, если значения реальных коэффициентов лежат в границах от ε_1 до ε_2 , то возможно внедрение ЦВЗ и при этом, если реальные значения отклоняются от прогноза в пределах $0.. \delta$, то есть, $|P_{2,1} - a_{2,1}| < \delta$, то значение бита извлекаемого водяного знака равно 0, в противном случае значение бита 1.

Нужно заметить, что при пережатии изображения алгоритмом JPEG, коэффициенты Фурье изменяются пропорционально, что приводит к высокой устойчивости предложенного алгоритма.

После серии проведенных экспериментов мы определили, что наилучшие показатели робастности, к пережатию алгоритмами JPEG, достигаются для $\varepsilon = 100$ и $\delta = 40..50$.

Второй метод внедрения ЦВЗ

В предыдущем случае мы рассматривали метод внедрения, основанный на том, что значения ДКП представимы в виде системы точек, которые описываются полиномом (1). В основе второго метода лежит идея использования полинома, сохраняющего среднее значение, т.е.

$$\int_{i-\frac{1}{2}}^{i+\frac{1}{2}} \int_{j-\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} P(x, y) dx dy \approx p_{i,j}$$

Тогда задача минимизация функционала цели примет вид:

$$\Phi(\{a\}) = \sum_{i,j} \left(p_{i,j} - \int_{i-\frac{1}{2}}^{i+\frac{1}{2}} \int_{j-\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} P(x,y) dx dy \right)^2 \rightarrow \min_{\{a\}}$$

или, что то же

$$\Phi(\{a\}) = \sum_{i,j} \left(p_{i,j} - \left(a_{0,0} + a_{1,0}i + a_{0,1}j + 2a_{1,1}ij + a_{0,2}j^2 + \frac{a_{0,2}}{12} + a_{2,0}i^2 + \frac{a_{2,0}}{12} \right) \right)^2 \rightarrow \min_{\{a\}}$$

Как и в предыдущем случае, этот функционал выпуклый и для нахождения экстремума необходимо и достаточно найти производную и приравнять ее нулю, в результате чего получаем систему уравнений с шестью неизвестными:

$$\begin{cases} 7a_{0,0} + 7a_{1,0} + 7a_{0,1} + 2a_{1,1} + 15a_{2,0} + \frac{7}{12}a_{2,0} + 14a_{0,2} + \frac{7}{12}a_{0,2} = \sum p_{i,j} = D_{0,0} \\ 7a_{0,0} + 15a_{1,0} + a_{0,1} + 2a_{1,1} + 36a_{2,0} + \frac{7}{12}a_{2,0} + a_{0,2} + \frac{7}{12}a_{0,2} = \sum p_{i,j} \cdot i = D_{1,0} \\ 7a_{0,0} + a_{1,0} + 14a_{0,1} + 2a_{1,1} + a_{2,0} + \frac{7}{12}a_{2,0} + 37a_{0,2} + \frac{7}{12}a_{0,2} = \sum p_{i,j} \cdot j = D_{0,1} \\ a_{0,0} + a_{1,0} + a_{0,1} + 2a_{1,1} + a_{2,0} + \frac{1}{12}a_{2,0} + a_{0,2} + \frac{1}{12}a_{0,2} = \sum p_{i,j} \cdot i \cdot j = D_{1,1} \\ \frac{187}{12}a_{0,0} + \frac{233}{6}a_{1,0} + \frac{19}{12}a_{0,1} + \frac{19}{6}a_{1,1} + \frac{9}{4}a_{2,0} + \frac{187}{144}a_{2,0} + \frac{49}{12}a_{0,2} + \frac{187}{144}a_{0,2} = \sum p_{i,j} \cdot (i^2 + \frac{1}{12}) = D_{2,0} \\ \frac{175}{12}a_{0,0} + \frac{9}{4}a_{1,0} + \frac{19}{12}a_{0,1} + \frac{19}{6}a_{1,1} + \frac{27}{12}a_{2,0} + \frac{175}{144}a_{2,0} + \frac{13}{6}a_{0,2} + \frac{175}{144}a_{0,2} = \sum p_{i,j} \cdot (j^2 + \frac{1}{12}) = D_{0,2} \end{cases}$$

Находим решение

$$a_{0,0} = \frac{211793 \cdot D_{0,1}}{101343474} - \frac{3225473 \cdot D_{0,0}}{202686948} + \frac{490361 \cdot D_{1,0}}{202686948} + \frac{1384622 \cdot D_{0,2}}{16890579} - \frac{6014767 \cdot D_{1,1}}{50671737} + \frac{56 \cdot D_{2,0}}{286281}$$

$$a_{1,0} = \frac{22324 D_{0,0}}{625577} - \frac{8948 D_{0,1}}{625577} - \frac{8864 D_{1,0}}{625577} - \frac{21144 D_{0,2}}{625577} + \frac{941 D_{1,1}}{625577} + \frac{300 D_{2,0}}{10603}$$

$$a_{0,2} = \frac{242278 D_{0,1}}{1876731} - \frac{528944 D_{0,0}}{1876731} + \frac{210920 D_{1,0}}{1876731} + \frac{9620 D_{0,2}}{625577} + \frac{21083 D_{1,1}}{1876731} + \frac{32 D_{2,0}}{10603}$$

и получаем полином

$$P(x,y) = a_{0,0} + a_{1,0}x + a_{0,1}y + a_{2,0}x^2 + 2a_{1,1}xy + a_{0,2}y^2$$

Для получения прогноза находим его средние значения на соответствующих множествах. В частности, если, как и в предыдущем случае, для внедрения будем использовать коэффициенты $a_{2,1}$ и $a_{1,2}$, то прогнозируемые значения $P_{2,1}$ и $P_{1,2}$ будут иметь вид:

$$P_{2,1} = \frac{4739329 D_{0,1}}{33781158} - \frac{31607035 D_{0,0}}{67562316} + \frac{16389595 D_{1,0}}{67562316} - \frac{114266 D_{0,2}}{5630193} - \frac{36191323 D_{1,1}}{16890579} - \frac{1544 D_{2,0}}{95427}$$

$$P_{1,2} = \frac{8271035 D_{1,0}}{33781158} - \frac{35661755 D_{0,0}}{67562316} + \frac{12210767 D_{1,0}}{67562316} - \frac{107638 D_{0,2}}{5630193} - \frac{36283103 D_{1,1}}{16890579} - \frac{940 D_{2,0}}{95427} \quad (3)$$

Встраивание и извлечение ЦВЗ происходит точно также, как описывалось выше в первом методе, разница лишь в том, что мы используем коэффициенты $P_{2,1}$ и $P_{1,2}$, получаемые из расчетных формул (3).

Проиллюстрируем результаты работы приведенных алгоритмов и сравним с известными существующими аналогами. Для демонстрации результатов мы использовали изображение «апельсин» и ЦВЗ размером 50x50 пикселей рис. 3.

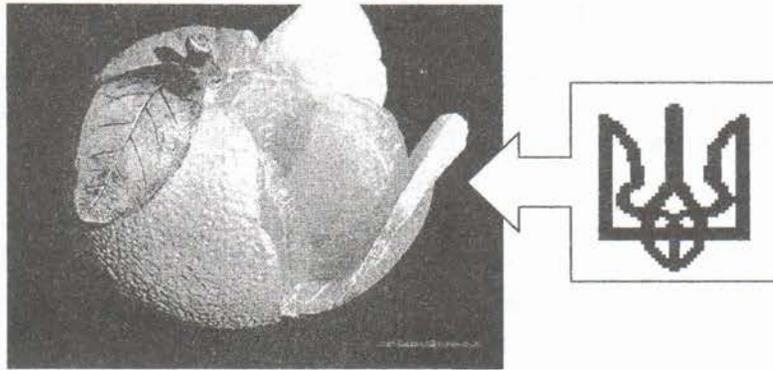


Рис. 3. Справа изображение (1024x768) – контейнер, слева ЦВЗ (50x50)

Результаты экспериментов:

Таблица 1
Первый метод

ε	δ	Заполнение контейнера %	PSNR	B3 JPEG quality 100%	B3 JPEG quality 25%	EICONAMARK JPEG quality 25%
100	50	88,6	37			
50	50	77	38,5			
10	50	36	43,1			

После вложения ЦВЗ изображение было подвержено компрессии с использованием алгоритма JPEG, при этом сжатие предполагает сохранение качества (JPEG quality) изображения до 25%. Для сравнения предоставлен результат работы программы Eiconomark, разработанной европейской фирмой Alphateck, которая является одним из мировых лидеров в области ЦВЗ. В качестве критерия использовалось пиковое значение сигнал/шум.

Таблиця 2

Второй метод, пиксель представлен в виде квадрата

ε	δ	Заполнение контейнера %	PSNR	B3 JPEG quality 100%	B3 JPEG quality 25%	EICONAMARK JPEG quality 25%
100	50	88,6	38			
50	50	69	39,5			
10	50	20	43,1			

Как видно из результатов экспериментов, второй метод табл.2 при извлечении ЦВЗ дает существенно меньше ошибок по сравнению с первым табл.1, что объясняется тем, что при использовании средних значений алгоритмы прогноза, как правило, более устойчивы.

Предложенные методы показали высокую робастность ЦВЗ к JPEG – компрессии. Даже при крайне высоких степенях сжатия сохраняется достаточно высокое качество ЦВЗ для идентификации. Заметим, что предложенные алгоритмы устойчивы к преобразованию защищаемого цветного изображения в оттенки серого.

Список литературы

1. *Thompson L.S. Paper // Encyclopedia of Library and Information Science / Ed. by M.J. Bates, M.N. Maack and M.A. Drake. — 2nd edn. — Marcel Dekker, 2003. — P. 2274—2292.*
2. *Johnson, N. F., Duric, Z., Jajodia, S. Information Hiding: Steganography and Watermarking- Attacks and Countermeasure. Kluwer Academic Press. Norwrl, MA, NewYork, The Hague, London, 2000.*
3. *J. Zhao, and E. Koch, "Embedding Robust Labels into Images for Copyright Protection," Proceedings of the KnowRight'95 conference, pp. 242 – 251. 1995.*
4. *Конахович Г.Ф. Пузыренко А.Ю. - Компьютерная стеганография. Теория и практика. – К.: «МК-Пресс», 2006. – стр. 145*
5. «Об упорядочивании коэффициентов Фурье в задачах сжатия данных» Лигун А.А., Шумейко А.А., Шумейко К.А. Математичне моделювання 1(18) 2008 стр. 17 – 19.
6. Журнал "Information Security/ Информационная безопасность" #4, 2007

Стаття присвячена задачі впровадження цифрових водяних знаків у групи однотипних коефіцієнтів частотної області зображення, що дозволило отримати метод, який показав високу робастність в задачах впровадження цифрових водяних знаків і можливість застосування його в задачах стеганографії.

Ключові слова: цифрові водяні знаки, стеганографія, приховування даних, цифрова мітка, захист зображень, захист від підробки, частотна область перетворення, JPEG.

Статья посвящена задаче внедрения цифровых водяных знаков в группы однотипных коэффициентов частотной области изображения, что позволило получить метод, который показал высокую робастность в задачах внедрения цифровых водяных знаков и возможность применения его в задачах стеганографии.

Ключевые слова: цифровые водяные знаки, стеганография, сокрытие данных, цифровая метка, защита изображений, защита от подделок, частотная область преобразования, JPEG.

The article is devoted to the problem of implementation of digital watermarks into groups of similar coefficients of the frequency of the image, which allowed us to obtain a method which has been shown a high robustness in problems of the introduction of digital watermarking and the possibility of applying it to problems of steganography.

Keywords: digital watermarking, steganography, data hiding, digital sign, image protection, forgery protection, the frequency domain conversion, JPEG.

Поступила 21.06.2010

УДК 62-768:537.531

к.т.н., доцент Яремчук Ю.Є., Притула М.О., Головатюк О.В.
(Вінницький національний технічний університет)

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНАЦІЇ РАДІОНЕПРОЗОРИХ ТКАНИН Н1-Н2-Н3 З РОЗТАШУВАННЯМ ВОЛОКОН ГОРИЗОНТАЛЬНО-ВЕРТИКАЛЬНО-ГОРИЗОНТАЛЬНО

Вступ

Телекомунікаційні системи (ТКС) є однією із основних складових сучасного інформаційного суспільства. Інформаційно-телекомунікаційні технології є одним з найбільш важливих чинників у формуванні суспільства ХХІ століття. В розвитку мікроелектроніки електронні пристрої і ТКС стали виконувати все більш складні функції при одночасному збільшенні швидкості обробки інформації. Електронні системи, побудовані на їх основі, знаходять застосування у всіх сферах діяльності людини, відіграючи життєво важливі ролі в медицині, фінансах, виробництві та національній безпеці. Особливе значення мають питання інформаційної безпеки. Оборонні відомості та інша важлива інформація мають високу класифікацію секретності і повинні бути захищені від несанкціонованого перехоплення або навмисних деструктивних електромагнітних впливів. Основними елементами захисту устаткування в цьому випадку є зонування і екранування, яке виконується в спеціальних технічних будівлях (СТБ) і виділених приміщеннях. При їх створенні виконання екранів є одним з основних заходів по захисту обладнання в цілях інформаційної безпеки [1].

Принципи створення електромагнітних екранів для будівель і приміщень відомі більше 50 років. Модульні приміщення, засновані на цих принципах, були комерційно доступні протягом приблизно 40 років. Проте за останні 20 років виникло багато застосувань, де традиційні рішення у вигляді прямокутного об'єму з подвійними стінками не є достатніми. За останні десятиліття вимоги до забезпечення відповідної електромагнітної ізоляції стають невід'ємною частиною проектів і конструкцій СТБ. Це пояснюється новітніми досягненнями в області генерації та вивчення надпотужних широкосмугових електромагнітних полів, підвищенням вимог до захищеності важливої інформації [2].

Одним із сучасних напрямків реалізації екранів є використання радіонепрозорих матеріалів [1,3].

Захист, заснований на принципі радіопоглинання, застосовується при створенні аналогів вільного простору при антенних навантаженнях; при неможливості застосування якихось інших захисних матеріалів внаслідок можливого порушення технологічного процесу та ін. Використовувані радіопоглинаючі матеріали повинні відповідати таким вимогам: максимальне поглинання електромагнітних хвиль в широкому частотному діапазоні, мінімальне віддзеркалення, відсутність шкідливих випаровувань, пожегобезпечність, невеликі габарити і маса.

За максимальним поглинанням і мінімальним віддзеркаленням кращими властивостями володіють матеріали з комірчастою структурою, пірамідальною або шиповидною поверхнею [3]. Прикладами сучасних радіопоглинаючих матеріалів є «Камыш», «Лебеда», «Лотос»,