METHODS OF SOLVING COMPLEX PROBLEMS IN SCIENCE

Proceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference

Prague, Czech Republic
April 25 – 28, 2023

104.	Alibayli O. CYBER SECURITY SOLUTIONS	470
105.	Kerimov O.I. THE ROLE OF MODERN INFORMATION SYSTEMS IN IMPROVING THE PROCESS OF BANK MANAGEMENT	476
106.	Rashidli B. CYBERSECURITY COMPLIANCE AND REGULATIONS: OPPORTUNITIES AND THREATS TO BUSINESSES	481
107.	Rustamova I. IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE MANAGEMENT OF STAFF	485
108.	Huseynzade S.R. GRAPHICAL REPRESENTATION OF A LINEAR REGRESSION MODEL USING FINANCIAL ASSETS IN SPSS	489
109.	Yuzbashli M. MODERN METHODS OF PENETRATION TESTING OF WEB APPLICATIONS	494
110.	Zenkin M., Khakhuda M. RESEARCH OF KNIFE MECHANISMS OF HIGH-SPEED CUTTING KNIVES	499
111.	Азаров С.І., Малахов С.В., Мелкозьорова О.М. АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ТА ФУНКЦІЇ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ АЛГОРИТМУ АВТОМАТИЗОВАНОЇ КОМПІЛЯЦІЇ ПОВЕДІНКОВОГО ПРОФІЛЮ МЕРЕЖЕВИХ КОРИСТУВАЧІВ	504
112.	Бәзіл Г.Д., Алдоңғар Қ. ЖЫЛУ ТҰТЫНУДЫ РЕТТЕУДІҢ ӘРТҮРЛІ ӘДІСТЕРІМЕН ҒИМАРАТТАРДЫ ЖЫЛУМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕСІНІҢ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІ	510
113.	Карпушин Д. ГУРТОВИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖ	520
114.	Кашкевич С.О., Кузьменко О.М., Стасюк Т.О. ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В СУЧАСНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ	525

ГУРТОВИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖ

Карпушин Дмитро,
аспірант кафедри інформатики
Харківський національний університет радіоелектроніки

Сьогодні визначним для науки про дані є вивчення адаптаційних властивостей і характеристик нейронних мереж стосовно їх навчання і впровадження в задачах класифікації зображень за множиною дескрипторів ключових точок (КТ), де аналізовані дані мають фактично необмежене різноманіття [1–12]. Цінним є також дослідження ефективності схем навчання мереж, які враховують ступінь близькості елементів різних класів у побудованому просторі ознак.

Ансамбль використовує кілька нейромереж, кожна з яких навчається на різних вибірках даних. Коли всі нейромережі навчені, центри кластерів використовуються для формування фінальної моделі [2, 13–18]. Процес зведення кількох моделей у одну дозволяє отримати кращу точність класифікації, ніж будь-яка із окремих моделей. Одна з головних переваг ансамблю – він може бути використаний з будь-якими алгоритмами машинного навчання [2–4, 7, 17–23]. Крім того, ансамбль може зменшити вплив шуму в даних і допомогти уникнути перенавчання моделі.

Імплементація мереж Кохонена у процес класифікації дає можливість універсально і з успіхом налаштовуватися на довільні набори візуальних даних. Основною задачею навчання мережі є налагодження класифікатора у плані формування системи центрів для еталонів, ефективне використання еталонної інформації з метою забезпечення високої результативності класифікації [11, 24].

Мережа Кохонена здатна не тільки розпізнавати кластери в даних, а також встановлювати близькість класів. Це поліпшує розуміння структури аналізованих даних для удосконалення нейромережевої моделі з корегуванням правила класифікації об’єктів. Мережу Кохонена, як правило, використовують у задачах класифікації, де класи вже задані [17].

Метою навчання мережі при класифікації за множиною дескрипторів КТ є формування системи центрів на множині дескрипторів бази еталонів. Процедура навчання складається з наступних етапів.

1. Ініціювати вагові коефіцієнти $M = \{m_j\}_{j=1}^{J}$ для кожного нейрона в мережі.

2. Вибрати вхідний зразок $z \in Z$ для подальшої обробки.

3. Обчислити відстань $q_j = \rho(z, m_j)$ між вхідним зразком та ваговими коефіцієнтами кожного нейрона в мережі.

4. Обрати нейрон мережі з найбільш близькою вагою до вхідного зразка.

5. Оновити вагові коефіцієнти для вибраного нейрона та його сусідів (як правило, за допомогою гаусової функції на основі відстані до вибраного нейрона).

6. Повторювати етапи 2–5 для усієї множини дескрипторів або до досягнення збіжності вагових коефіцієнтів.

7. Результатом роботи мережі є групування вхідних багатовимірних векторів (дескрипторів) з побудовою сформованих нейронів.

У результаті навчання отримуємо систему центрів, яка адаптована для розпізнавання довільних структурних описів на підставі навчальної вибірки бази еталонів. Якість класифікації залежить від результатів навчання системи і від наявного набору структурних описів навчальної вибірки.

Ефективність класифікації візуальних об’єктів за набором дескрипторів КТ із використанням мережі Кохонена безпосередньо залежить від таких фундаментальних взаємопов’язаних факторів: база даних як множина дескрипторів, простір даних для навчання, застосовані методи попередньої обробки (метод формування дескрипторів чи початковий вибір центрів), метрика для зіставлення дескрипторів, розмір кортежу адаптованих у ході навчання нейронів [23–27].

Критерієм для оцінювання якості класифікації (значення помилки) виберемо величину, що підраховує частку елементів навчальної вибірки, що за результатом класифікації потрапили «не в свої» класи [4, 11, 19]. Задамо критерій як

$$\beta = \sum_{j=1}^{J} (s_j - a_j) / s, \qquad (1)$$

де a_j – число ознак із s_j в описі Z^j, віднесених у процесі до класу j.

Значення β відображає рівень помилкових рішень при класифікації. Чим ближче β до нуля, тим вище досягнуто якість класифікації на навчальній вибірці.

Застосовують три базових варіанти побудови класифікатора, що відрізняються числом нейронів, які модифікуються в процесі навчання [3, 19]:

– налаштовується тільки нейрон-переможець;

– модифікуються три нейрона, найближчі по відстані до нейрона-переможця;

– модифікується повна мережа нейронів відповідно до відстані до нейрона-переможця.

Основне призначення функціоналу нейромереж – узагальнення системи ознак для класифікації [19]. Це стосується і згорткових нейромереж, де цілеспрямованим обробленням комп’ютерного аналізу зображень досягається суттєве скорочення числа параметрів мережевої моделі задля зменшення вимог до мережі.

Для покращення продуктивності класифікації можна застосувати ансамблеву схему (рис. 1) аналогічно архітектурі такої мережі для задач кластеризації [2].

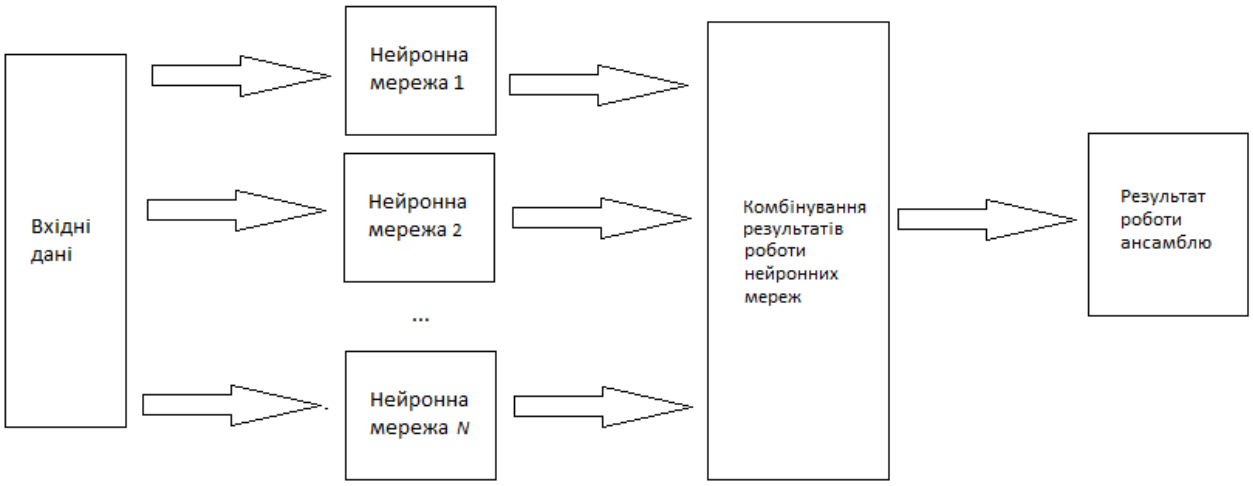

Рисунок 1 – Архітектура роботи ансамблю мереж

Для формування компонентів ансамблю потрібні кроки: генерація, вибір, комбінування результатів [2]. Для генерації компонентів необхідний фактор різноманітності, щоб забезпечити різне узагальнення для кожної мережі. Цього можна досягти випадковою ініціалізацією ваг для кожної компоненти, зміни архітектури мережі, алгоритму навчання, вибірки даних та інших методів [2, 4].

На етапі комбінування результатів ансамблю використовують беггінг та бустінг [5, 28–30]. Беггінг покращує точність, зменшує похибки та ефект «перенавчання». Його можна використовувати для довільних видів моделей. Бустінг реалізує послідовну композицію алгоритмів навчання, в котрій кожен алгоритм має компенсувати помилки, допущені попередніми алгоритмами. Переваги бустінгу – універсальність, гнучкість та висока продуктивність.

Список літератури:

1. Карпушин Д. Ансамблеві методи у структурному розпізнаванні зображень. Multidisciplinary scientific notes. Theory, history and practice. Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference, Edmonton, Canada, 2022, 679-683.

2. Hu, Zh., Bodyanskiy, Ye., Tyshchenko, O. A deep cascade neural network based on extended neo-fuzzy neurons and its adaptive learning algorithm. In: IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), Kyiv, Ukraine, 29 May–2 June, 2017, 801–805.

3. Kohonen, T., (2001), Self-Organizing Maps, Physica-Verlag Heidelberg.

4. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. М., Финансы и статистика, 2002, 344 с.

5. 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.

6. Гороховатский В.А., Передрий Е.О. (2009) Корреляционные методы распознавания изображений путем голосования систем фрагментов. Радіоелектроніка, інформатика, управління, №1 (20), с.74–81.

7. Gorokhovatskyi V.A., Zamula A.A. (2016) Employment of Intelligent Technologies in Multiparametric Control Systems. Telecommunications and Radio Engineering. Vol. 75, No 19, p. 1775–1785.

8. Gorokhovatskyi, V., Stiahlyk, N., Tsarevska, V. (2021). Combination method of accelerated metric data search in image classification problems. Advanced Information Systems, 5 (3), pp. 5–12.

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

10. Гороховатський, В.О., Творошенко,І.С., Чмутов, Ю.В. Застосування систем ортогональних функцій для формування простору ознак у методах класифікації зображень. Сучасні інформаційні системи, 2022, т. 6, №3, с. 5–12.

11. Гороховатський В.О., Творошенко І.С. Аналіз багатовимірних даних за описом у формі множини компонент, моногр., Харків, ХНУРЕ, 2022, 124с.

12. 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, May 21–25, 2019, pp. 501-512.

13. 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.

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

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

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

17. Гороховатський В., Творошенко І., Сидоренко Д. (2021) Класифікація зображень із використанням кластерного подання, Міжн. наук. симп. «Інтелект. рішення-С», Обчислювальний інтелект, (вересень 29, 2021), Київ – Ужгород, с. 44-45.

18. Гороховатський, В.О., Гадецька, С.В. Статистичне оброблення та аналіз даних у структурних методах класифікації зображень (монографія), Харків, ФОП Панов А.Н., 2020, 128 с.

19. Gorokhovatskyi V., and Tvoroshenko I. (2020) Image Classification Based on the Kohonen Network and the Data Space Modification. In CEUR Workshop Proceedings: Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2020). 2608. pp. 1013-1026.

20. 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.

21. Gorokhovatskiy, V.A. Compression of Descriptions in the Structural Image Recognition. Telecommunications and Radio Engineering. – 2011, Vol. 70, No 15. – P. 1363–1371.

22. Gadetska, S.V., Gorokhovatskyi, V. O., Stiahlyk, N. I., Vlasenko, N.V. 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, 2021, №4, pp. 58-68.

23. Gorokhovatsky, V.O. and Gadetska, S.V. (2019) Determination of Relevance of Visual Object Images by Application of Statistical Analysis of Regarding Fragment Representation of their Descriptions, Telecommunications and Radio Engineering, 78 (3), pp. 211–220.

24. Gorokhovatskyi V.A. (2018) Image Classification Methods in the Space of Descriptions in the Form of a Set of the Key Point Descriptors. Telecommunications and Radio Engineering, 77 (9), pp. 787-797.

25. 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, 93–98.

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

27. 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.

28. 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.

29. M. Sonka, V. Hlavac, and R. Boyle. Image Processing, Analysis and Machine Vision, Atlanta, Georgia, USA, Thomson-Engineering, 2014.

30. Bauer, E. and Kohavi, R. An Empirical Comparison of Voting Classification Algorithms: Bagging, Boosting, and Variants. Machine Learning, 1998, VV., pp. 1-38.