

Е. Г. Ж и л я к о в, А. А. Ч е р н о м о р е ц (Белгород, НИУ «БелГУ»).

О скрытном внедрении информации в изображения.

Проблема скрытного внедрения информации [1] в озникает при решении многих практических задач, таких как защита программных продуктов и мультимедийной информации от несанкционированного использования, копирования и модификации, управления доступом к информации, распространяемой по незащищенным каналам связи и др.

Для решения указанной проблемы в работе предложен метод скрытного субполосного внедрения информации в изображения, основанный на применении матриц собственных векторов, соответствующих единичным собственным числам специальным образом вычисляемых субполосных матриц [2], что обеспечивает внедрение информации в отдельную подобласть пространственных частот (ПЧ) изображения-контейнера.

В разработанном методе изображение-контейнер описывается матрицей $W = (w_{ik})$, $i = 1, 2, \dots, N_1$, $k = 1, 2, \dots, N_2$, значения элементов которой совпадают со значениями яркостей соответствующих пикселей. Подобласть пространственных частот V , в которую осуществляется внедрение, представляется в следующем виде:

$$V : \{(u, v) | (u \in [\alpha_1, \alpha_2], v \in [\beta_1, \beta_2]) \cup (u \in [\alpha_1, \alpha_2], v \in [-\beta_2, -\beta_1]) \cup (u \in [-\alpha_2, -\alpha_1], v \in [-\beta_2, -\beta_1]) \cup (u \in [-\alpha_2, -\alpha_1], v \in [\beta_1, \beta_2])\}, \quad (1)$$

где $0 \leq \alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2 < \pi$.

Элементы субполосных матриц $A = (a_{i_1 i_2})$ и $B = (b_{k_1 k_2})$, размерности $N_1 \times N_1$ и $N_2 \times N_2$, соответствующих заданной подобласти пространственных частот V , определяются на основании следующих выражений [2]:

$$a_{i_1 i_2} = \begin{cases} \frac{\sin(\alpha_2(i_1 - i_2)) - \sin(\alpha_1(i_1 - i_2))}{\pi(i_1 - i_2)}, & i_1 \neq i_2, \\ \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\pi}, & i_1 = i_2, \end{cases}$$

$$b_{k_1 k_2} = \begin{cases} \frac{\sin(\beta_2(k_1 - k_2)) - \sin(\beta_1(k_1 - k_2))}{\pi(k_1 - k_2)}, & k_1 \neq k_2, \\ \frac{\beta_2 - \beta_1}{\pi}, & k_1 = k_2. \end{cases}$$

Утверждение 1. *Результат Z субполосного внедрения данных, представленных в виде матрицы Y соответствующей размерности, в заданную подобласть ПЧ V изображения-контейнера W можно вычислить на основании следующего соотношения:*

$$Z = W - AWB + K \frac{\text{tr}(AWBW^T)}{\text{tr}(Q_1^A Y (Q_1^B)^T (Q_1^A Y (Q_1^B)^T)^T)} Q_1^A Y (Q_1^B)^T, \quad (2)$$

где AWB — результат фильтрации [2] изображения W в выбранной подобласти ПЧ, Q_1^A и Q_1^B — матрицы, столбцы которых составлены из собственных векторов субполосных матриц A и B , соответствующих единичным собственным числам данных субполосных матриц, K — общий коэффициент внедрения, обеспечивающий равномерность изменения энергии [2] внедряемых данных в различных подобластях ПЧ, tr — след матрицы.

Утверждение 2. Для получения результата X извлечения внедренных данных следует выполнить преобразование

$$X = (Q_1^A)^T Z Q_1^B \quad (3)$$

Проведенные вычислительные эксперименты продемонстрировали, что применение разработанного метода обеспечивает высокую степень скрытности внедряемой информации и практическое отсутствие искажений после ее извлечения из изображения-контейнера.

Работа выполнена в рамках Государственного задания НИУ «БелГУ» (код проекта: 358) и при поддержке гранта РФФИ проект 15-07-01570а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конахович Г. Ф., Пузыренко А. Ю. Компьютерная стеганография. Теория и практика. М.: МК-Пресс, 2006, 288 с.
2. Жильков Е. Г., Черноморец А. А. О частотном анализе изображений. — Вопросы радиоэлектроники. Сер. ЭВТ, 2010, в. 1, с. 94–103.