

Метод Куттера-Джордана-Боссена (M. Kutter, F. Jordan, F. Bossen) [25] относится к группе вероятностных методов стеганографического скрытия, реализующих встраивание битов сообщения в выбранные элементы пространственной области контейнеров-изображений, представленных в цветовой модели RGB. Пространство сокрытия в данном методе формируется из значений синих цветовых компонент выбранного множества пикселей контейнера. Для встраивания данных выбирается синий цветовой канал, поскольку изменения в данном канале являются перцептивно наименее заметными.

Встраивание бита сообщения m_i в синюю цветовую компоненту пикселя $I_{x,y}^{(B)}$ осуществляется по следующему правилу:

$$\tilde{I}_{x,y}^{(B)} = \begin{cases} I_{x,y}^{(B)} + \lambda L_{x,y}, & \text{если } m_i = 0, \\ I_{x,y}^{(B)} - \lambda L_{x,y}, & \text{если } m_i = 1, \end{cases}$$

где $L_{x,y} = 0.299I_{x,y}^{(R)} + 0.587I_{x,y}^{(G)} + 0.114I_{x,y}^{(B)}$ – яркость пикселя с координатами (x, y) , λ – константа, определяющая энергию встраиваемого сигнала, величина которой зависит от предназначения схемы скрытия (чем больше λ , тем выше робастность вложения, но тем сильнее его заметность), $\tilde{I}_{x,y}^{(B)}$ – измененное значение синего цвета пикселя.

После встраивания всех бит сообщения итоговый заполненный контейнер \tilde{I} будет содержать неизменные значения красных и зеленых компонент пикселей и модифицированные значения синих компонент отдельных пикселей, выбор которых в частном случае может осуществляться в псевдослучайном порядке равномерно по всему изображению.

Извлечение бит встроенного сообщения реализуется по следующему правилу

$$\tilde{m}_i = \begin{cases} 1, & \text{если } \tilde{I}_{x,y}^{(B)} > I_{x,y}^{*(B)}, \\ 0, & \text{если } \tilde{I}_{x,y}^{(B)} \leq I_{x,y}^{*(B)}, \end{cases} \quad i = \overline{1, N},$$

$$I_{x,y}^{*(B)} = \frac{1}{4\sigma} \left[\sum_{j=1}^{\sigma} \left(I_{x,y+j}^{(B)} + I_{x,y-j}^{(B)} + I_{x+j,y}^{(B)} + I_{x-j,y}^{(B)} \right) \right],$$

где $I_{x,y}^{*(B)}$ – оценка значения синей компоненты модифицированного при встраивании данных пикселя, полученная путем усреднения значений синих компонент немодифицированных соседних пикселей, $\sigma = 1, 2, 3, \dots$ – число пикселей сверху (снизу, слева, справа) от оцениваемого пикселя, N – длина скрытого сообщения (в битах).

На рис. 7 приведен пример работы метода Куттера-Джордана-Боссена.

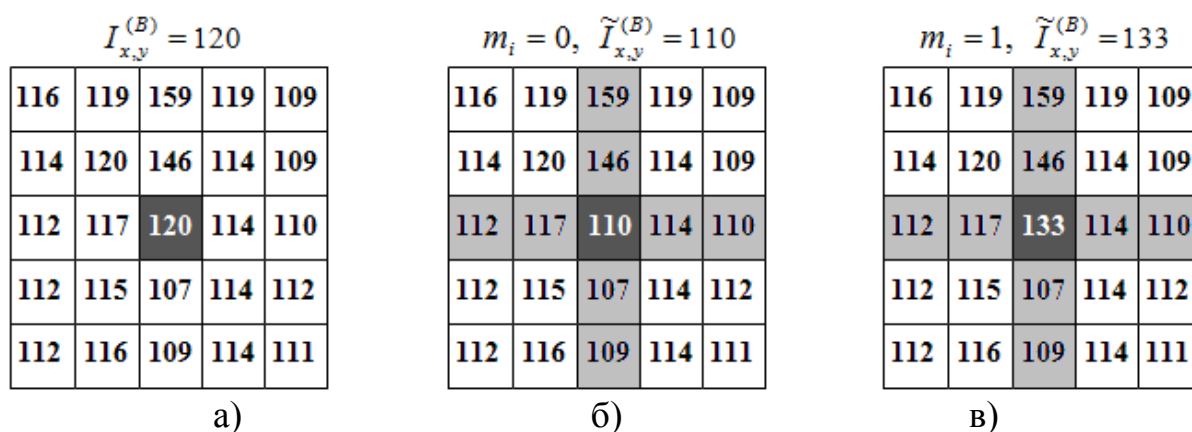


Рис. 7. Пример работы метода Куттера-Джордана-Боссена

Значения синих компонент пикселей фрагмента исходного контейнера представлены на рис. 7а. Для модификации выбирается центральный пиксель со значением 120. Результаты встраивания нулевого и единичного бита сообщения представлены на рис. 7б,в. Также на рис. 7б,в цветом выделены пиксели окрестности, используемые для прогнозирования значения синей компоненты модифицированного пикселя. В данном примере $\sigma = 2$ и прогнозируемое значение пикселя $I_{x,y}^{*(B)} = 121.75$.

Основными достоинствами метода Куттера-Джордана-Боссена являются достаточно высокая пропускная способность, устойчивость к разрушению младших бит контейнера и устойчивость к атаке сжатия. Среди недостатков метода можно отметить вероятностный характер процедуры извлечения данных, основанной на прогнозировании значений пикселей по их окрестности, ограничивающий применение данного метода при встраивании данных в изображения отличные от естественных фотографических (имеющих слабую корреляцию между соседними пикселями).