

СЕКЦІЯ «МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ»

Розумовський Микола, Ігор Крошний*

¹ аспірант кафедри КН, НЛТУ України, Львів, Україна.

<mailto:mykolarozumovskyy@nltu.edu.ua>.

² в.о. директора ННІ КНІТ НЛТУ України, Львів, Україна.

<https://orcid.org/0000-0003-0018-7998>. kroshny.igor@nltu.edu.ua.

Комплексне дослідження методів представлення форми для розпізнавання об'єктів

Анотація – У цьому дослідженні представлено аналіз методів представлення форм. Крім того, наведено таксономію стратегій представлення та опису форм. Метою цього дослідження є всебічний огляд сучасних досягнень, висвітлення недоліків та переваг різних існуючих методів представлення форм, вирішення актуальних дослідницьких питань та складних завдань у цій галузі досліджень. Дослідження вивчає застосування інформації про межі фігури та внутрішній зміст у різних областях, таких як пошук форм, класифікація форм та аналіз медичних зображень. Серед нововведень - систематична категоризація методів, вирішення поточних дослідницьких проблем, а також розуміння переваг і недоліків існуючих підходів до представлення фігур, що відкриває шлях для потенційних досягнень у цій галузі. Наприкінці обговорюється продуктивність існуючих методів для усунення недоліків і підвищення ефективності існуючих методів.

Ключові слова – Представлення форми - Розпізнавання об'єктів - Виділення ознак - Аналіз зображень – Огляд

Вступ. Ідентифікація порівнянних об'єктів на зображенні або серії відео відома як розпізнавання об'єктів у комп'ютерному зорі [1, 2]. Численні перешкоди, такі як зміни положення, оклюзії, масштабу, низька освітленість і обертання, роблять виявлення об'єктів за формою складним завданням [3, 4]. Для спрощення та підвищення точності розпізнавання об'єктів за формою та візуального відстеження було розроблено багато різних стратегій [5-6]. Однією з основних проблем ідентифікації об'єктів і найважливішим компонентом системи

є зіставлення [7-8]. Вимірювання, порівняння та верифікація даних зображень для точного розпізнавання є типовими завданнями [9, 10].

Представлено широке дослідження методів, які з'явилися протягом багатьох років, що дозволяє читачеві оцінити історичний розвиток цієї галузі. Крім того, критичний аналіз цих методів дозволяє виявити проблеми, на вирішення яких спрямоване дане дослідження. Серед численних методів, представлених у літературі, огляд зосереджується на статтях, опублікованих у високореєтингових рецензованих журналах, особливо наголошуючи на високоякісних споріднених методах.

Огляд методів представлення форм у цьому дослідженні пропонує широке дослідження методів, які розвивалися з часом, надаючи цінну інформацію про історичний розвиток цієї галузі [11]. Вивчаючи різні запропоновані підходи, читач отримує всебічне розуміння досягнень у сфері представлення форм. Цей критичний аналіз також висвітлює конкретні проблеми та виклики, на вирішення яких спрямоване це дослідження, таким чином визначаючи контекст цілей та внеску дослідження.

Надаючи пріоритет високоякісним, авторитетним джерелам, огляд має на меті забезпечити надійну оцінку найбільш актуальних і перспективних методів представлення форми [12]. Такий підхід гарантує, що дослідження ґрунтуються на добре відпрацьованих методологіях та останніх досягненнях у цій галузі що підвищує достовірність та надійність результатів дослідження.

Основним внеском цього дослідження є огляд декількох методів представлення форми для опису розпізнавання об'єктів на основі форми, а також критичний аналіз сучасних методологій представлення ознак на основі форми та обговорення їхніх переваг і недоліків.

Огляд методів представлення фігур.

Під представленням форми часто розуміють числові описи, що використовуються для визначення певної форми. Дана форма не може бути повністю відтворена за допомогою дескрипторів. Описи різних форм повинні бути достатньо відмінними, щоб забезпечити розпізнавання форми [3]. На рисунку 1 пока-

зано класифікацію методів представлення та опису форм. Відповідно до способу представлення форми використовуються глобальні та структурні методи [4].

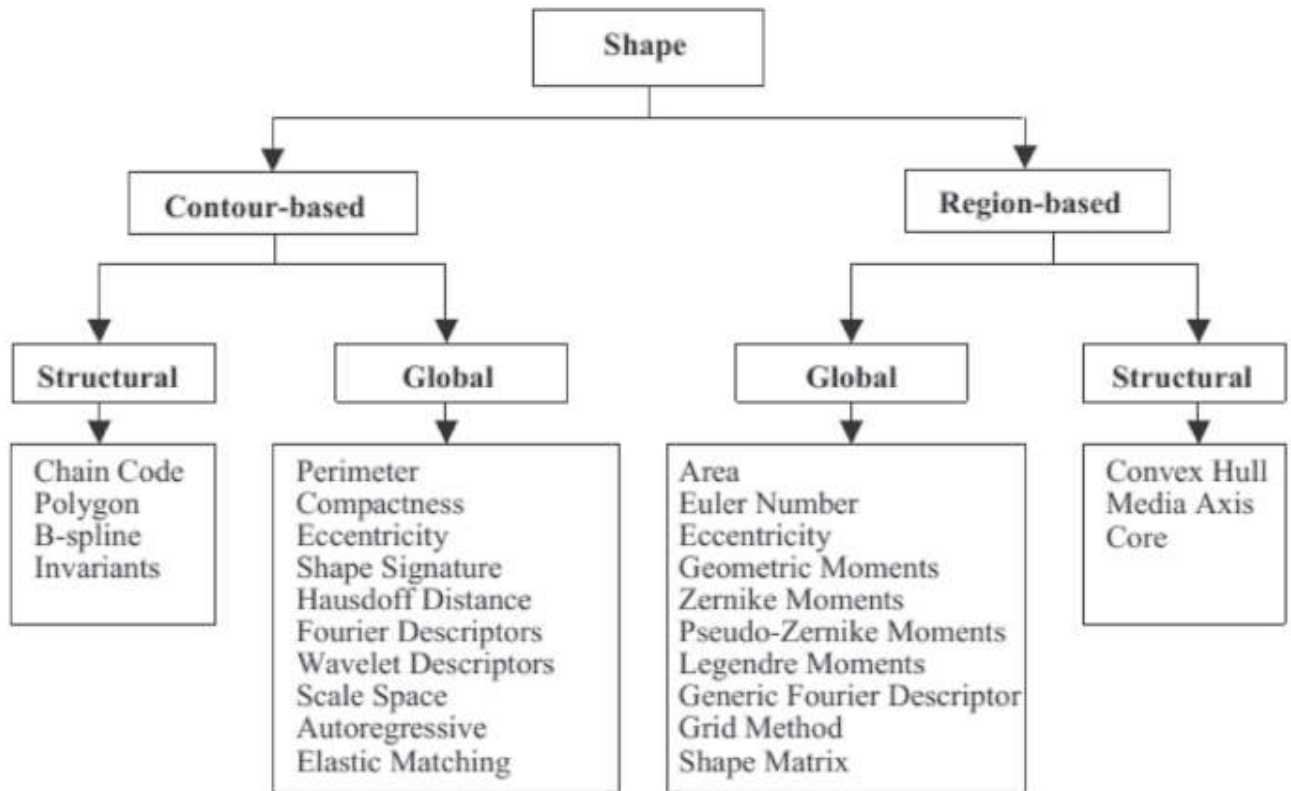


Рис. 1 Класифікація методів представлення та опису фігур [13].

$$\bar{U} = \begin{pmatrix} x_0 - x_B + y(p_0 - p_B) \\ x_1 - x_B + y(p_1 - p_B) \\ \vdots \\ x_H - x_B + y(p_H - p_B) \end{pmatrix}, \quad n = 0, 1, \dots, H-1 \quad (1)$$

де

$$x_B = \frac{1}{H} \sum_{n=0}^{H-1} x(n), \quad p_B = \frac{1}{H} \sum_{n=0}^{H-1} p(n) \quad (2)$$

Рис. 2 Перетворення Фур'є до комплексного вектора, створеного з координат границі фігури (x_n, y_n) , де $n = 0, 1, N-1$

Глобальні дескриптори форми на основі контурів. Це математичні алгоритми, що використовуються для представлення загальної форми об'єкта. Ці дескриптори базуються на контурах або обрисах об'єкта, і їх можна використовувати для порівняння та класифікації різних форм. Одним із прикладів глоба-

льного опису форми на основі контуру є дескриптор Фур'є. Цей метод використовує перетворення Фур'є для розкладання форми об'єкта на серію частот, які можна використати для генерування ознаки форми, що відображає загальну форму об'єкта [рис. 2]. Інші методи включають дескриптор центроїдального профілю, дескриптор контексту форми та дескриптор розподілу форми [13].

Структурно-контурні методи опису форми на основі контурів. Структурне представлення фігур є додатковим елементом сімейства аналізу фігур. За допомогою структурного методу фігури поділяються на граничні фрагменти, відомі як примітиви. Різні структурні методи використовують різні примітиви і по-різному організовують їх для представлення фігур. Методи граничної декомпозиції часто використовують полігональну апроксимацію [рис. 3], декомпозицію за кривизною, підбір кривої та ланцюгове кодування [рис. 4] [13].

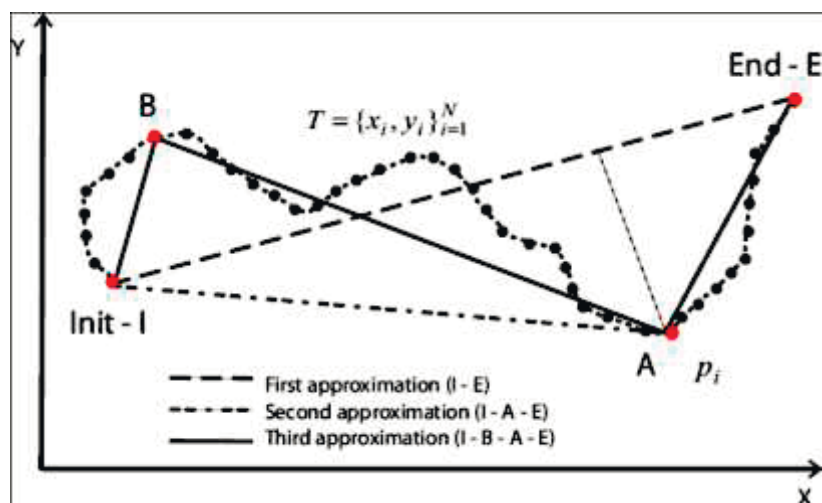


Рис. 3 Полігональна апроксимація з використанням ітераційного розбиття.

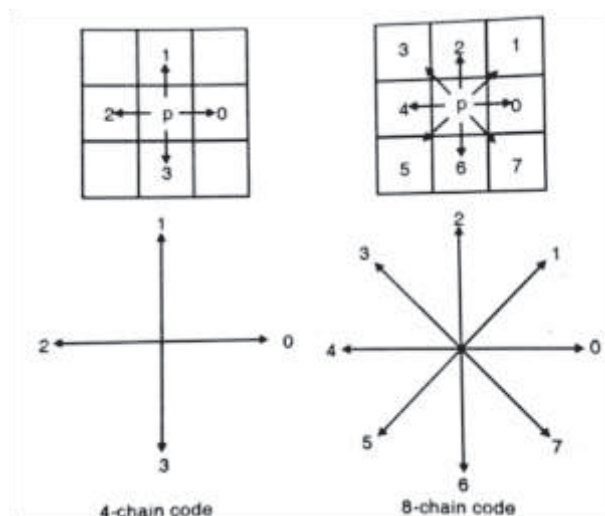


Рис. 4 Конвенція про напрямки ланцюгового коду

Глобальні дескриптори фігур на основі регіонів. Регіональні підходи враховують всі доступні пікселі в області фігури перед створенням представлення фігури, замість того, щоб просто використовувати інформацію про межі. Для опису фігури використовуються описи моментів. Методи, що базуються на регіонах, можна поділити на глобальні та структурні. Структурний метод передбачає сегментацію. Прикладами структурного підходу є медіальна вісь [рис. 5] та опукла оболонка [рис. 6], тоді як глобальний підхід включає матрицю форми та метод сітки [13].

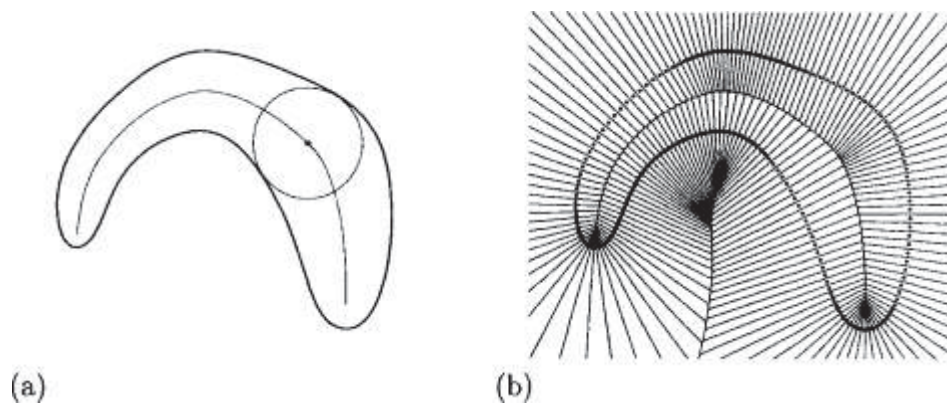


Рис. 5 Вилучення медіальної осі за діаграмою Вороного

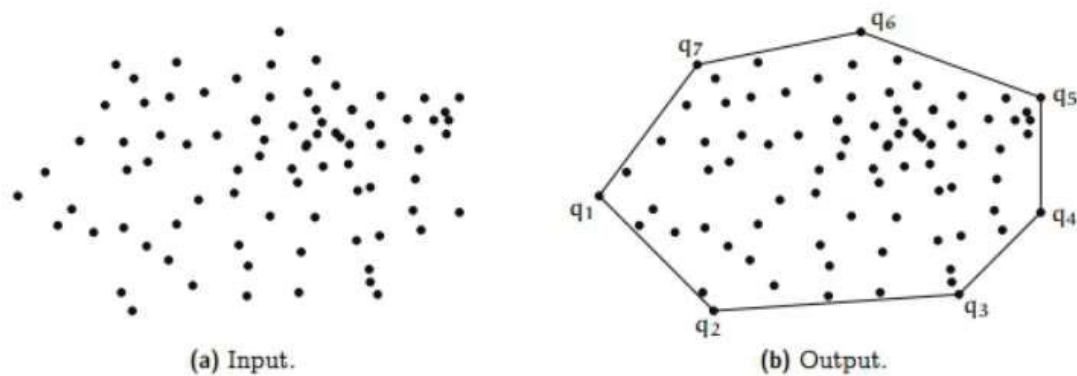


Рис. 6 Опукла оболонка — це мінімальний опуклий набір, що охоплює багатокутник

Результати та обговорення.

Обговорюються існуючі проблеми, пов'язані з дескрипторами, у наступному контексті.

Глобальні контурні дескриптори фігур, такі як дескриптори Фур'є та вейвлет-дескриптори, представляють фігуру за допомогою її граничного контуру.

Ці дескриптори чутливі до граничного шуму та варіацій орієнтації контуру, але вони обчислювально ефективні і підходять для простих форм. Проблеми з цими дескрипторами полягають у тому, що вони можуть не відображати внутрішню структуру фігури і можуть бути нестійкими до деформацій та оклюзій фігури.

Структурні контурні дескриптори фігур, такі як Ланцюговий код, Простір шкали кривизни і контекст форми (CSS), відображають внутрішню структуру фігури, кодуючи її контурну форму і просторові зв'язки між її частинами. Ці дескриптори не залежать від повороту та масштабу і стійкі до змін форми, але вони можуть вимагати більше обчислювальних ресурсів, ніж глобальні контурні дескриптори.

Глобальні регіональні дескриптори форми, такі як моменти Ну та моменти Зерніке, представляють форму в цілому, обчислюючи особливості розподілу інтенсивності або перетворення відстані. Ці дескриптори є стійкими до деформацій форми та оклюзій, але можуть не відображати внутрішню структуру форми і можуть бути чутливими до шуму [14].

Висновок. У цьому дослідженні представлено аналіз технік зображення форми. Крім того, представлено класифікацію методів представлення та опису фігур. Метою цього дослідження є всебічний огляд поточних досягнень, висвітлення слабких та сильних сторін різних існуючих методів представлення фігур, вирішення актуальних дослідницьких питань та складних завдань. Для усунення недоліків та підвищення ефективності існуючих методів обговорюється їхня продуктивність. Оцінка ефективності існуючих методів дає уявлення про їхні недоліки та ефективність, сприяючи кращому розумінню найсучасніших методик. Однак це дослідження має певні обмеження. Дослідження могло зосередитися на певній підгрупі методів представлення фігур, потенційно залишивши поза увагою інші відповідні підходи. Крім того, оцінка ефективності могла бути обмежена певними наборами даних і сценаріями, що могло вплинути на узагальнюваність висновків. Для подолання цих обмежень і прокладання шляху для досліджень можна розглянути два напрямки. По-перше, застосування відтворення форми до таких популярних додатків, як пошук зображень і

розпізнавання знаків, на основі адресних ознак дескрипторів, заснованих на формі, може забезпечити практичне розуміння і застосування в реальному світі. По-друге, дослідження поєднання підходів на основі форм і глибокого навчання для надійного розпізнавання об'єктів може запропонувати інноваційні та перспективні шляхи для підвищення точності та ефективності систем розпізнавання об'єктів. Вивчаючи ці напрямки, дослідники можуть і надалі розвивати сферу представлення форм і сприяти її ширшому застосуванню в різних галузях.

Список використаних джерел.

- [1] M. Ang, E. Sundararajan, K. Ng, A. Aghamohammadi, T. Lim, Investigation of threading building blocks framework on real time visual object tracking algorithm. *Appl. Mech. Mater.* 666, 240–244 (2014)
- [2] E. Che, J. Jung, M.J. Olsen, Object recognition, segmentation, and classification of mobile laser scanning point clouds: a state of the art review. *Sensors* 19(4), 810 (2019)
- [3] A.R. Shahid, S. Khan, H. Yan, Contour and region harmonic features for sub-local facial expression recognition. *J. Vis. Commun. Image Represent.* 73, 102949 (2020)
- [4] E. Adil, M. Mikou, A. Mouhsen, A novel algorithm for distance measurement using stereo camera. *CAAI Trans. Intell. Technol.* 7(2), 177–186 (2022)
- [5] M. Mogharrebi, M.C. Ang, A.S. Prabuwno, A. Aghamohammadi, K.W. Ng, Retrieval system for patent images. *Procedia Technol.* 11, 912–918 (2013)
- [6] H. Zhu, M. Xue, Y. Wang, G. Yuan, X. Li, Fast visual tracking with siamese oriented region proposal network. *IEEE Signal Process. Lett.* 29, 1437–1441 (2022)
- [7] M.N. Patel, P. Tandel, A survey on feature extraction techniques for shape based object recognition. *Int. J. Comput. Appl.* 137(6), 16–20 (2016)
- [8] W. Li, Y. Wang, Y. Su, X. Li, A. Liu, Y. Zhang, Multi-scale finegrained alignments for image and sentence matching. *IEEE Trans. Multimed.* 25, 543–556 (2021)

- [9] Q. Li, D. Song, C. Yuan, W. Nie, An image recognition method for the deformation area of open-pit rock slopes under variable rainfall. Measurement 188, 110544 (2022)
- [10] J. Zhang, C. Zhu, L. Zheng, K. Xu, ROSEFusion: random optimization for online dense reconstruction under fast camera motion. ACM Trans. Graph. (TOG) 40(4), 1–17 (2021)
- [11] X. Jin, Y. Wu, Y. Xu, C. Sun, Research on image sentiment analysis technology based on sparse representation. CAAI Trans. Intell. Technol. 7(3), 354–368 (2022)
- [12] S. Oslund, C. Washington, A. So, T. Chen, H. Ji, Multiview robust adversarial stickers for arbitrary objects in the physical world. J. Comput. Cognit. Eng. 1(4), 152–158 (2022)
- [13] D. Zhang, G. Lu, Review of shape representation and description techniques. Pattern Recogn. 37(1), 1–19 (2004)
- [14] M. Zheng, K. Zhi, J. Zeng, C. Tian, L. You, A hybrid CNN for image denoising. J. Artif. Int. Technol. 2(3), 93–99 (2022)

Олексій Богіцой, Михайло Паславський*

магістрант кафедри КН, НЛТУ України, Львів, Україна.

* асистент кафедри КН, НЛТУ України, Львів, Україна.

Розроблення інформаційної системи управління логістикою фармацевтичного складу

Абстракт - Одним з основних факторів розвитку фармацевтичного ринку є динамічне та ефективне функціонування оптової ланки в поставках фармацевтичної продукції. Це обумовлено тим, що ключовим проміжним зв'язком між виробниками і роздрібними структурами на цьому ринку виступають дистриб'юторські організації. Розвиток дистриб'юторського сегменту в системі товарообороту лікарських препаратів визначає рівні оптово-роздрібної торгівлі, що формує мережеву структуру поставок фармацевтичної продукції на споживчий ринок. Посилення конкуренції, перехід фармацевтичних виробників на систему прямої доставки препаратів для аптечних мереж, скорочення кількості ре-