

ОБНАРУЖЕНИЕ И СЛЕЖЕНИЕ ЗА ДВИЖУЩИМИСЯ ОБЪЕКТАМИ В ПРИСУТСТВИИ ДРОЖАНИЯ И ЛИНЕЙНЫХ СДВИГОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Алпатов Б.А., Бабаян П.В.

Рязанская государственная радиотехническая академия

При решении задач обнаружения и слежения за подвижными объектами в системах технического зрения используются разностные алгоритмы сегментации [1]. Разностная сегментация позволяет обнаруживать объекты в присутствии шума при неподвижном фоне. Однако очень часто наблюдаются дрожание и сдвиги изображения, вызванные турбулентностью атмосферы или перемещениями датчика изображения. В [2] приведено исследование ряда алгоритмов слежения за перемещениями фонового изображения, однако при использовании этих алгоритмов в системе технического зрения [3] выявился ряд проблем. Во-первых, слежение за фоновым изображением всегда происходит с некоторой ошибкой. Во-вторых, достаточно часто вектор сдвига точки изображения не одинаков по всей площади кадра. Это обычно вызывается турбулентностью атмосферы или присутствием, помимо сдвигов, других преобразований изображения: вращений, изменений перспективы, искажений, вызванных особенностями формирования телевизионного раstra. В результате резко возрастает количество ошибочно обнаруженных точек изображения. Таким образом, необходима модификация разностного алгоритма [1], учитывающая присутствие случайных геометрических искажений входного изображения.

Модель наблюдаемого на кадре с номером n фонового изображения принимается в виде

$$\bar{b}_n(i, j) = b^0(i + x_n + f_n(i, j), j + y_n + g_n(i, j)) + \xi_n(i, j), \quad (1)$$

где $\bar{b}_n(i, j)$ – яркость наблюдаемого фонового изображения на кадре с номером n в точке (i, j) ; $b^0(i, j)$ – яркость неизвестного фонового изображения в точке (i, j) ; $\xi_n(i, j)$ – гауссовский шум с нулевым средним и дисперсией $\sigma(i, j)^2$, некоррелированный в пространстве и во времени; x_n, y_n – линейные сдвиги фонового изображения на кадре с номером n ; $f_n(i, j), g_n(i, j)$ – сдвиги фонового изображения, вызванные различными геометрическими преобразованиями изображения, исключая сдвиги. $f_n(i, j)$ и $g_n(i, j)$ рассматриваются как случайные величины с нулевым средним.

Пусть $a_n(i, j)$ – наблюдаемое изображение, которое помимо фона содержит объекты. Обнаружение точек, принадлежащих объектам, предлагается производить по правилу:

$$\text{если } |a_n(i, j) - \tilde{b}(i, j)| \geq k\sigma(i, j) + \lambda |\nabla \tilde{b}(i, j)|, \text{ то точка } (i, j) \in \text{объекту}, \quad (2)$$

где $\tilde{b}(i, j)$ – оценка фонового изображения; ∇ – символ градиента, k – коэффициент учёта гауссовского шума, λ – коэффициент учёта случайных геометрических преобразований. При $\lambda = 0$ правило (2) совпадает с правилом, введённым в [1].

На рис. 1 приведено изображение на входе разностного алгоритма обнаружения. Это изображение содержит в себе искажения, вызванные чересстрочной развёрткой. На рис. 2 приведена оценка фонового изображения. Фоны в изображениях на рис. 1 и рис. 2 отличаются субпиксельным сдвигом, вызванным ошибкой алгоритма слежения за фоновым изображением. На рис. 3 – бинарное изображение, полученное с помощью правила (2) при $k = 4, \lambda = 0$. На рис. 4 – бинарное изображение при $k = 3,5, \lambda = 1$. На рис. 3 и 4 точки, в которых выполняется условие (2), имеют чёрный цвет. Белые поля в левых частях рис. 3 и 4 соответствуют точкам кадра, в которых оценки фона и дисперсии ещё не сформировались. Для вычисления модуля градиента использовалась следующая приближенная формула:

$$|\nabla b(i, j)| \approx \max\{|b(i, j) - b(i-1, j)|, |b(i, j) - b(i, j-1)|\}. \quad (3)$$

Испытания алгоритма, основанного на правиле (2) в системе технического зрения реального времени, описанной в [3], показали его высокую эффективность. При наличии случайных геометрических искажений снижается количество ложно обнаруженных точек, повышается надёжность обнаружения и сопровождения объектов.



Рис. 1 Изображение на входе алгоритма.
Объект – мотоцикл в центре кадра.



Рис.2 Оценка фонового изображения.

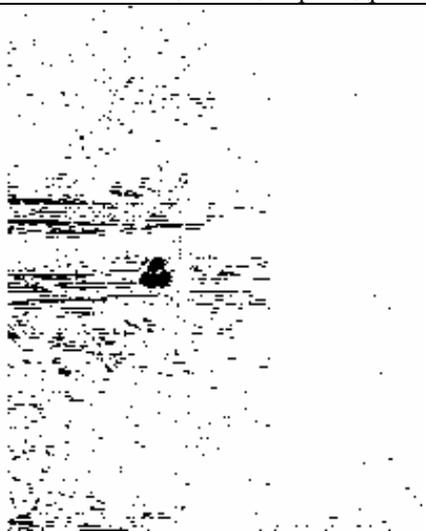


Рис. 3 Бинарное изображение, полученное по
правилу (2) при $k = 4$, $\lambda = 0$.

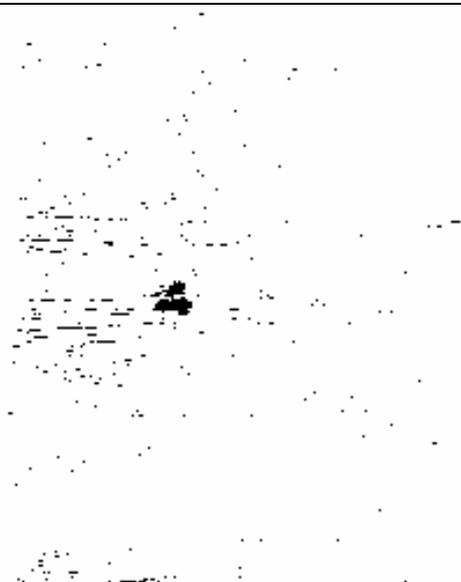


Рис. 4 Бинарное изображение, полученное по
правилу (2) при $k = 3,5$, $\lambda = 1$.

Литература

1. Алпатов Б.А., Бохан К.А. Алгоритм автоматического обнаружения, выделения и оценки динамических объектов, возникающих в последовательности телевизионных кадров // Цифровая обработка сигналов и её применение. Тез. докл. 3-й международной научной конференции. М.: МЦНТИ, 2000. – С. 105-109.
2. Алпатов Б.А., Бабаян П.В. Разработка алгоритма слежения за фоновым изображением для видеокomпьютерной системы обнаружения и определения координат движущихся объектов // Проблемы математического моделирования и обработки информации в научных исследованиях: Сб. науч. тр. Рязань: РГРТА, 2003. – С. 3-15.
3. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Бохан К.А. Разностный алгоритм обнаружения и определения координат объектов при движущемся датчике изображения // Космонавтика. Радиоэлектроника. Геоинформатика. Тез. докл. 4-й международной конференции. Рязань, 2003. – С. 317-320.