

Научно-конструкторское бюро вычислительных систем
347900, г. Таганрог, ГСП - 25 А, ул. Шевченко, 2, НКБ ВС
тел., fax(8634) 310-925; E-mail:root@nkbvs.ttn.ru; Телетайп: УРАН

Реферат. Рассматривается эвристический метод обнаружения, основанный на сформулированной модели локальных неоднородностей на зашумленных изображениях. Приведено сравнение характеристик обнаружения оптимального (для заданной формы сигнала) и эвристического методов.

При построении поисково-спасательных систем наблюдения возникает необходимость обнаружения на изображении локальных неоднородностей, форма которых неизвестна.

Входной информацией для процедуры обнаружения служит полутоновое дискретизированное изображение $S(x,y)$, $x=1..N_x$, $y=1..N_y$, где N_x , N_y – размеры изображения.

В качестве модели $M(H,A,dx,dy)$ обнаруживаемой неоднородности примем функцию $M(H,A,dx,dy)=H+A \cdot T(dx,dy)$ (1)

где $T(dx,dy)$ - сигнал с единичной амплитудой (см. рисунок 1, а), описывающий неизвестную форму неоднородности, где $dx \in [L_{min_x}, L_{max_x}]$, $dy \in [L_{min_y}, L_{max_y}]$, а L_{min_x} , L_{min_y} , L_{max_x} , L_{max_y} – неизвестные параметры, характеризующие габариты неоднородности;

H - неизвестный уровень яркости изображения в окрестности неоднородности;

A - неизвестная амплитуда неоднородности.

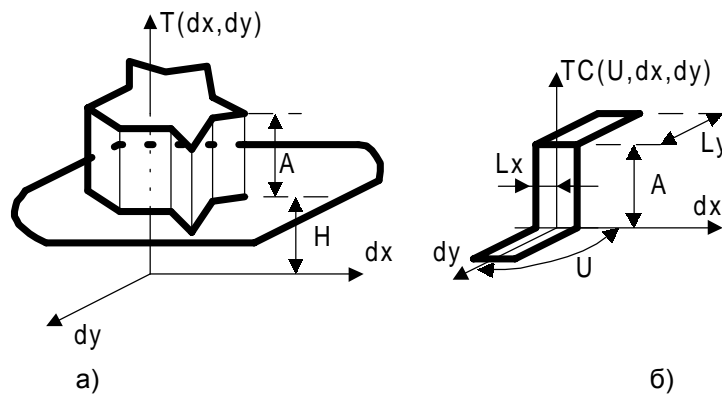


Рис. 1. Модель локальной неоднородности (а) и ее границ (б).

Так как форма неоднородностей неизвестна и многообразна, то построение оптимальных процедур обнаружения возможно только для частных случаев, и даже для них реализация алгоритма оптимального обнаружения требует больших вычислительных затрат. В связи с этим, для данных условий представляется оправданным построение процедуры обнаружения на основе эвристического подхода, требующего меньшего объема априорной информации. Один из таких подходов основан на выделении контурного препарата изображения и реализуется следующими этапами.

1. Модель (1) представляется совокупностью составляющих, которые описывают контуры объекта, показанного на рисунке 1 а:

$$MC(H,A,U,dx,dy) = H + A \cdot TC(U,dx,dy), \quad (2)$$

где A , H – описаны в модели (1);

U – оцениваемое направление перепада, показанного на рисунке 1 б;

$TC(U,dx,dy)$ – сигнал с единичной амплитудой см. рисунок 1 б, где $dx \in [-L_x, L_x]$, $dy \in [-L_y, L_y]$.

2. По изображению $S(x,y)$ осуществляется оценка амплитуды, и ориентации составляющих в соответствии с моделью (2);

3. По оценке амплитуды с учетом ориентации принимается решение о том, является ли точка изображения граничной точкой локальной неоднородности [1]. Результатом является бинарное изображение границ $b(x,y)$, где $b(x,y)=1$ и $b(x,y)=0$ – граничная точка присутствует и отсутствует соответственно.

4. Выполняется замыкание контуров на бинарном изображении $b(x,y)$ в соответствии с алгоритмом [3].

5. Производится поиск замкнутых контуров на изображении $b(x,y)$, которые и удовлетворяют поставленной задаче обнаружения.

6. Формируется решение об обнаружении локальной неоднородности с заданными ограничениями на их параметры.

Для оценки эффективности представленного алгоритма сравним его характеристики с характеристиками оптимального обнаружителя по критерию максимального правдоподобия для локальной неоднородности известной формы. При этом сделаем некоторые упрощения в отношении формы локальной неоднородности и характеристик помех. Пусть известна форма сигнала – куб, его размер равный $L=5$ и параметры аддитивного шума: гауссовский шум с нулевым математическим ожиданием и среднеквадратическим отклонением равным σ . Неизвестными параметрами являются: положение локальной неоднородности на изображении, амплитуда и уровень фона.

Входными данными для процедур обнаружения являются серия зашумленных изображений. Отношение правдоподобия оптимального алгоритма обнаружения [4,5] построим для двух гипотез: сигнал (описываемый формой куба) присутствует и сигнала отсутствует, то есть на изображении равномерный фон.

Экспериментальные характеристики обнаружения оптимального и эвристического алгоритмов обнаружения, полученные моделированием, представлены на рисунке 2.

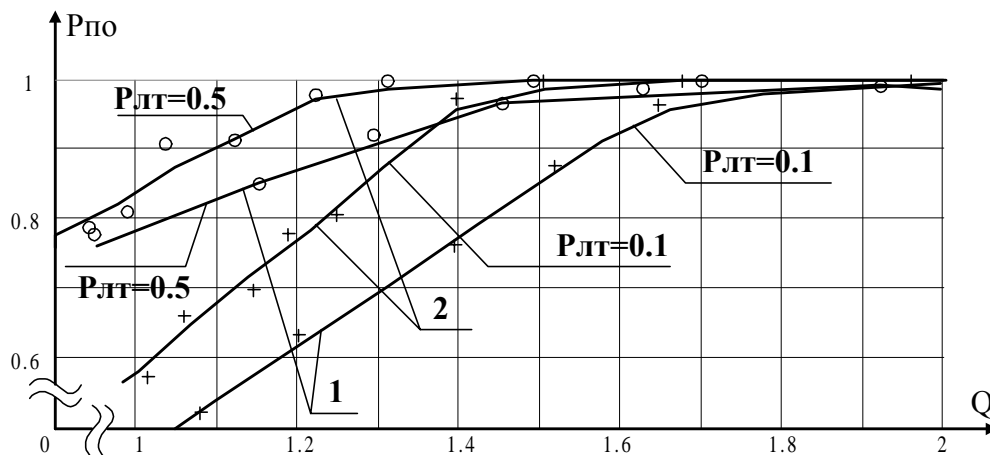


Рис.2 Характеристики обнаружения:

Характеристики обнаружения на рисунке 2 представлены в виде зависимостей вероятностей правильного обнаружения $P_{по}$ от отношения сигнал/шум Q , при заданных вероятностях ложной тревоги $P_{лт}$. Цифрами 1 и 2 обозначены характеристики обнаружения эвристического и оптимального алгоритмов соответственно (см. рис. 2).

Из сравнения характеристик обнаружения видно, что эвристический алгоритм лишь незначительно уступает (около 15% по отношению сигнал/шум) по помехоустойчивости оптимальному алгоритму, однако требует значительно меньших вычислительных затрат.

Литература

1. D.J. Williams, M. Shah, Edge contours using multiple scale// CVGIP-1990.- Vol. 51, p.256-274.
2. Бакут П.А., Колмогоров Г.С, Сегментация изображений: методы выделения границ областей.//Зарубежная радиоэлектроника, 1987, № 10 с. 25-47.
3. Hajjar A., Chen T. A VLSI Architecture for Real-Time Edge Linking.//IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1999, v. 21 № 1, pp. 89-94.
4. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. т. 2, 1968. М. "Советское радио", 502 с.
5. Красильников Н. Н., Теория передачи и восприятия изображений. 1986. М. "Радио и связь", 246 с.



ABOUT DETECTION OF LOCAL HETEROGENEITIES ON THE NOISY IMAGES

Rybakov O., Titsky V.

Scientific Design Bureau of Computer Systems
SDB CS, Shevchenko str., ГСП - 25 Taganrog, 347900
tel. (863-44) 6-04-38; fax (863-44) 6-34-32; E-mail: root@nkbvs.ttn; teletype: УРАИ

Abstract. The heuristic method of the detection based on formulated model of local heterogeneities on the noisy images is considered. The performance comparison's of detection optimum (for the given shape of a signal) and heuristic methods, is presented.

At build-up under search-and-rescue system of observation there is a necessity of detection on the image a local heterogeneities, which shape is unknown.

Data input for algorithm is gray-scale digital picture $S(x,y)$, $x=1..Nx$, $y=1..Ny$, when Nx , Ny – image size.

As model $M(H, A, dx, dy)$ of detected heterogeneity accepted function

$$M(H, A, dx, dy) = H + A \cdot T(dx, dy), \quad (1)$$

where $T(dx, dy)$ - signal with unit amplitude describe the unknown shape of a heterogeneity, and $dx \in [Lmin_x.. Lmax_x]$, $dy \in [Lmin_y.. Lmax_y]$, and $Lmin_x$, $Lmin_y$, $Lmax_x$, $Lmax_y$ - unknowns parameters describing dimensions of a heterogeneity;

H - unknown brightness level in a neighbourhood of a heterogeneity;

A - unknown amplitude of a heterogeneity.

For given requirements the build-up of detection procedure is represented justified on the basis of the heuristic approach requiring smaller volume of the prior information. One of such approaches is based on extraction of a contour and is implemented by the following stages.

1. Model (1) is represented by a population component, which describe contours of object:

$$MC(H, A, U, dx, dy) = H + A \cdot TC(U, dx, dy), \quad (2)$$

where A , H described in the model (1);

U - estimated direction of border (2);

$TC(U, dx, dy)$ - signal with unit amplitude, where $dx \in [-Lx.. Lx]$, $dy \in [-Ly.. Ly]$.

2. Under the image $S(x, y)$ the estimation of amplitude, and orientation component is carried out according to model (2);

3. By the amplitude, and orientation is made a decision on, whether is the point of the image a boundary point of a local heterogeneity. Outcome is the binary image of boundaries.

4. The closing of contours on the binary image is fulfilled.

5. Searching closed contours on the binary image.

6. The solution about detection of a local heterogeneity is formed.

The performances of detection of optimum and heuristic algorithms are observationally obtained.

By results of experiment it is possible to note, that the heuristic method only a little worse (about 15 % under the ration signal / noise) on a noise stability to optimum algorithm, however requires considerably smaller computing cost.