

## АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В МУЛЬТИМЕДИЙНОМ СТРЕЛКОВОМ КОМПЛЕКСЕ

Потримай Э.К.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Карташов В.М.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
(61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. РЭС, тел. (057) 702-15-87)

The work describes synthesis of the algorithms for detection of signal “spot” and estimation of the coordinates of its center in multimedia shooting complex with the use of mathematical statistics methods.

Универсальный мультимедийный стрелковый тренажер обеспечивает приобретение навыков стрельбы в условиях, приближенных к боевым, из огнестрельного оружия, а также из макетов оружия с лазерными вставками.

Обработка изображений в мультимедийном стрелковом комплексе заключается в обнаружении и измерении координат центра пробойны или пятна, образуемого лучом лазера на экране. В работе осуществлен синтез оптимальных алгоритмов обработки сигналов с использованием математического аппарата теории статистических решений.

**Алгоритм обнаружения сигнального пятна.** Синтез алгоритмов обработки сигналов в мультимедийном стрелковом комплексе рассматривается применительно к двоично квантованному изображению.

Для решения сформулированной задачи решающий алгоритм сводится к проверке гипотезы  $H_0$  об отсутствии полезного сигнала против альтернативной гипотезы  $H_1$  о его наличии, т.е. к образованию отношения правдоподобия и сравнению этого отношения с некоторым наперед заданным числом.

Для синтеза алгоритма обнаружения необходимо прежде всего определить функцию правдоподобия гипотез  $H_0$  и  $H_1$ . Обозначим  $p_{kl}$  – вероятность получения единицы на позиции  $(k, l)$  пачки, а  $q_{kl}$  – вероятность получения нуля на этой позиции. Выборки огибающей считаем статистически независимыми.

Введем обозначения:  $p_{Nkl}$  – вероятность получения единицы на позиции  $(k, l)$  в области помехи, одинаковая для всех  $(k, l)$ ;  $q_{Nkl} = 1 - p_{Nkl}$ ;  $p_{skl}$  – вероятность получения единицы на позиции  $(k, l)$  сигнального пятна;  $q_{skl} = 1 - p_{skl}$ ;  $x_{kl}$  – квантованное значение сигнала на позиции  $(k, l)$  фотоприемника. Порог обнаружения  $l_0$  считаем заданным. Условие оптимального обнаружения пятна запишется в виде

$$\prod_{k=1}^N \prod_{l=1}^N \left( \frac{p_{skl}}{p_N} \right)^{x_{kl}} \cdot \left( \frac{q_{skl}}{q_N} \right)^{1-x_{kl}} \geq l_0. \quad (1)$$

Логарифмируя выражение и обозначая

$$\eta_{kl} = \ln \frac{P_{S_{kl}} q_N}{P_N q_{S_{kl}}}, \quad \mathfrak{I} = \ln I_0 - \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N \ln \frac{q_{S_{kl}}}{q_N} \quad (2)$$

получим формулу для алгоритма оптимального обнаружения пачки двоично квантованных сигналов в следующем окончательном виде

$$\sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N x_{kl} \eta_{kl} \geq \mathfrak{I}. \quad (3)$$

На каждом шаге алгоритма рассматривается следующая подматрица, сдвинутая по горизонтальной оси вправо на одну позицию. Аналогично осуществляется сдвиг по вертикальной оси сверху вниз. Операции повторяются до тех пор, пока не будет принято решение об обнаружении пятна на экране или не будут проанализированы все позиции на приемной матрице.

**Алгоритм оценки координат центра пятна.** Для оценки координат центра пятна используется функция правдоподобия оцениваемых параметров  $m_0$  и  $n_0$ , получаемая непосредственно из выражения для условной вероятности комбинации нулей и единиц при наличии сигнала.

Функция правдоподобия для оценки  $(m_0, n_0)$  записывается в виде

$$L(m_0, n_0) = \prod_{k=1}^N \prod_{l=1}^N p_{S_{kl}}^{x_{kl}} \left( (m_{kl}, n_{kl}), (m_0, n_0) \right) \cdot q_{S_{kl}}^{1-x_{kl}} \left( (m_{kl}, n_{kl}), (m_0, n_0) \right). \quad (4)$$

Как известно, функция правдоподобия может быть заменена некоторой своей монотонной функцией, в соответствии с этим получим логарифм функции правдоподобия.

Для получения алгоритма возьмем двойную смешанную производную логарифма функции правдоподобия по оцениваемым параметрам  $\frac{\partial^2 \ln L}{\partial m_0 \partial n_0}$  и введем обозначение

$$\eta_{mn} \left( (m_{kl}, n_{kl}), (m_0, n_0) \right) = \frac{\partial^2 p \left( (m_{kl}, n_{kl}), (m_0, n_0) \right)}{\partial m_0 \partial n_0} \cdot \frac{1}{p \left( (m_{kl}, n_{kl}), (m_0, n_0) \right) \cdot q \left( (m_{kl}, n_{kl}), (m_0, n_0) \right)}. \quad (5)$$

Получим следующее уравнение правдоподобия для оценки двух координат центра пятна:

$$\sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N x_{kl} \cdot \eta_{mn} \left( (m_{kl}, n_{kl}), (\tilde{m}_0, \tilde{n}_0) \right) = 0. \quad (6)$$

Реализуется алгоритм оценки координат центра пятна также путем последовательного сдвига используемых весовых функций относительно принятой реализации сигнала (изображения) и выполнения на каждом шаге итераций математических операций, предусмотренных алгоритмом.