

ОЦЕНИВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭТАЛОННОГО СИГНАЛА ПО НАБОРУ ТЕСТОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Чуличков А.И., Цыбульская Н.Д.

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, физический факультет, кафедра компьютерных методов физики, 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ, д. 1, стр. 2

Рассматривается задача определения характеристик эталонного сигнала f , наблюдаемого в серии тестовых измерений, проводимых по схеме

$$\xi_j = F_j * f + \nu_j, \quad j = 1, \dots, (1)$$

где $f = (f_1, \dots, f_N)$ — вектор N -мерного евклидова пространства \mathcal{R}_N , $F_j * f \in \mathcal{R}_N$ — результат преобразования вектора f , определяемый соотношением $(F_j * f)_i = (F_j(f_i))$, где F_j — строго монотонно возрастающие функции. Вектор $\nu_j \in \mathcal{R}_N$ моделирует шумовую погрешность и является случайным, причем $E\nu_j = 0$, а координаты вектора ν_j независимы и с вероятностью единица принадлежат отрезку $[-1, 1]$.

Такая задача возникает, например, при анализе формы изображений [1], когда имеется возможность регистрации изображений одной и той же сцены при различных условиях. Координатами вектора ξ_j в этом случае являются яркости пикселей изображения, а изменение условий регистрации изображения описываются монотонными преобразованиями яркости изображения.

В работе показано, что максимальным инвариантом группы монотонных преобразований амплитуды сигнала f является функция, упорядочивающая координаты его вектора: $\pi(f_1, f_2, \dots, f_N) = (i_1, i_2, \dots, i_N)$, $f_{i_1} \geq f_{i_2} \geq \dots \geq f_{i_N}$. В морфологическом анализе [1] такие инварианты носят название формы сигнала (изображения).

Предлагается алгоритм эмпирического упорядочения координат вектора f на основе серии из n измерений. При превышении статистикой $\eta_{\alpha, \beta}^{(n)} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (\xi_{\alpha} - \xi_{\beta})$ некоторого порога принимается решение о том или ином значении матрицы попарных сравнений координат вектора f .

Далее сформулированы условия, при выполнении которых возможно определение истинного упорядочения координат вектора f за конечное число шагов с вероятностью единица. Предложен алгоритм упорядочения, указаны условия его остановки с вероятностью единица за конечное число шагов, вычислены вероятности ошибок.

Приведены примеры работы алгоритма.

Литература.

1. Пытьев Ю.П., Чуличков А.И. Морфологические методы анализа изображений. - М.: ФИЗМАТЛИТ. 2009.