

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

МАТЕРІАЛИ 27-го МІЖНАРОДНОГО  
МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

**«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА І МОЛОДЬ У ХХІ СТОЛІТТІ»**

**10-12 травня 2023 р.**  
том 7

**КОНФЕРЕНЦІЯ**  
**«КОМП'ЮТЕРНИЙ ЗІР, СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ**  
**ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ»**

Харків 2023

## ЗАСТОСУВАННЯ МАТРИЦІ ВІДСТАНЕЙ ДЛЯ МНОЖИНИ ОЗНАК У КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ

Марков Т.Є.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Гороховатський В.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІНФ,  
м. Харків, Україна

тел. (057) 702-14-19, email: taras.markov@nure.ua

The publication contains research materials on the implementation of a data structure in the form of a distance matrix for a set of image features into the classification process. The obtained experimental results confirm the effectiveness of using the distance matrix for object recognition in computer vision.

Дескриптори ключових точок (КТ) є унікальними для зображення, тому можна вважати, що така унікальність може зберегтись і у значеннях матриці відстаней в межах опису [1-4].

Розглянемо формалізм матриці відстаней  $M$  розміром  $s \times s$  для складу елементів двох рівних за потужністю множин  $A, B$  векторів:

$$M[A, B] = \{ \{ m_{i,j} \}_{j=1}^s \}_{i=1}^s, \quad m_{i,j} = \rho(a_i, b_j),$$

де  $\rho(a_i, b_j)$  – відстань у векторному просторі  $R^n$ ,  $a_i \in A$ ,  $b_j \in B$ . Для бінарних векторів із врахуванням обсягів обчислень може бути застосована відстань Хемінга. На підставі матриці  $M$  відстаней із введенням граничних значень для метрики щодо еквівалентності двох довільних векторів можуть бути визначені такі експериментальні результати дій над множинами, як перетин, об'єднання, різниця, симетрична різниця та ін. [3, 4].

Для здійснення моделювання вибрано детектор КТ Kaze у покращеному варіанті AKAZE, що формує дескриптори, розміром 488 бітів. Оброблення даних здійснювалося побітово. Приклад роботи дескриптора – на рис. 1.

Об'єм даних у матриці відстаней залежить від числа сформованих КТ, для моделювання взято число КТ  $s = 40$  в кожному з еталонів. Вивчено статистику відстаней у 40 КТ для трьох зображень, що продемонструвало наявну різницю між розподілами, що досягає 30%. Розподіли значень матриці, розбиті на 10 діапазонів, зображено на рис. 2.

У квантовому просторі можна візуально побачити суттєву різницю між аналізованими розподілами в межах діапазону 100...300 і приблизно однакові значення для класів у решті діапазонів, що дає можливість зосередитися на аналізі саме цього проміжку.

Подальше розширення меж квантування до 5 діапазонів продемонструвало збереження відмінностей, але вони дещо зменшились.

Класифікацію за даними матриць відстаней можна здійснити як окремо за дескрипторами, так і шляхом обчислення відстані між розподілами об'єкту та еталонів.



Рисунок 1 – Приклад зображення і координати сформованих КТ

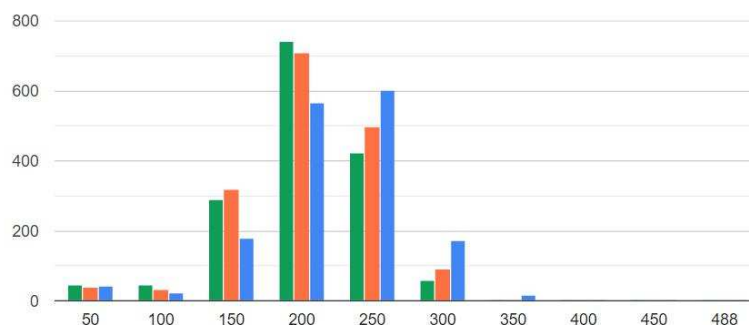


Рисунок 2 – Розподіли значень матриць відстаней у діапазонах

Проведені експерименти на навчальній множині описів еталонів показали, що усі дескриптори і зображення в цілому класифіковані вірно.

За проведеним дослідженням можна вважати, що для розпізнавання зображень матриця відстаней може бути успішно використана задля формування ефективної системи класифікаційних ознак.

Список використаних джерел:

1. Гороховатський, В.О., Гадецька, С.В., Стяглик, Н.І., Власенко, Н.В. (2020). Класифікація зображень на підставі ансамблю статистичних розподілів за класами еталонів для компонентів структурного опису. *Радіоелектроніка, інформатика, управління*, №4, (с. 85-94).

2. Daradkeh, Y.I., Gorokhovatskyi, V., Tvoroshenko, I., Zeghid, M. (2022). Tools for Fast Metric Data Search in Structural Methods for Image Classification, *IEEE Access*, 10, pp. 124738-124746.

3. Путятін, Є.П., Гороховатський, В.О., Матат, О.О. (2006). *Методи та алгоритми комп'ютерного зору: навч. пос., Харків, «Компанія СМІТ»*.

4. Gorokhovatskyi, V., Gadetska, S., Ponomarenko, R. (2020) Recognition of Visual Objects Based on Statistical Distributions for Blocks of Structural Description of Image. *Proc. of the XV Int. Scientific Conference «Intellectual Systems of Decision Making and Problems of Computational Intelligence» (ISDMCI'2019), Ukraine, (pp. 501-512). May 21-25, 2019.*