

Застосування генеративно-змагальних мереж для ідентифікації підписів

Ігор Ярошенко

завідувач сектору, в. о. завідувача лабораторії криміналістичних досліджень, ННЦ «ІСЕ ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса» Мін'юсту України, м. Харків, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5422-776X>

Обґрунтовано застосування генеративно-змагальних мереж, зокрема спеціалізованої мережі SIGAN для проведення ідентифікаційних досліджень рукописних підписів із високим рівнем результативності та достовірності.

Ключові слова: генеративно-змагальні мережі; ідентифікаційні дослідження; почеркознавча експертиза; рукописний підпис.

Application of Generative-Competitive Networks for Signature Identification

Ihor Yaroshenko

The paper substantiates the use of generative-competitive networks, particularly the specialized SIGAN network, for conducting identification studies of handwritten signatures with a high level of performance and reliability.

Keywords: generative-competitive networks; identification studies; forensic handwriting examination; handwritten signature.

Ідентифікація підпису має пріоритетне значення у кримінальних провадженнях і належить до основних завдань судової почеркознавчої експертизи. Основним способом визначення комплексу ознак є порівняльний аналіз особливостей структури досліджуваного зразка підпису із наданими зразками підписів конкретних осіб. Це потребує значних витрат часу, особливо за наявності значної кількості об'єктів досліджень.

Із розвитком комп'ютерних технологій процес ідентифікації підпису може бути суттєво прискорений зі збереженням високого показника

результативності отриманих даних та ступеня достовірності їх.

Більшість комп'ютерних технологій ґрунтується на методах вилучення ознак особливостей почерку, їх класифікації та створення бази даних для подальшого порівняння. Найбільш розповсюджені методи вилучення ознак застосовують перетворення Фур'є й автокореляцію, гістограму діапазонів, методи довжини серії, метод аналізу незалежних компонент, метод розкладання багатоканального фільтра Габора тощо [1—3]. Зазначені методи ґрунтуються на первинному визначенні

комплексу ознак, проте цей процес не має стандартної основи й процедури їх вилучення, що призводить до недостатньої точності та достовірності отриманих результатів досліджень.

Із розвитком машинного навчання було розроблено метод дослідження почерку на основі глибокої згортової нейронної мережі [2]. Вона дає змогу автоматично дослідити характеристики й особливості зразка почерку або підпису, що суттєво підвищує точність ідентифікації й достовірність результатів порівняльних досліджень.

Для ідентифікації підписів можуть бути також застосовані репрезентативні методи, які ґрунтуються на інформаційній ентропії, методі ідентифікації за ланцюжком Феррімана, алгоритмі розпізнавання почерку на основі LBP та машинного навчання [4—6].

Окремо слід відзначити метод ідентифікації на основі генеративно-змагальних мереж, а саме на основі спеціалізованої мережі SIGAN, яку було розроблено винятково для реалізації ідентифікації підписів [2]. Експериментальні результати виявили, що алгоритм SIGAN дає змогу досягти найбільшої результативності у процесі ідентифікації почерку в порівнянні з традиційними методами. До того ж точність та достовірність отриманих даних суттєво перевищують ці показники суб'єктивного порівняльного дослідження.

Генеративно-змагальна мережа SIGAN є моделлю машинного (гли-

бинного) навчання. Вона містить два модулі: моделі генерації даних (G) і дискримінантної моделі (D) для оцінювання справжньої та хибної вірогідності згенерованих зразків. У процесі навчання метою модуля G є необхідність згенерувати реалістичні зразки, для того щоб увести в оману модуль D, в той час як метою модуля D — максимально відокремити згенеровані G-зразки від реальних. У такий спосіб модулі G і D утворюють взаємний «ігровий» процес, а його оптимізація означеною мережею є задачею «мінімаксної» гри. Результатом постійного порівняльного аналізу є мінімізація похибки ідентифікації зразків шляхом безперервної ітерації.

Алгоритм самостійно аналізує дані та здійснює перебір варіантів збігу ознак, які були вибрані для порівняння, з метою визначення їх тожності. Кожний етап порівняння супроводжується оцінюванням погрішності, у разі досягнення її мінімального значення вважається, що мета порівняння досягнута. У такий спосіб здійснюється процес вибору оптимальних параметрів. Точність ідентифікаційної моделі суттєво поліпшується зі збільшенням вихідних навчальних зразків.

Отже, метод ідентифікації рукописних підписів із застосуванням генеративно-змагальних мереж, зокрема, і мережі SIGAN, може суттєво підвищити рівень результативності судових почеркознавчих досліджень і скоротити терміни їх проведення. Однак залишаються певні питання щодо

спроможності генеративно-змагальних мереж ідентифікувати підписи із незначною кількістю зразків, які можуть бути застосовані для її «навчання».

Перелік джерел посилання

1. Lemos N., Shah K., Rade R., Shah D. Personality Prediction based on Handwriting using Machine Learning. *International Conference on Computational Techniques, Electronics and Mechanical Systems (CTEMS)*. 2018. Pp. 110—113. DOI: 10.1109/CTEMS.2018.8769221 (дата звернення: 16.10.2024).
2. Wang S., Jia S. Signature handwriting identification based on generative adversarial networks. *Journal of Physics: Conference Series*. 2019. 1187(4):042047. DOI:10.1088/1742-6596/1187/4/042047 (дата звернення: 16.10.2024).
3. Durou A., Al-Maadeed S., Aref I., Bouridane A., Elbendak M. A. Comparative Study of Machine Learning Approaches for Handwriter Identification. *12th International Conference on Global Security, Safety and Sustainability (ICGS3)*. 2019. Pp. 206—212. DOI: 10.1109/ICGS3.2019.8688032 (дата звернення: 16.10.2024).
4. Hongge W. and Shi P. Research on signature recognition of static handwritten Chinese character based on information entropy J. *Computer Applications and Software*. 2013. Vol. 30 (1). Pp. 99—102.
5. Nasien D. Freeman chain code (fcc) representation in signature fraud detection based on nearest neighbour and artificial neural network (ann) classifiers J. *Computer Science Journals*. 2014. Vol. 21(1).
6. Xiaoqing M. and Qinbing S. Handwritten signature recognition algorithm based on LBP and deep learning J. *Chinese journal of quantum electronics*. 2017. Vol. 34(1). Pp. 23—31.