

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАТИВНИХ ОЗНАК У СИМВОЛЬНОМУ ПРЕДСТАВЛЕННІ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ СИСТЕМ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ

Андрій Крохмаль, Олег Захожай

THE PRECISION FORMATION OF INFORMATIVE SIGNS RESEARCHING IN THE SYMBOLIC REPRESENTATION OF RASTER IMAGES FOR PATTERN RECOGNITION SYSTEMS

Andrii Krokhmal, Oleh Zakhozhai

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля,
вул. Іоанна Павла II, 17 м. Київ 01042 Україна*

Abstract. *This study explores the application of symbolic image representation as a method of visual data transformation. By converting raster images into symbolic forms, this approach reduces data dimensionality while preserving key informational features. The study assesses the effectiveness of symbolic representation in transmitting visual information by quantitatively evaluating the similarity between original and transformed images.*

Вступ. Символьне представлення зображення, відоме також як ASCII-графіка, ґрунтується на використанні символів для представлення зображення. Відомий підхід застосування такої форми представлення зображення для формування алфавіту класів в системах розпізнавання образів [1]. Перетворення растрових графічних даних у символічну форму є засобом попередньої обробки та трансформації візуальної інформації, що дозволяє зменшити обсяг пам'яті завдяки виділенню інформативних ознак. Даний підхід має практичне значення у сфері зберігання та аналізу візуальних даних. Таким чином, дослідження ефективності застосування символічного представлення в контексті формування репрезентативних ознак є актуальною науково-технічною задачею.

Аналіз питання та постановка задачі. Символьне представлення візуальної інформації передбачає застосування буквених, цифрових та пунктуаційних символів кодової таблиці ASCII для побудови зображення. Вони можуть використовуватися для репрезентації тону або структури об'єктів на зображенні. Тому в контексті побудови символічного зображення з растрового розділяють, відповідно, дві групи методів перетворення. До першої належать методи, що використовують тон (яскравість або колір) пікселя для співставлення символу відповідно до яскравості зображення останнього. Утворена символічна послідовність втрачає чи спотворює інформацію про структуру об'єктів, однак ефективно передає тон, подібно до представлення у відтінках сірого. Методи другої групи використовують структуру області зображення як критерій пошуку символу. Вихідна послідовність ефективно передає інформацію про структуру зображення, навіть при меншій розмірності, проте визначення тону об'єктів стає неможливим. Результат є подібним до бінарного зображення, утвореного виділенням країв чи інших локальних ознак растрового зображення.

У роботі [1] було представлено комбінований метод трансформації растрових зображень у символічне представлення з використанням структурного підходу. Метою методу є виділення інформативних даних з растрових зображень задля зниження розмірності даних та уникнення їх надлишковості. Було окреслено область застосування, а саме використання символічного представлення для зберігання та співставлення еталонів у системах розпізнавання образів. В цьому контексті критично важливим є здатність методу забезпечувати високу точність

формування інформативних даних. Отже, метою дослідження є кількісна оцінка точності формування інформативних ознак растрового зображення на основі символного представлення.

Вибір метрик оцінки подібності візуальної інформації. Для оцінки схожості було обрано чотири поширених метрики, кожна з яких надає різносторонню інформацію про відмінності зображень, що дозволяє комплексно оцінити якість обробки візуальних даних:

– пікове відношення сигнал/шум (PSNR) – визначає співвідношення максимально можливої інтенсивності пікселя до середньої потужності шуму (помилки) і виражається в децибелах.

– індекс структурної подібності (SSIM) – метрика, яка фокусується на структурній схожості зображень та враховує локальні відмінності в яскравості, контрасті та геометричній структурі, що дозволяє оцінити збереження форм контурів візуальних об'єктів.

– індекс подібності ознак (FSIM) – характеризує подібність візуальних ознак на основі фазової узгодженості та градієнту. Дана метрика здатна оцінити збереження просторових особливостей зображення.

– відношення сигналу до похибки реконструкції (SRE) – метрика, яка визначає відношення середнього значення пікселів до середньої квадратичної помилки. На відміну від PSNR, вона враховує відносну яскравість зображення, що дозволяє отримувати більш стабільні результати при зміні освітлення сцени або контрасту об'єктів на зображенні.

Оцінка точності передачі інформації. В контексті оцінки точності формування інформативних ознак використовувалися зображення людських обличчь з набору даних UTKFace [3]. Вибірка складається з 45 зображень шириною від 168 до 4000 пікселів. Кожне з них було перетворено у бінарне, стоншене, визначені відтінки сірого та сформовано символне представлення (рис. 1). Для кожного зображення робились перетворення: кольорове у відтінки сірого, кольорове у стоншене, кольорове у символне, відтінки сірого у стоншене, відтінки сірого у символне, стоншене у символне (рис. 1). Для цих перетворень було обчислено значення чотирьох метрик подібності. Результати оцінки точності перетворень наведені на рис. 2-5.

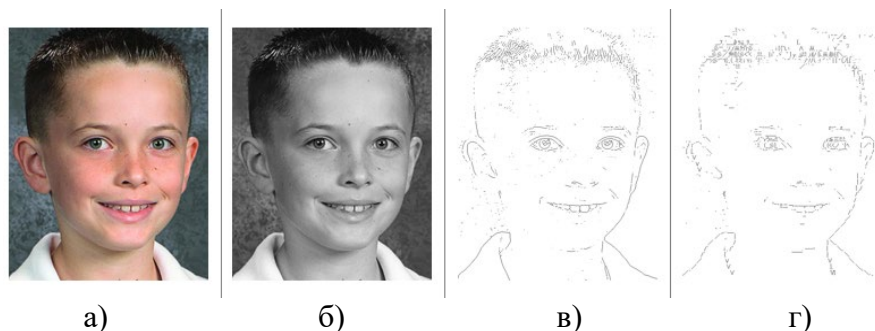


Рисунок 1 – Приклади тестових зображень: а) кольорове, б) у відтінках сірого, в) бінарне стоншене, г) символне

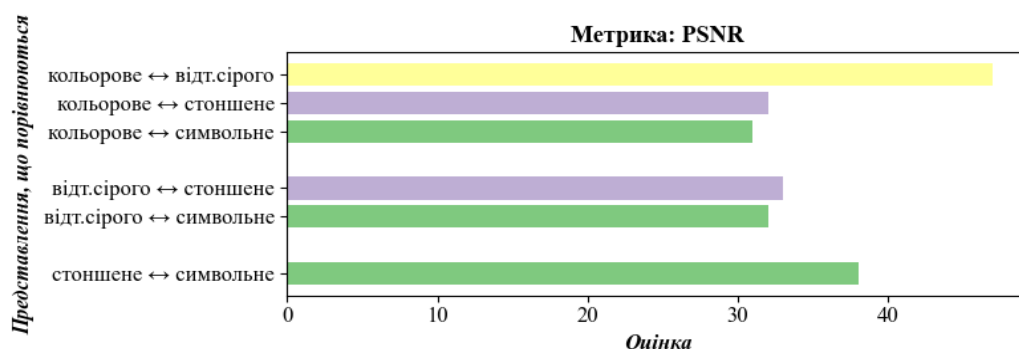


Рисунок 2 – Результати оцінки за метрикою: пікове відношення сигнал/шум

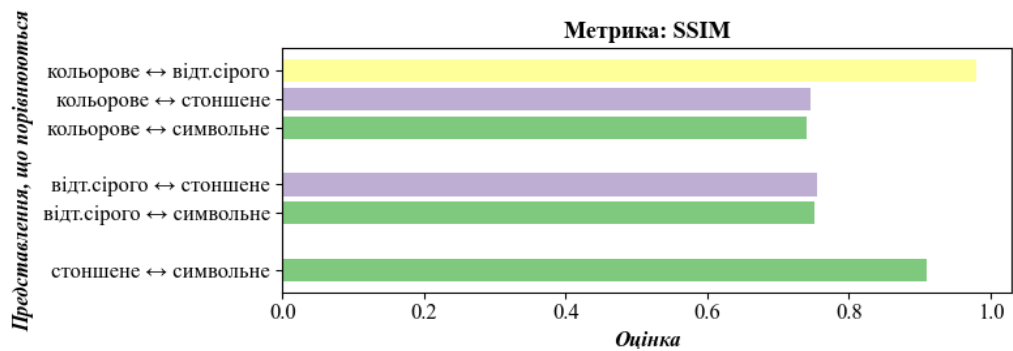


Рисунок 3 – Результати оцінки за метрикою: індекс структурної подібності

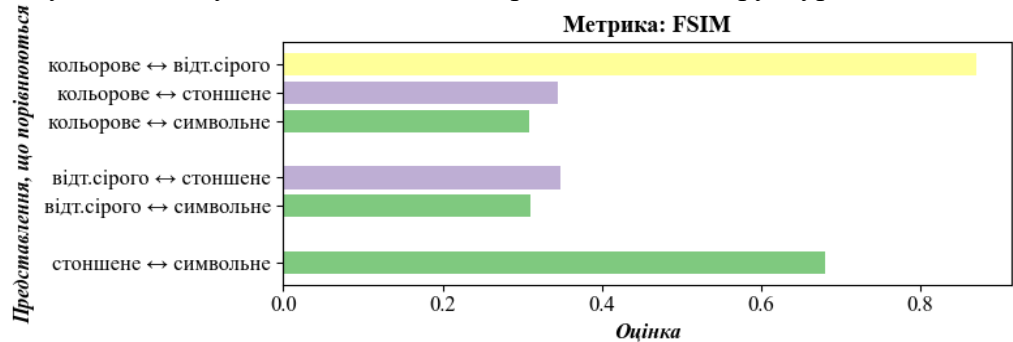


Рисунок 4 – Результати оцінки за метрикою: індекс подібності ознак

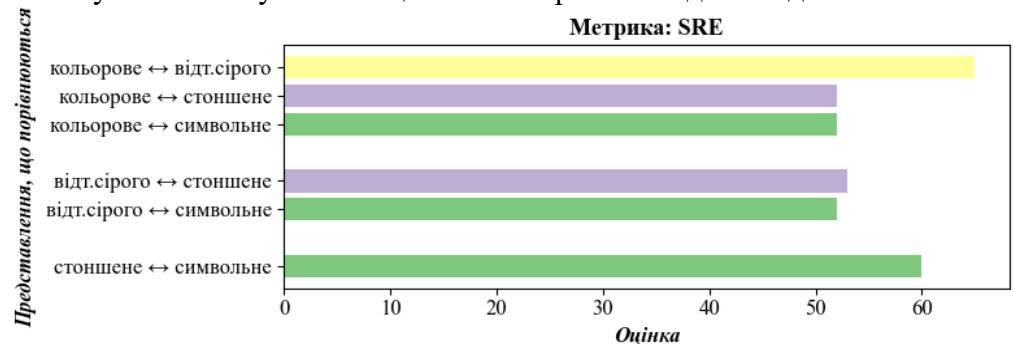


Рисунок 5 – Результати за метрикою: відношення сигналу до похибки реконструкції

Висновки. Було досліджено точність формування інформативних ознак символічного представлення растрових зображень. Експериментально визначено оцінку точності за чотирма метриками: PSNR, SSIM, FSIM та SRE. Подібність символічного та кольорового зображень виявилася низькою, але у порівнянні з бінарним зображенням – досить високою. Подібність кольорового зображення зі стоншеним бінарним лише незначною мірою відрізняється від подібності до символічного, що вказує на відносно високу точність передачі інформативних ознак. Результати дослідження демонструють ефективність символічного представлення для використання в задачах виділення інформативних ознак та формування алфавіту класів для систем розпізнавання образів.

Бібліографія

1. Захожай О.І., Крохмаль А.В. Метод і програмне забезпечення символічного перетворення растрових зображень – Наукові вісті Далівського університету. №26. 2024р. DOI: 10.33216/2222-3428-2024-26-1.
2. Comparing ground truth with predictions using image similarity measures. Niku Ekhtiari, Ph.D. Jan 18, 2021. URL: <https://up42.com/blog/image-similarity-measures> (дата звернення: 22.04.2025).
3. Age Progression/Regression by Conditional Adversarial Autoencoder. Zhifei Zhang, Yang Song, Hairong Qi. 2017. The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2017). DOI: 10.48550/arXiv.1702.08423.