

# СЕЛЕКЦИЯ НАРУШЕНИЙ С ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОРОГОВОЙ ОЦЕНКОЙ СТРУКТУРЫ СИГНАЛА ИЗОБРАЖЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ ДИСКРЕТНЫХ ФРАГМЕНТОВ ДЛЯ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

И.В.Власюк, А.С. Белов

Аннотация. В современных системах телевизионного контроля объектов, как правило, требуется в реальном времени идентифицировать и выделять на изображении зоны, соответствующие нарушению. К методу, которым осуществляется такая обработка, предъявляются требования по надёжности функционированию в условиях низкого ОСШ и возможности реализации в реальном масштабе времени. Возможным способом решения задачи такой обработки изображения является предварительное формирование из текущего кадра ограниченного числа информационных отсчётов и их дальнейшая взаимная обработка. Методу, базирующемуся на указанном подходе, посвящена настоящая работа.

Одним из важных элементов телевизионных систем контроля безопасности объектов является детектор временных изменений в контролируемом видеоинформационном пространстве. На основе формируемых им сигналов управления осуществляется управление различными исполнительными устройствами (например, включение сирены или устройства автодозвона), видеокодером (изменение качества изображения и количества кодируемых кадров в секунду), с помощью дополнительной логической обработки осуществляется селекция «нарушений» определенных типов (подавление сигналов «нарушений» от качающихся листьев, снега, реализация т.н. детектора оставленных предметов и т.п.), на ВКУ отображается область «нарушения». Системы телевизионного контроля объектов функционируют в широком диапазоне входных воздействий, в частности, при низком уровне освещенности, поэтому основным параметром детектора временных изменений является помехоустойчивость.

Детекторы временных изменений, например [3,4], функционируют обычно следующим образом. Сигнал с датчика телевизионного сигнала после аналого-цифрового преобразования подвергается полосовой пространственно-частотной фильтрации. Верхние пространственные частоты, в горизонтальном направлении соответствующие частотам аналогового сигнала выше  $1,5 \div 2$  МГц, и аналогичные пространственные частоты в вертикальном направлении подавляются, поскольку в телевизионных преобразователях свет-сигнал (ПСС) имеет место снижение контрастности и ОСШ в области указанных пространственных частот [2]. Самые низкие пространственные частоты также подавляются, поскольку соответствуют фоновой составляющей изображения, отображающей общие изменения освещенности контролируемого объекта. После фильтрации осуществляется

усреднение внутрикадровой структуры в пределах блоков размерами, как правило,  $16 \times 16$  пикселей для увеличения ОСШ и бинаризация полученных отсчетов по установленному при настройке значению порога чувствительности. Полученные матрицы бинарных информационных отсчетов прореживаются обычно с периодом 10 – 20 кадров. Этот интервал выбирается из компромиссных соображений. Малые интервалы времени соответствуют недостаточной величине накопления межкадровой разности, большие приводят к пропуску объектов, которым свойственны высокие временные частоты (быстрое движение), и соседние во времени матрицы прореженной последовательности вычитаются. Единичные значения модуля полученной в результате матрицы соответствуют сигналам «нарушений» в соответствующих им блоках исходного изображения. Из описания, приведенного выше, можно сформулировать недостатки рассмотренного метода.

- простое усреднение в пределах блока соответствует в частотной области sinc – образной ПАЧХ (пространственной АЧХ), что приводит к неравномерности чувствительности устройства в зависимости от угловых размеров объекта.

- низкая частота получения информационных отсчетов и постоянная ее величина приводят соответственно к возможности «пропуска цели» и возникновению искажений субдискретизации при наличии участков на изображении с периодически меняющейся яркостью.

Рассмотрим новый метод селекции нарушений, в котором учтены и устранены частично или полностью перечисленные выше недостатки. Во внутрикадровой области обработки операции полосовой фильтрации и формирования информационных отсчетов могут быть объединены. В пределах каждого из блоков размерами  $16 \times 16$  пикселей формируется пара информационных отсчетов из областей как показано на рис. 1а. и такой сеткой ортогональных отсчетов покрывается вся контролируемая область. Вычитанием полученной пары отсчетов достигается сбалансированность системы и подавляются пространственные НЧ составляющие. При необходимости может быть повышена разрешающая способность метода в два раза нанесением смещенной в горизонтальном и вертикальном направлении на половину размера блока дополнительной сетки ортогональных отсчетов (рисунок 1.б).

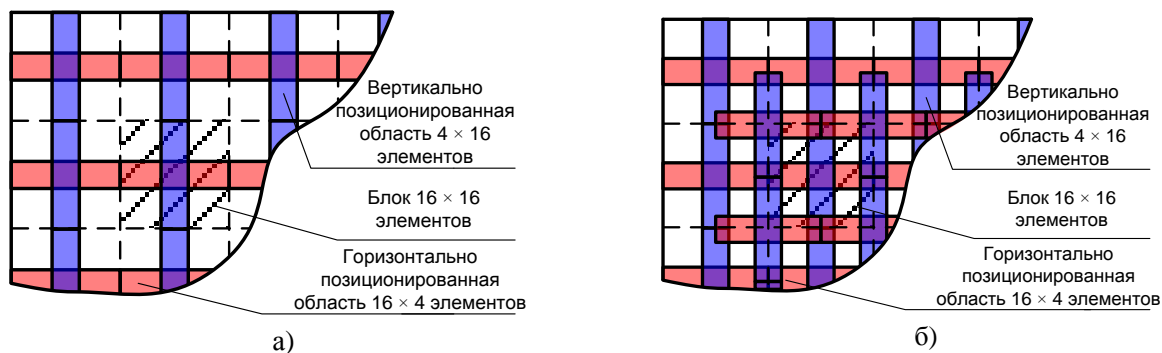


Рисунок 1. Позиционирование информационных отсчетов в пространстве кадра

ВЧ - пространственная фильтрация обеспечивается выбором весов элементов в пределах областей формирования информационных отсчетов, то есть формы пространственной импульсной характеристики (ПИХ). Сформулируем критерии выбора функции импульсной характеристики - 1) обеспечение минимальной амплитуды колебательного процесса в полосе задерживания и 2) максимальная прямоугольность ПИХ в реальной области. Указанным критериям в достаточной степени удовлетворяет ПИХ типа параболоид, описываемая выражением (1) в реальной и (2) в спектральной областях.

$$K_p \ x, y = \begin{cases} 1 - \left( \frac{x}{a_p} + \frac{y}{b_p} \right), & z \geq 0 \\ 0, & z < 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$S_p \ \omega_x, \omega_y = 4\pi a_p b_p \frac{J_2 \sqrt{a_p^2 \omega_x^2 + b_p^2 \omega_y^2}}{a_p^2 \omega_x^2 + b_p^2 \omega_y^2} \quad (2)$$

Первый побочный лепесток спектра (ПАЧХ) имеет значительный уровень (-0,059) и должен быть скомпенсирован, например, с помощью цилиндрического пьедестала ПИХ с оптимальными параметрами высоты и диаметра. Цилиндрическая функция и ее спектр описываются выражениями (3 и 4). Выражения (2) и (4) получены с использованием методики, предложенной в [1].

$$K_c \ x, y = \begin{cases} k_c, & \frac{x^2}{a_c^2} + \frac{y^2}{b_c^2} \leq 1 \\ 0, & \frac{x^2}{a_c^2} + \frac{y^2}{b_c^2} > 1 \end{cases} \quad (3)$$

$$S_c \ \omega_x, \omega_y = 2\pi k_c a_c b_c J_1 \left( \frac{\sqrt{\frac{\omega_x^2}{a_c^2} + \frac{\omega_y^2}{b_c^2}}}{\sqrt{\frac{\omega_x^2}{1} + \frac{\omega_y^2}{1}}} \right) / \sqrt{\frac{\omega_x^2}{a_c^2} + \frac{\omega_y^2}{b_c^2}} \quad (4)$$

На рисунке 2 представлены нормированные рассматриваемые функции.

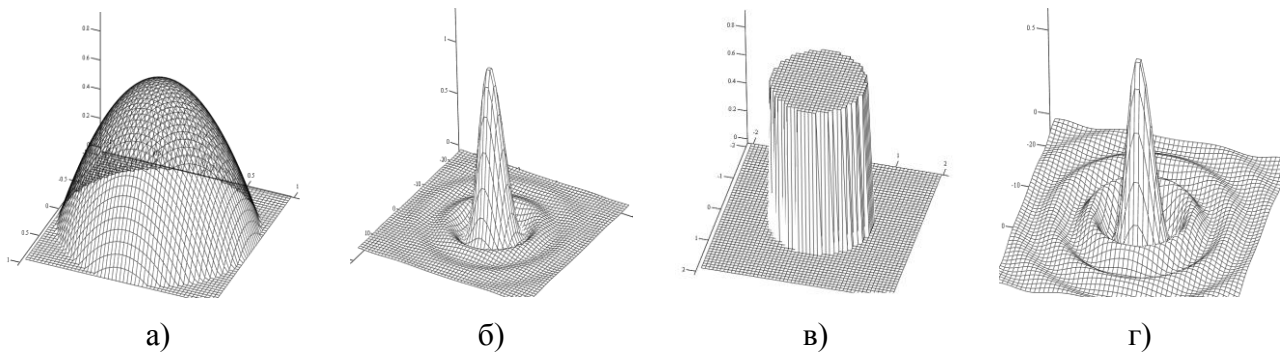


Рисунок 2. Графики функций параболоида в реальной (а) и спектральной (б) областях и цилиндра в реальной (в) и спектральной (г) областях

В результате оптимизации получены следующие параметры:  $a_c/a_p = b_c/b_p = 1,3$ ;  $k_c = 0,19$ . При этом уровень побочных максимумов ПАЧХ не превышает 0,015. На рисунке 3 показаны спектральные характеристики и общий вид ПИХ при рассматриваемой выборке отсчетов. Из рисунка 3 в. можно видеть, что предложенная внутрикадровая обработка удовлетворяет предъявленным требованиям к полосовому фильтру. После суммирования взвешенных в соответствии с ПИХ значений элементов осуществляется пороговая обработка, в результате получается матрица информационных отсчетов.

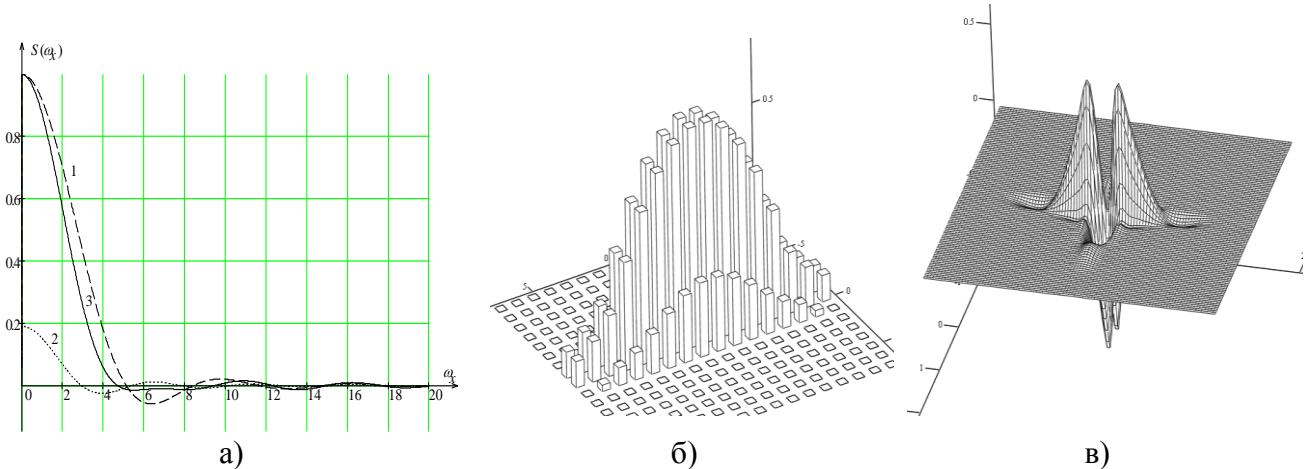


Рисунок 3. Информационный отсчет. а) – половина сечения нормированного спектра 1 – параболической функции 2 – оптимизированного пьедестала 3 – результирующей функции (ПАЧХ); б) – Общий вид ПИХ. в) – ПАЧХ формирования разностного отсчета

Кратко рассмотрим обработку в межкадровой области. Вместо межкадровой разности целесообразно применить эталонную память. При отсутствии сигналов нарушений в эту память записывается матрица информационных отсчетов, сформированная описанным выше способом. Абсолютная величина разности значений эталона и текущей матрицы информационных отсчетов является матрицей сигналов нарушений. Обновление эталона

осуществляется через изменяемый по псевдослучайному закону в пределах  $0,5 \div 10$  с. интервал времени.

В лаборатории «Цифровой обработки телевизионных сигналов» НИЧ МТУСИ разработана программная модель предложенного метода. При сравнении результатов ее работы с известным методом, описанным в начале работы, получается меньшее, в среднем в 2.3 раза, количество ошибок при низком ОСШ входного сигнала (14 дБ).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Безруков В.Н. Разработка и применение элементов теории преобразования сигналов изображений в системах прикладного телевидения. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. М. – 1995г.

2. Власюк И.В. Метод контроля пространственных характеристик телевизионных камер. Журнал «Метрология и измерительная техника в связи», 2005г., № 5, с. 13 – 16.

3. R. Polana and R. C. Nelson. Detection and recognition of periodic, nonrigid motion. International Journal of Computer Vision, 23(3):261–282, 1997

4. Li Fang, Zhang Meng, Claire Chen, Qian Hui. Smart Motion Detection Surveillance System. – International Conference on Education Technology and Computer. – 2009. – pp .171-175