

МАСКИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЕМ И НИЗКОСКОРОСТНЫМ КОДОМ

А.И. МИТЮХИН

*Институт информационных технологий БГУИР
ул. Козлова 28, г. Минск, 220037, Республика Беларусь
mityuhin@bsuir.by*

Рассматривается метод защиты информации от несанкционированного доступа путем скрытия факта ее передачи и введения структурной избыточности в информацию. Предлагается способ маскирования посредством реализации дисперсионной фильтрации коэффициентов линейного преобразования Хартли. Представлены экспериментальные данные, характеризующие эффективность такого метода защиты информации.

Ключевые слова: помехоустойчивое кодирование, сжатие изображения, дисперсионная фильтрация, коэффициенты преобразования Хартли, ошибка восстановления.

Возможность эффективной защиты информации от несанкционированного доступа за счет использования алгоритмов маскирования и структурной избыточности или помехоустойчивого низкоскоростного кодирования обуславливается следующими двумя основными особенностями изображения и кода сравнительно большой значности $n \geq 100$:

1. Наличием в изображении текстурных областей, имеющих шумовую структуру. Если величина отношения $q = \frac{S}{N} < 0,1$, где S – мощность скрываемого сигнала, N – мощность шума, то обеспечивается определенный уровень энергетической скрытности. Следует также учитывать низкую чувствительность человеческого глаза к незначительным изменениям яркости, контрастности, цветов изображения, которые могут возникнуть при внедрении информации.

2. Использование низкоскоростного кода позволяет получить малую спектральную плотность мощности информационной составляющей передаваемого сигнала, усложнить решение задачи обнаружения и дешифрации закодированной информации.

Большинство реальных изображений характеризуется кодовой, межэлементной и визуальной избыточностью данных. Алгоритмы устранения, уменьшения избыточных данных изображения основаны на применении пороговой или дисперсионной (зональной) фильтрации коэффициентов ортогональных преобразований (трансформант). Исходя из теоремы Парсеваля и принципов теории информации, трансформанты с максимальными дисперсиями содержат максимум информации и, следовательно, должны сохраняться в процессе кодирования. Малоинформативные спектральные коэффициенты можно приравнять к нулю. Маскирующая функция коэффициентов преобразования, удовлетворяющая заданной зоне фильтрации коэффициентов, определяется как

$$K_{u,v} = \begin{cases} 0, & \text{если } \hat{g}_{u,v} < 1 \\ 1 & \text{в остальных случаях} \end{cases}, \quad \forall u, v \in \mathbb{Z}^+, 0 \leq u, v \leq N-1,$$

где $\hat{g}_{u,v}$ – функция двумерного преобразования изображения размерностью $N \times N$. Индексы u, v обозначают значения нормированных частот трансформант в направлениях пространственных переменных y, x . Пространственная зона с соответствующими коор-

динатами, в которую вводится дополнительная кодированная информации в преобразованный фрагмент, определяется двумерной функцией $dtag[\sigma^2]$ распределения дисперсий коэффициентов дискретного преобразования Хартли (ДПХ). Матрицы $\mathbf{C}_v, \mathbf{C}_u$ дискретного множества функций ДПХ соответственно размером $N \times N$ и $M \times M$ задаются набором ортонормированных базисных векторов $\mathbf{c}_v, \mathbf{c}_u$ [1]:

$$\mathbf{c}_v = [c(0v\varphi), c(1v\varphi), c(2v\varphi), \dots, c((N-1)v\varphi)]^T, v = 0, 1, \dots, N-1;$$

$$\mathbf{c}_u = [c(0u\varphi), c(1u\varphi), c(2u\varphi), \dots, c((M-1)u\varphi)], u = 0, 1, \dots, M-1,$$

где $c(v\varphi) = \text{cas} \frac{v2\pi}{N} \equiv \cos v \frac{2\pi}{N} + \sin v \frac{2\pi}{N}$, $c(u\varphi) = \text{cas} \frac{u2\pi}{M} \equiv \cos u \frac{2\pi}{M} + \sin u \frac{2\pi}{M}$.

Функция, задающая зону внедрения дополнительной информации, вычисляется по формуле

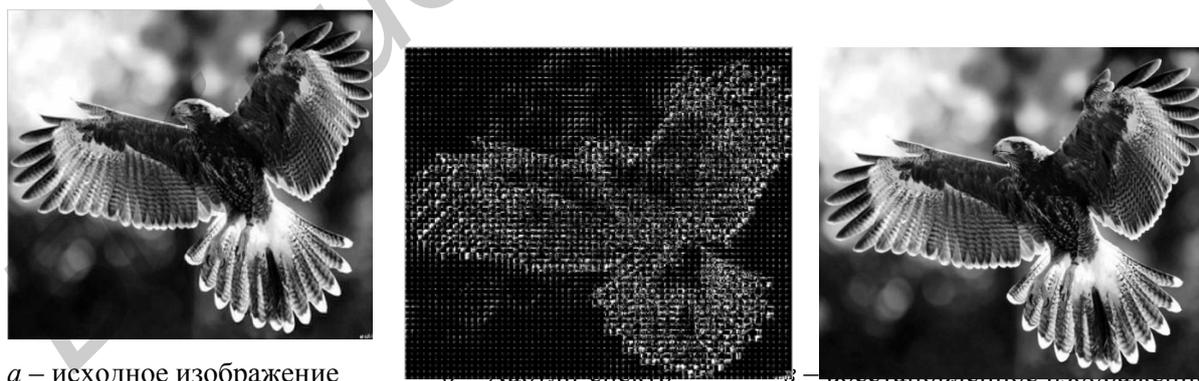
$$dtag[\sigma^2] = dtag[\mathbf{R}_c] \otimes dtag[\mathbf{R}_R],$$

где $dtag[\mathbf{R}_c]$ и $dtag[\mathbf{R}_R]$ ковариационные матрицы соответственно столбцов и строк ДПХ.

Полученная в результате пространственная зона с соответствующими априорными значениями координат позволяет на приемной стороне выделять дополнительную информацию.

Ниже представлены некоторые экспериментальные результаты. На рис. 1, а показано исходное полутоновое изображение размером 512×512 пикселей. Изображение разбивалось на блоки размером 8×8 , которые затем подвергались ДПХ. В центре, рис. 1, б представлено изображение ДПХ-спектров блоков. Яркие точки спектров соответствуют коэффициентам ДПХ с максимальными значениями дисперсий. Скрытно передавалось два кодовых слова кода значностью $n = 255$ и скоростью $R = \frac{k}{n} = 0,031$.

В процессе эксперимента в зону фильтрации было внедрено два 8-битовых информационных слова. На рис. 1, в показано восстановленное изображение после обратного ДПХ. Как видно, изменение спектрального образа маскирующего изображения практически не внесло искажений в исходное изображение.



а – исходное изображение

б – ДПХ-спектр

в – восстановленное изображение

Рис. 1. Преобразование маскирующего изображения

Список литературы

1. Mitsukhin A. Segmentation of Dynamical Images by Means of Discrete Hartley Transform / Proceedings 56. International Scientific Colloquium, DE, Ilmenau, 12–16 September 2011 / TU Ilmenau, 2011. – URN (Paper): urn: nbn: de: gbv: ilm1-2011iwk-011:5, id 1100. – P. 1–4.