УДК 519.24

ОПТИМИЗАЦИЯ ИЕРАРХИЧЕСКИХ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ

В. А. ГОРОХОВАТСКИЙ, В. В. ШЛЯХОВ

Конкретизируется задача оптимизации иерархических корреляционных алгоритмов для автоматического обнаружения объектов на изображениях. Обсуждаются и доказываются преимущества иерархических алгоритмов при действии помех типа частичного заслонения объектов и флюктуационного шума.

В автоматизированных системах обработки изображений распространение получили корреляционные методы, основанные на сопоставлении множества текущих изображений с эталоном [1]. Усиление свойств корреляционных алгоритмов достигается путем использования в них иерархического подхода [2]: вначале анализируется сходство отдельных участков изображения и эталона, затем принимается окончательное решение по результатам этого анализа. Такая обработка позволяет, например, значительно увеличивать помехозащищенность корреляционного обнаружения и распознавания объектов относительно действия локальных искажений изображения. В частности, локальное искажение 20 ... 30 % точек изображения для известных методов снижает вероятность правильного обнаружения объектов до величины 0,5 ... 0,6, в то время как применение иерархических методов обеспечивает правильное обнаружение с вероятностью 0,95 при локальном искажении 70 % точек изображения.

Задачу обнаружения объекта на изображении сформулируем следующим образом. Путем вычисления сходства исходного изображения $B(x, y)$ и эталона $G(x, y)$ необходимо принять решение о их соответствии друг другу. Сигнал эталона на исходном изображении может претерпевать относительно G некоторые изменения, вызванные возможным влиянием освещенности и геометрических преобразований. В результате этих изменений сигнал на исходном изображении становится случайной функцией $Q(x, y)$ с известным распределением яркости. Кроме того, в процессе измерений возникают флюктуации функции яркости, которые будем описывать как аддитивную помеху $U(x, y)$. Такие задачи характерны для телевизионных роботов при обнаружении объектов на изображениях или оценке их координат [3].

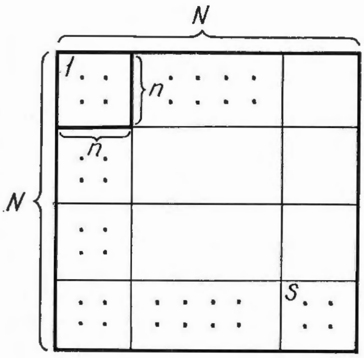

Рис. 1

Конкретизируем математическую постановку задачи для дискретного случая с учетом разбиения изображения на фрагменты. Пусть изображение представляет собой функцию $B(x, y)$, заданную в дискретных точках внутри квадратной (в общем случае прямоугольной) области со стороной N. Эта область в свою очередь разбивается на непересекающиеся фрагменты размером $n \times n$, их число равно s (рис. 1).

Присутствие объекта на изображении, согласно принятым предположениям, соответствует наличию в каждой точке (x_i^j, y_i^j) сигнала $Q(x_i^j, y_i^j)$, который представляет дискретную по уровням яркости случайную величину, равномерно распределенную на отрезке $[0, M]$, не зависящую от значений яркости в других точках и от координат точки (x_i^j, y_i^j). При этом индекс i характеризует номер точки в отдельном фрагменте, а индекс j — номер фрагмента. В каждой точке (x_i^j, y_i^j) действует аддитивная помеха $U(x_i^j, y_i^j)$, которая считается нормально распределенной случайной величиной с параметрами a, σ^2, причем предполагаем, что значение помехи не зависит от яркости объекта, от значений помехи и яркостей в других точках области. Сигнал изображения имеет вид $B(x_i^j, y_i^j) = Q(x_i^j, y_i^j) + U(x_i^j, y_i^j)$ в случае, если искомый объект присутствует, и $B(x_i^j, y_i^j) = U(x_i^j, y_i^j)$, — если объект отсутствует. Примем вначале, что эталон представляет собой детерминированную функцию $G(x_i^j, y_i^j)$, принимающую целые значения в диапазоне от 0 до M. Алгоритм обнаружения, согласно иерархическому методу частных корреляций, имеет вид.

1. Вычисляем s коэффициентов сходства $C_1, C_2, \ldots, C_s$ эталона и изображения, соответствующих фрагментам $n \times n$

$$C_j = \sum_{i=1}^{n^2} (B(x_i^j, y_i^j) - G(x_i^j, y_i^j)), \quad j = 1.\ 2, \ldots, s. \tag{1}$$

2. Находим количество K_C коэффициентов из множества $\{C_j\}$, для которых $|C_j| < \delta_1$, где δ_1 — определенный порог.

3. Сравниваем K_C с порогом δ_2 и считаем, что объект есть, если $K_C > \delta_2$ и объекта нет, если $K_C \leqslant \delta_2$.

Введем гипотезу H_0 о присутствии объекта, H_1 — о его отсутствии. Величины штрафов: если принимается гипотеза H_0, а верна H_1 — γ_0, если принимается H_1, а верна H_0 — γ_1. Поставим задачу выбрать пороги δ_1, δ_2 таким образом, чтобы минимизировать функцию среднего риска

$$R = \gamma_0 \mathbf{P}(H_0) \mathbf{P}(H_0/H_1) + \gamma_1 \mathbf{P}(H_1) \mathbf{P}(H_1/H_0), \tag{2}$$

где под $\mathbf{P}(H_0/H_1)$ понимаем условную вероятность того, что при отсут-

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бочкарев А. М.* Корреляционно-экстремальные системы навигации // Зарубежная радиоэлектроника.— 1981.— № 9.— С. 28—53.

2. *Ковалевский В. А.* Локальные и глобальные решения в распознавании изображений // ТИИЭР.— 1979.— № 5.— С. 50—58.

3. *Красильников Н. Н.* Статистическая теория передачи изображений.— М. : Связь, 1976.—184 с.

Поступила в редакцию после переработки 23.09.86.