

## **АЛГОРИТМ КЛАСИФІКАЦІЇ ДВОВИМІРНИХ ОБРАЗІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ НОРМАЛІЗАЦІЇ «ЗА КРОКОМ»**

*Сушко І. О., к.т.н., доцент; Іванюк Н. О., к.т.н., доцент; Чекерис І. О.*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Задача розпізнавання (класифікації) двовимірних образів – порівняння двох образів з метою знаходження відмінностей між ними. Зазвичай розв’язання задачі класифікації сигналів та образів виконують із застосуванням погодженої фільтрації [1] або ортогональних перетворень [2].

Класична погоджена фільтрація не дає кількісної оцінки подібності між досліджуваним та еталонним сигналом на відміну від методів розпізнавання сигналів та образів з використанням ортогональних перетворень.

Одним з таких методів класифікації є метод нормалізації сигналу за кроком Перевагою класифікації сигналів та образів з використанням методу нормалізації за кроком є те, що немає необхідності центрування досліджуваного сигналу, є можливість використання еталонних сигналів з нульовими відліками, на відміну від методу з використанням нормального перетворення або методу нормалізації сигналів та образів за рівнем [3].

Кількісну міру оцінки подібності/відмінності двох сигналів довжиною  $N$  відліків можна отримати за допомогою коефіцієнту трансформант [4]

$$k_{rr} = \sqrt{\sum_{\substack{i=1, \\ i \neq r}}^{i=N} S_i^2} / S_r, \quad (1)$$

де  $S_i$  — амплітуда  $i$ -ї складової,  $S_r$  — складова спектру, що співпадає (внаслідок нормалізації) з точністю до постійного множника з тестовим сигналом.

Існують алгоритми для класифікації лише одновимірних сигналів, хоча актуальною є і задача класифікації двовимірних сигналів (образів).

Тому метою даної роботи є створення алгоритму нормалізації двовимірних сигналів на базі нормалізації стандартних дискретних ортогональних перетворень «за кроком».

В цьому випадку в якості дискретного ортогонального перетворення обрано матричний оператор косинусного перетворення, що, наприклад, для формату  $N=4$  має наступний вигляд:

$$\overline{Cs} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ \cos \frac{\pi}{8} & \cos \frac{3\pi}{8} & \cos \frac{5\pi}{8} & \cos \frac{7\pi}{8} \\ \cos \frac{2\pi}{8} & \cos \frac{6\pi}{8} & \cos \frac{10\pi}{8} & \cos \frac{14\pi}{8} \\ \cos \frac{3\pi}{8} & \cos \frac{9\pi}{8} & \cos \frac{15\pi}{8} & \cos \frac{21\pi}{8} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Алгоритм створення класифікатора (фільтра) для методу нормалізації за кроком описано в [3] для випадку одномірного сигналу.

Для класифікації двовимірного образу за допомогою методу нормалізації кожен рядок образу слід розглядати як окремий сигнал і проводити для нього нормалізацію за описаною методикою. В результаті буде отримано  $N$  різних матричних операторів нормованого косинусного перетворення (зі спроекційованими та перенумерованими відліками еталонного сигналу) для матриці образу з  $N$  рядками.

Таким чином для кожного досліджуваного сигналу-рядка необхідно обчислити коефіцієнт трансформант. Для образу в цілому доцільно обчислити середньоквадратичне значення всіх отриманих коефіцієнтів трансформант.

Якщо ж досліджуваний сигнал відрізняється від еталонного лише масштабним множником, або кожен рядок відрізняється від рядка еталонного сигналу за масштабом зі своїм коефіцієнтом пропорційності, то результуюче значення коефіцієнту трансформант буде рівне 0, що відповідає повному співпадінню двох сигналів, в той час як досліджуваний образ буде різко відрізнятися від еталонного.

З цього можна зробити висновок, що нормалізацію двовимірного образу слід проводити для рядків та стовпців одночасно, розглядаючи кожен рядок, стовпець як окремий сигнал.

Отже, при виконанні процедури нормалізації двовимірного образу, що описується матрицею формату  $N$ , отримаємо  $2N$  нормалізованих матриць.

Для кожного сигналу-рядка та сигналу-стовпця досліджуваного образу знаходимо коефіцієнт трансформант (кількість яких рівна  $2N$ ).

Для визначення ступеню подібності/відмінності досліджуваного двовимірного образу від еталонного необхідно обчислити загальне значення коефіцієнту трансформант за наступною формулою:

$$k_{tr\Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^N k_{trri}^2 + \sum_{j=1}^N k_{trsj}^2} / 2N \quad (3)$$

де  $k_{trri}$ ,  $k_{trsj}$  — коефіцієнти трансформант  $i$ -го рядка та  $j$ -го стовпця відповідно.

### Перелік посилань

1. Jie Liu, Jigui Sun, Shengsheng Wang. Pattern Recognition: An overview. *International Journal of Computer Science and Network Security*, Vol. 6, No. 6, June 2006, pp. 57–61.
2. Рыбин А.И. Нормализация дискретных ортогональных преобразований тестовым сигналом / А.И. Рыбин // *Радиоэлектроника* — 2004.— №7.— С. 39 — 46 (Изв. вузов).
3. Рыбин А.И. Классификация одно- и двумерных сигналов методами нормализации и нормального преобразования / А.И. Рыбин, А.Д. Мельник, Ю.Х. Нижебецкая, И.А. Сушко, С.Н. Литвинцев // *Радиоэлектроника* — 2016.— №1.— С. 34 — 45 (Изв. вузов).
4. Рыбин А.И. Коэффициенты трансформант нормализованных ортогональных преобразований и диагностика пульсограм / А.И. Рыбин, О.Б. Шарпан, Т.В. Сакалош, Е.Г. Григоренко // *Вісник НУТУ»КПІ» .Сер. Приладобудування* .— 2005.— Вип.30.— С.148— 156.

### Анотація

В роботі проведено порівняння методів розпізнавання образів. Запропоновано алгоритм нормалізації двовимірних образів за кроком з використанням дискретного косинусного перетворення. Наведено формулу розрахунку коефіцієнту трансформант для кількісної оцінки відмінності досліджуваного образу та еталону.

**Ключові слова:** розпізнавання, класифікація, образ, нормалізація, коефіцієнт трансформант.

### Аннотация

В работе представлено сравнение методов распознавания образов. Предложен алгоритм нормализации двухмерных образов по шагу с использованием дискретного косинусного преобразования. Представлена формула для расчета коэффициента трансформант для количественной оценки отличия исследуемого образа и эталона.

**Ключевые слова:** распознавание, классификация, образ, нормализация, коэффициент трансформант.

### Annotation

The comparison of image recognition methods is presented. Algorithm of two-dimensional images normalization by step using Discrete Cosine Transform is proposed. Formula for calculation the transform coefficient to quantify the differences between researched and reference image is given.

**Keywords:** recognition, classification, image, normalization, transform coefficient.