

ВПЛИВ ФІЛЬТРАЦІЇ ПІКІВ ГІСТОГРАМ КОЛЬОРУ НА ОЦІНКУ ПОДІБНОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ

Андрій Вельгош, Юрій Фургала, Сергій Вельгош

THE EFFECT OF FILTERING COLOR HISTOGRAM PEAKS ON IMAGES SIMILARITY ESTIMATION

Andriy Velhosh, Yuriy Furgala, Serhiy Velhosh

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. ген. М. Тарнавського, 107, Львів, 79017, Україна*

Abstract. *This work investigates the change of the correlation coefficient of the color (Hue) histograms depending on the number of peaks taken into account. The CQ100 images dataset was used for the research. The idea of the study is to exclude peaks of lower intensity from consideration and to find out how this affects the correlation coefficient.*

У задачах розпізнавання образів для ідентифікації об'єктів на зображеннях використовуються ознаки різної природи, зокрема текстура, колір, контури, а також статистичні й семантичні характеристики. Одним із поширених підходів до отримання таких ознак є аналіз гістограм інтенсивності. Хоча в цифровій обробці зображень зазвичай застосовується трьохканальна кольорова модель RGB , для аналізу кольірних характеристик доцільніше використовувати системи HS^* (HSL , HSV , HSI), оскільки вони краще відповідають спектральному сприйняттю кольору [1]. Усі ці системи мають спільну структуру: координата H (Hue) визначає колір як кутову координату в циліндричній системі, насиченість S (Saturation) відповідає радіальній відстані, а яскравість — компонентам I (Intensity), V (Value) або L (Lightness) — задається висотою. При цьому розрахунок S , I , V та L у кожній системі здійснюється по-різному. Незалежно від цього, компонент Hue в усіх HS^* -системах відображає спектральний склад кольору, що дозволяє використовувати його як спектральний ідентифікатор зображення або його фрагментів.

В роботі проведено дослідження зміни коефіцієнту кореляції гістограм кольорової складової (Hue) зображень у кольоровому просторі HSV в залежності від кількості врахованих піків. Ідея дослідження полягає у виключенні з розгляду піків меншої інтенсивності і виявленні, яким чином це впливає на коефіцієнт кореляції.

Для досліджень було обрано набір зображень (*dataset*) CQ100 [2]. Він містить 100 зображень розміром 768×512 пікселів, з глибиною кольору 24 біти у форматі *png*.

Коефіцієнт кореляції R за Пірсоном у двовимірному випадку розраховувався за формулою:

$$R(A, B) = \frac{\sum_i \sum_j (A_{ij} - \bar{A})(B_{ij} - \bar{B})}{\sqrt{\left(\sum_i \sum_j (A_{ij} - \bar{A})^2 \right) \left(\sum_i \sum_j (B_{ij} - \bar{B})^2 \right)}},$$

де A_{ij} , B_{ij} — елементи двовірних масивів гістограм, що порівнюються; $\bar{A}$, $\bar{B}$ — середні значення елементів масивів A та B , відповідно.

Кореляція обчислювалася між повною гістограмою (180 відліків) та гістограмами, де по черзі відкидалося по одному піку в міру зростання їх інтенсивності для того самого зображення. Дослідження показали, що при зменшенні кількості піків значення коефіцієнту

кореляції плавно спадає і сягає мінімального значення $\sim 0,2$ для більшості досліджуваних зображень.

Проведено дослідження зміни коефіцієнту кореляції гістограм кольору від кількості піків також у випадку спотворення зображень. До 10-ти зображень з набору даних CQ100 були застосовані спотворення типу поворот, накладання гаусівського шуму, розмиття та дисторсії типу „бочка” і „подушка”.

Для кожного з 10-ти зображень розраховувалася залежність коефіцієнту кореляції від кількості піків між гістограмою оригінального (неспотвореного) зображення і гістограмами спотворень того самого та інших 9-ти зображень. Для отриманих залежностей визначалося середнє значення та стандартне відхилення. Значення середнього арифметичного та стандартного відхилення усереднювалися по всіх парах з 10 досліджуваних об'єктів. При цьому, окремо розглядалася кореляція спотворених екземплярів того самого (рис. 1, крива *avg_self*) та різних (рис. 1, крива *avg_diff*) зображень. Припускається, що відкидання піків меншої інтенсивності підвищуватиме відносну інформаційну наповненість редукованої версії гістограми і, отже, отримання вищого значення різниці між значеннями коефіцієнтів взаємної кореляції (подібності) для тих самих та різних зображень при зменшенні кількості піків.

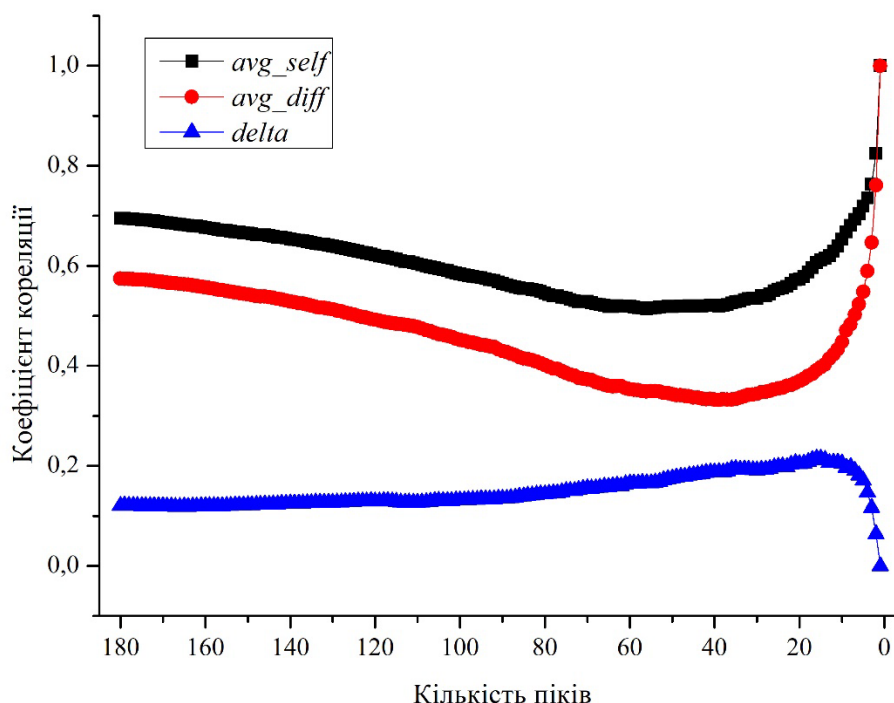


Рис. 1. Залежності від кількості піків усереднених середнього значення коефіцієнту кореляції гістограм спотворень того самого (крива *avg_self*) та різних (крива *avg_diff*) зображень; різниця між даними *avg_self* та *avg_diff* (крива *delta*).

Встановлено, що різниця (рис. 1, крива *delta*) між усередненими коефіцієнтами кореляції для того самого і різних зображень зростає зі зменшенням кількості піків гістограм і досягає максимуму при 16-ти піках, після чого різко спадає.

Бібліографія

1. Agoston M.K. Computer Graphics and Geometric Modeling: Implementation and Algorithms. 5th ed. Springer, 2005. 928 P.
2. Celebi M.E., Pérez-Delgado M.-L. CQ100: A High-Quality Image Dataset for Color Quantization Research. *Mendeley Data*. 2022. Vol. 2. DOI: 10.17632/vw5ys9hfxw.2