



International Science Group

ISG-KONF.COM

XXXIII

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL CONFERENCE**

**"MODERN SCIENTIFIC TECHNOLOGIES AND SOLUTIONS
OF SCIENTISTS TO CREATE THE LATEST IDEAS"**

London, Great Britain

August 22 - 25, 2023

ISBN 979-8-89145-196-4

DOI 10.46299/ISG.2023.1.33

56.	Суродейкіна Т.В., Куковська В.І. СТИЛІСТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АНГЛОМОВНОЇ РЕКЛАМИ ВІДЕОІГОР НА КАНАЛІ YOUTUBE	275
PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES		
57.	Shevchenko O., Shevchenko A. РОЗФАРБУВАННЯ ГРАФІВ. ПРОБЛЕМА ЧОТИРЬОХ ФАРБ	279
POLITICS		
58.	Горбачова М.В. ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ВРЯДУВАННЯ ЯК ІННОВАЦІЙНОЇ ФОРМИ ДЕМОКРАТІЇ УЧАСТІ ГРОМАДЯН У ПУБЛІЧНОМУ УПРАВЛІНІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	282
TECHNICAL SCIENCES		
59.	Бєбєшко Б., Хорольська К. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ КЛІТИННИХ АВТОМАТІВ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ	287
60.	Кашкевич С.О. АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ	290
61.	Кулик О. СТИСНЕННЯ ОПИСУ ЗОБРАЖЕННЯ НА ПІДСТАВІ ПАРАМЕТРУ ВАГОМОСТІ ОЗНАК	295
62.	Макаринська А.В., Жуков Б.С., Страхова Т.В., Ворона Н.В. ОБГРУНТУВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ КОМПЛЕКСНИХ ЛАБОРАТОРІЙ З ОЦІНКИ ЗЕРНА	300

СТИСНЕННЯ ОПИСУ ЗОБРАЖЕННЯ НА ПІДСТАВІ ПАРАМЕТРУ ВАГОМОСТІ ОЗНАК

Кулик Олександр,
магістрант кафедри інформатики
Харківський національний університет радіоелектроніки

Мета проведеного експериментального дослідження полягає у підвищенні результативності структурних методів класифікації зображень шляхом скорочення обчислювальних витрат на підставі здійснення редукції описів [1-6]. Дослідження включає попереднє обчислення параметру інформативності для повної множини дескрипторів еталонних описів, редукцію описів через відбір підмножини найбільш інформативних елементів, побудову класифікатора на основі обчислення релевантності для редукованих описів еталонів і повного опису розпізнаваного об'єкту, вивчення результативності розроблених модифікацій класифікаторів.

Метод класифікації полягає в наступному [7-12]:

- 1) для вхідного зображення об'єкта отримується опис у вигляді множини дескрипторів;
- 2) обчислюється міра релевантності цього опису для кожного із описів бази еталонів;
- 3) клас визначається за оптимумом міри релевантності.

Для дослідження ефективності запропонованого методу класифікації (працездатність, точність, швидкодія) проведено комп'ютерне моделювання. Для цього використана база із п'яти еталонних зображень прикрас з Національного музею історії України розміром 512×512 пікселів [13]. Кожне зображення еталону розташоване на світлому фоні (рис. 1). Для програмного моделювання застосовано мову програмування Python, бібліотеку комп'ютерного зору OpenCV та бібліотеку NumPy для прискорення обробки багатовимірних даних, створено 500 дескрипторів ORB розміром 256 біт для опису кожного зображення [14-20].

Параметр інформативності $V(z, E)$ для кожного дескриптора z у складі фіксованої множини для бази із 5-ти описів еталонів E обчислювався як

$$V(z, E) = \rho_m(z, \bar{E}_k) - \rho_m(z, E_k),$$

де $\rho_m(z, \bar{E}_k) = \min_{v, i \neq k} \rho(z, e_v(i))$ – відстань від z до множини елементів бази, що не належать класу E_k , $e_v(i) \in E \setminus E_k$, $\rho_m(z, E_k) = \min_{v, i=k} \rho(z, e_v(i))$ – відстань від z до найближчого елементу із класу E_k (за виключенням нульової відстані $\rho(z, z) = 0$ елемента самого до себе, $z \in E_k$) [6, 21, 22].



Рисунок 1 – Зображення еталону і координати ORB-дескрипторів

У ході досліджень отримано результати класифікації з параметрами редукції для 50, 25, 10 найінформативніших ознак із 500.

Процес класифікації організовано наступним чином: для кожного дескриптора окремого еталону знаходимо мінімум відстані Хемінга на множині дескрипторів аналізованого об'єкту. Далі з обмеженням на значення отриманого мінімуму (число 64 як 25% від максимуму відстані 256) підраховуємо число рівнозначних дескрипторів у складі об'єкту [16, 23-26]. Гістограма голосів для наявної множини 5-ти класів для трансформованих геометричними перетвореннями еталонів та об'єктів не із бази має вид (рис. 2).

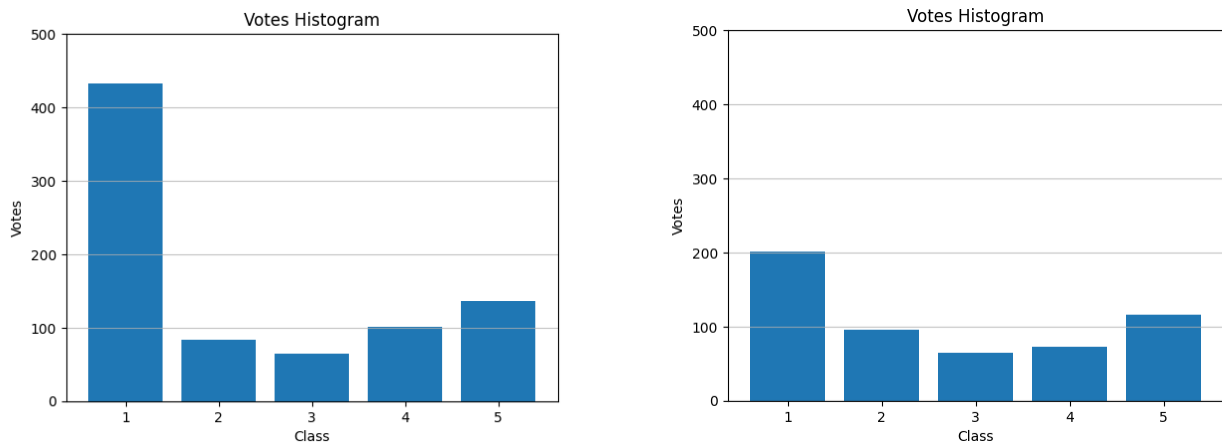


Рисунок 2 – Гістограма голосів для перетвореного еталону та об'єкту не із бази

Як бачимо, гістограма для еталонів має одномодальний вид, а для об'єкту не із бази голоси розподілені досить рівномірно.

Для класифікації об'єкта до певного класу необхідно задовольнити дві визначені умови на граничне число голосів і на значення коефіцієнту відношення найближчого локального максимуму до глобального максимуму (коефіцієнт впевненості рішення [14, 17]). Мінімальна кількість голосів залежить від

кількості дескрипторів у еталонних описах та обчислюється як статистична половина від редукованого числа дескрипторів. Максимальне значення коефіцієнту відношення встановлено нами на рівні 0,62.

Для здійснення тестування нами згенеровано базу даних з описів еталонних зображень із включенням їх геометричних перетворень для 6-ти різних комбінацій масштабу та повороту (30 екземплярів). Також було взято 3 зображення з прикрасами з цієї ж колекції музею, яких не було серед еталонних, в оригінальному вигляді, а також з аналогічними трансформаціями, що й для еталонних зображень (18 екземплярів).

Час класифікації одного зображення склав в середньому 0,27 с для бази на 500 дескрипторів, 0,027 с для редукованої бази на 50 дескрипторів і 0,013 с для редукованої бази на 25 дескрипторів. Вплив редукції на коефіцієнт перевищення максимуму голосів над найближчим максимумом не мав прямої закономірності: для деяких дескрипторів він зріс, для інших – зменшився.

Точність класифікації оцінювалась як відношення правильно класифікованих об'єктів до загального числа експериментів. Показник точності склав 1,0 як для бази на 500 дескрипторів, так і для редукованої бази у 50 еталонних дескрипторів, що підтверджує високу ефективність методу при роботі з редукованими описами. У базі на 25 дескрипторів визначено тільки 2 хибно позитивних об'єкти (віднесено до певного класу) з числа зображень, які не входять до еталонних. Маємо точність на рівні 0,95.

Для підтвердження необхідності застосування редукції було проведено експеримент з прямим визначенням 25 дескрипторів на еталонних зображеннях без використання параметру інформативності. Час класифікації залишився тим же, але при цьому точність класифікації на тестових зображеннях суттєво впала до рівня 0,47.

Висновок. Застосування редукції для трансформації множини дескрипторів опису зображень дає можливість значно прискорити оброблення без суттєвої втрати точності класифікації. Швидкодія оброблення збільшується пропорційно числу редукованих даних і для проведеного експерименту покращена у 20 разів. Найбільш доцільним є використання 10% найбільш інформативних дескрипторів, що забезпечує приріст швидкодії в 10 разів при повному збереженні точності. Якщо швидкодія є ключовим критерієм, то допустимо використовувати навіть 5% від оригінальної кількості дескрипторів, що забезпечує приріст швидкодії майже у 20 разів, але при незначному зниженні точності до 0,95.

Список літератури:

1. Tymchyshyn R., Volkov O., Gospodarchuk O., Bogachuk Yu. (2018) Modern Approaches to Computer Vision. *Control systems and computers*. № 6. pp. 46-73.
2. Daradkeh, Y.I., Gorokhovatskyi, V., Tvoroshenko, I., Zeghid, M. Tools for Fast Metric Data Search in Structural Methods for Image Classification. *IEEE Access*, 2022, 10, pp. 124738-124746.

3. Gorokhovatskiy, V.A. (2011) Compression of Descriptions in the Structural Image Recognition. *Telecommunications and Radio Engineering*, Vol. 70, No. 15. pp. 1363-1371.

4. Gadetska, S.V., Gorokhovatskiy, V.O., Stiahlyk, N.I., Vlasenko, N.V. (2021) Statistical data analysis tools in image classification methods based on the description as a set of binary descriptors of key points. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, №4, pp. 58-68.

5. Gorokhovatskiy, V., Tvoroshenko, I., Kobylin, O., Vlasenko, N. (2023) Search for Visual Objects by Request in the Form of a Cluster Representation for the Structural Image Description. *Advances in Electrical and Electronic Engineering*, 21(1), pp. 19-27.

6. Gorokhovatskiy, V., Vlasenko, N. (2021). Редукція опису зображення у складі множини дескрипторів на основі метричного критерію інформативності. *Advanced Information Systems*, 5(4), pp. 10-16.

7. Gorokhovatskiy, V.A., Putyatin, Y.P. (2009) Image Likelihood Measures of the Basis of the Set of Conformities. *Telecommunications and Radio Engineering*, 68 (9), pp. 763-778.

8. Gadetska, S.V., Gorokhovatskiy, V.O. (2018) Statistical Measures for Computation of the Image Relevance of Visual Objects in the Structural Image Classification Methods. *Telecommunications and Radio Engineering*, 77 (12), pp. 1041-1053.

9. Гороховатский В.А., Передрий Е.О. (2009) Корреляционные методы распознавания изображений путем голосования систем фрагментов. *Радіоелектроніка, інформатика, управління*, №1 (20), С.74-81.

10. Гороховатский, В.А., Путятин, Е.П. (2008) Структурное распознавание изображений на основе моделей голосования признаков характерных точек. *Реєстрація, зберігання і обробка даних*, Т. 10, № 4. С.75-85.

11. Гороховатский, В.А., Путятин, Е.П., Столяров, В.С. (2017) Исследование результативности структурных методов классификации изображений с применением кластерной модели данных. *Радиоэлектроника, информатика, управление*, №3 (42). С. 78-85.

12. Гороховатський В.О., Пупченко Д.В., Солодченко К.Г. (2018) Аналіз властивостей, характеристик та результатів застосування новітніх детекторів для визначення особливих точок зображення. *Системи управління, навігації та зв'язку*, С. 93-98.

13. Національний музей історії України. URL: <https://artsandculture.google.com/partner/national-museum-of-the-history-of-ukraine> (дата звернення: 16.08.2023).

14. Pomazan V., Tvoroshenko I., and Gorokhovatskiy V. (2023) Development of an application for recognizing emotions using convolutional neural networks, *International Journal of Academic Information Systems Research*, 7(7), pp. 25-36.

15. Gorokhovatskiy 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, May 21–25, 2019, pp. 501-512.

16. Гороховатский В.А. Структурный анализ и интеллектуальная обработка данных в компьютерном зрении: монография, Комп. СМИТ, 2014. 316 с.

17. Gorokhovatskyi, V., Peredrii, O., Tvoroshenko, I., Markov, T. (2023) Матриця відстаней для множини компонентів структурного опису як інструмент для створення класифікатора зображень. *Advanced Information Systems*, 7(1), С. 5-13.

18. Gadetska S., Gorokhovatskyi V., Stiahlyk N., Vlasenko N. (2022) Aggregate Parametric Representation of Image Structural Description in Statistical Classification Methods. In *CEUR Workshop Proceedings: Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2022)*, 3137, pp. 68-77.

19. Gorokhovatskyi, O., Peredrii, O., Gorokhovatskyi, V., Vlasenko, N. (2023) Explanation of CNN Image Classifiers with Hiding Parts. In: J. Benois-Pineau, R. Bourqui, D. Petkovic, G. Quenot (eds), *Explainable Deep Learning Artificial Intelligence*, pp. 125-146, Academic Press, 346 p.

20. Gorokhovatskyi V., Gadetska S., Stiahlyk N. (2020) Image structural classification technologies based on statistical analysis of descriptions in the form of bit descriptor set. In *CEUR Workshop Proceedings: Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2020)*, 2608, pp. 1027-1039.

21. Tvoroshenko I. S. and Tabashnyk V. A. (2018) Development of a spatial model of geoinformation support for people with disabilities in wheelchairs in Kharkiv. *Collection of scientific works of KhNUPS*, vol. 1, no. 55, pp. 122-128.

22. 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.

23. Гороховатський В., Творошенко І., Сидоренко Д. (2021) Класифікація зображень із використанням кластерного подання, Міжнародний науковий симпозіум «Інтелектуальні рішення-С». Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи). Теорія прийняття рішень: праці міжн. наук. симпозіуму (Вересень 29, 2021). Київ – Ужгород, С. 44-45.

24. Gorokhovatsky V.A. (2016) Efficient Estimation of Visual Object Relevance during Recognition through their Vector Descriptions. *Telecommunications and Radio Engineering*, Vol. 75, No. 14. pp. 1271-1283.

25. Yakovleva O., and Nikolaieva K. (2020) Research of descriptor based image normalization and comparative analysis of SURF, SIFT, BRISK, ORB, KAZE, AKAZE descriptors. *Advanced Information Systems*, 4 (4), pp. 89-101.

26. Kuchuk, H., Podorozhniak, A., Liubchenko, N., and Onishchenko, D. (2021) System of license plate recognition considering large camera shooting angles. *Radioelectronic and Computer Systems*, 4(100), pp. 82-91.