

Мальцев А.В.¹

¹ Московский физико-технический институт, кафедра информационных систем.

Синтез и исследование алгоритма обнаружения и классификации объекта по признаку «точечный/неразрешенный групповой»

В докладе будет рассмотрена проблема распознавания объектов и групп объектов в кадре. Кадром называется картинка, полученная внешним фотоприёмником. Картинка состоит из шума, фона и объектов. Фон считается подавленным фильтром. Размер объектов такой, что 80-90% от функции рассеяния (PSF) этих объектов лежат в границах единичного пикселя. Большинство существующих алгоритмов рассчитано для шума Гаусса, в том числе те, которые используются в работе. Но шум, имеющийся в фотоприёмниках при малых энергиях сигналов, лучше приближается пуассоновской моделью. В работе производился анализ работоспособности алгоритмов для гауссовского шума при шумах Пуассона.

Функция правдоподобия одиночного объекта может быть записана следующим образом:

$$L_1(x) = L_1(x, \alpha, \beta, E) = \ln p(x | \alpha, \beta, E),$$

где L_1 функция правдоподобия, α и β положение объекта в матрице пикселей, а x – положение в пикселе. Учитывая, что вся энергия в распределении сигнала от объекта лежит в пикселе, или в малой его окрестности, можно представить функцию правдоподобия как сумму относительно ближайшей границы 4×4 пикселей:

$$L_1(\alpha, \beta) = \frac{1}{\sigma} (x_{k,l} \cdot u_k v_l + x_{k+1,l} \cdot u_{k+1} v_l + x_{k,l+1} \cdot u_k v_{l+1} + x_{k+1,l+1} \cdot u_{k+1} v_{l+1}),$$

где $x_{k,l}$, $x_{k+1,l}$, $x_{k,l+1}$, $x_{k+1,l+1}$ – значения яркости в соседних пикселях, а u , v нормированные интегралы по PSF функции в области i :

$$u_i = u_i(\alpha) = \frac{\phi_i(\alpha)}{\{\sum_i \phi_i^2(\alpha)\}^{1/2}},$$

$$v_i = v_i(\beta) = \frac{\phi_i(\beta)}{\{\sum_i \phi_i^2(\beta)\}^{1/2}},$$

φ_i, ϕ_i - интегралы на области i от PSF функции, σ - некоторый коэффициент пропорциональности, зависящий от энергии.

Тогда, максимизировав методом Лагранжа функцию правдоподобия, можно получить:

$$z_1^{(kl)} = \max_{\alpha, \beta \in S_{kl}} L_1(\alpha, \beta) = \frac{1}{2\sigma} \{ [(y_{k,l} + y_{k+1,l+1})^2 + (y_{k,l+1} - y_{k+1,l})^2] + [(y_{k,l} - y_{k+1,l+1})^2 + (y_{k,l+1} + y_{k+1,l})^2] \}$$

В этой формуле $y_{ij} = \max\{0, x_{ij}\}$. Зная максимум L_1 , можно найти точное положение объекта относительно пикселя [1]. Аналогичным способом можно найти максимум функции правдоподобия от двух объектов. Он будет равен:

$$z_2^{(kl)} = \frac{1}{2\sigma} \left| \frac{[(y_{k,l} + y_{k+1,l+1})^2 + (y_{k,l+1} - y_{k+1,l})^2]^{\frac{1}{2}}}{[(y_{k,l} - y_{k+1,l+1})^2 + (y_{k,l+1} + y_{k+1,l})^2]^{\frac{1}{2}}} \right|.$$

Для обоих максимумов, согласно теории принятия решения, можно найти оптимальное значение статистики, при котором принимается решение о нахождении объекта и о том, является ли он одиночным или групповым.

Была проведена генерация кадров и их анализ с помощью имеющихся алгоритмов [2]. Были обнаружены критерии для Гауссовского и Пуассоновского шумов, при которых невозможно различить одиночный и групповой объект. Алгоритмы, выведенные из расчета шума Гаусса, показали лучшую точность при пуассоновском шуме в тестах на установление положения точечного объекта и в тестах разделении точечных объектов. При установлении одинакового порога ложной тревоги, вероятность правильного обнаружения одиночного объекта в шуме Гаусса была выше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nowakowshi J., Simuoli V., Elbaum M. Fundament limits in resolution of double star targets // SPIE. - 1989. – V. 1111. – P. 352-365.
2. Колесса А.Е., Репин В.Г. Робастный адаптивный алгоритм выделения отметок от целей в цифровом изображении // Конференция ФГУП «ЦНИИ «Комета» 2008 года.