

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У РОЗРІЗІ СУДОВОЇ МЕДИЦИНИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Гунас І.В.¹, Бачинський В.Т.², Попадинець О.Г.³, Кіндратів Е.О.,³ Козовий Р.В.³

¹Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, м. Вінниця, Україна

²Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

³Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна

Резюме. Відомо, що судово-медичним експертам у своїй роботі доводиться опрацювати та давати оцінку великій кількості інформації, що може належати до різних типів даних – протоколи огляду місця події, фотоматеріали, макроскопічні дані, отримані в ході розтину трупа, результати лабораторних досліджень, записи в медичних документах тощо. Усі отримані дані слід вивчити, систематизувати за категоріями й оцінити згідно з міжнародними стандартами.

Мета роботи. Аналіз можливостей та обмежень застосування штучних нейронних мереж у судово-медичній практиці.

Висновки. Сучасні комп'ютерні технології штучного інтелекту (штучні нейронні мережі) можуть допомогти в опрацюванні судово-медичних даних, що зі свого боку зведе до мінімуму ймовірність виникнення помилок при складанні експертних висновків. Алгоритми, що використовуються в штучних нейронних мережах, у результаті опрацювання різних видів вхідних даних можуть спрямовувати їх до результуючих категоризованих виходів і структурувати. Структура штучних нейронних мереж дозволяє використовувати їх при проведенні судово-медичної ідентифікації невідомої особи, у такий спосіб виключаючи помилки, що можуть бути здійснені фахівцем, відповідно підвищуючи результативність таких експертиз.

Ключові слова: штучні нейронні мережі, штучний інтелект, судова медицина, ідентифікація особи.

Вступ. Останнім часом все більше дослідників використовують елементи штучного інтелекту у своїй практиці. [1,2] Існують дискусії відносно того, чи зможе машинний інтелект замінити фахівців з галузі медицини. [3] Наукова спільнота погоджується, що найближчим часом цього не станеться, але штучний інтелект зможе допомогти лікарям приймати якісніші рішення або навіть частково витіснити людські судження в певних вузьких галузях. Зростання кількості даних, що можуть бути використані в медичній практиці, а також аналітичних методів для їх опрацювання дозволяє навести успішні приклади застосування штучного інтелекту в медицині. [4-6] Дані алгоритми застосовуються в галузях, як-от кардіологія, дерматологія, імунологія, онкологія, стоматологія, генетика тощо. [1-8] Елементи штучного інтелекту також починають використовувати в судовій медицині. [9-11]

Мета роботи. Аналіз можливостей та обмежень застосування штучних нейронних мереж у судово-медичній практиці.

Штучна нейронна мережа (Artificial neural network (ANN)) – це математична модель, що за своєю структурою схожа на нервову систему людини. Так само, як і людина, ANN може навчатися й узагальнювати знання. Саме тому ANN відносять до штучного інтелекту. ANN надзвичайно широко застосовуються в усіх галузях науки та техніки, і навіть Ви щодня користуєтеся ними, коли гортаєте Facebook чи шукаєте інформацію в Google. Існують багато різновидів ANN, що концентрують свою увагу на вирішенні певних типів задач. [12]

Загалом ANN являє собою систему з'єднаних і взаємодіючих між собою процесорів (нейронів). Нейрон (базовий елемент ANN) – це простий обчислювальний процесор, що може сприймати, обробляти та передавати інформацію. При об'єднанні великої кількості нейронів у одну мережу система може розв'язувати нетривіальні задачі.

Нейрони в ANN поєднуються в шари: вхідний (сукупність нейронів, що приймають інформацію), n прихованих шарів (сукупність нейронів, що обробляють інформацію), вихідний (нейрони якого виводять результат).

Під час роботи нейрони оперують числами. Зазвичай ці числа знаходяться в діапазоні [0,1] або [-1,1]. У кожного нейрона існують два параметри: inputdata й outputdata. У поле inputdata заноситься сумарна інформація з усіх нейронів попереднього шару. Після отримання даних інформація нормалізується за допомогою функції активації $f(x)$, після чого потрапляє в поле outputdata. Варто зазначити, що для вхідного шару нейронів вхідна інформація рівна вихідній (input=output).

Усі нейрони об'єднуються в мережу за допомогою синапсів. Синапс – це зв'язок між двома нейронами, що характеризується weight of synapse. [13] Завдяки вазі синапса вхідна інформація змінюється при передачі від одного нейрона до іншого. При обробці вхідних даних буде отриманий результат, в якому найважливішу роль зіграє синапс з найбільшою вагою. Сукупність усіх ваг синапсів нейронів дозволяє системі приймати рішення. Залежно від складності завдання кількість нейронів і шарів може сильно змінюватися.

Іншим важливим елементом нейромережі є функція активації (activation functions), що нормалізує вхідні дані (тобто функція, що дозволяє інтерпретувати дані у вигляді чисел, що належать діапазону [0,1]). [14] У функції активації для визначення вихідних даних загальна сума вхідних даних і вагових коефіцієнтів порівнюється з деяким порогом. Якщо сума є більшою за порогове значення, то елемент обробки генерує сигнал, в іншому випадку сигнал не генерується (або генерується гальмівний сигнал). [15] Найчастіше на практиці використовується сигмоїдна функція (рис. 1). Важливою рисою сигмоїд є неперервність функцій і їхніх похідних.

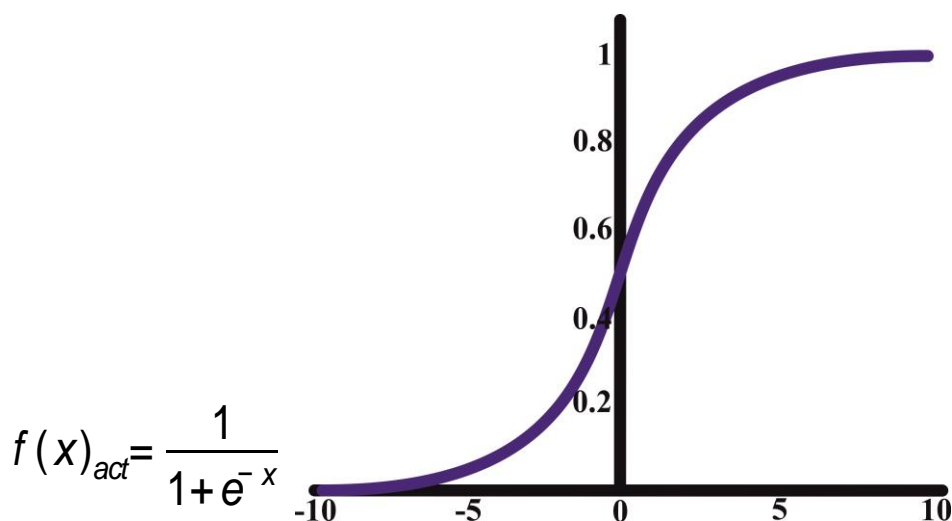


Рис. 1. Нелінійна функція активації, що наближує мінімальне та максимальне значення в асимптотах.

Для того, щоб ANN могла працювати, її потрібно спочатку навчати. Навчання зазвичай відбувається на базах даних з відповідними вхідними та результуючими даними (табл. 1). База даних складається з уже відомих випадків і висновків до них. Дані можуть бути числовими та нечисловими. У випадку використання нечислових даних їх потрібно структурувати за певними категоріями.

Таблиця 1

Приклад таблиці з вхідними даними для навчання Artificial neural network

N	Дані				Результат
1	Дані ₁₁	Дані ₁₂	...	Дані _{1i}	Результат ₁
2	Дані ₂₁	Дані ₂₂	...	Дані _{2i}	Результат ₁
3	Дані ₃₁	Дані ₃₂	...	Дані _{3i}	Результат ₂
...
J	Дані _{j1}	Дані _{j2}	...	Дані _{ji}	Результат ₁

Примітка. Порядковий номер відповідає певній особі; Дані_{ji} – дані, зафіксовані в конкретному випадку та згруповані за відповідними категоріями.

Наповнення таблиці можна проілюструвати на прикладі ідентифікації расової приналежності невідомої особи чоловічої статі (табл. 2).

Таблиця 2

Приклад наповнення таблиці даними для ідентифікації расової приналежності невідомої особи чоловічої статі

N	Колір шкіри	Колір очей	Колір волосся	...	Зріст	Result
1	Жовтий	Карі	Чорне	...	167	Азіат
2	Білий	Блакитні	Русяве	...	178	Європеоїд
3	Жовтий	Карі	Чорне	...	175	Азіат
4	Білий	Карі	Чорне	...	180	Європеоїд
..	
J	Жовтий	Карі	Чорне	...	174	Азіат

Потужність сучасних комп'ютерів дозволяє опрацьовувати достатньо складні завдання навіть на неспеціалізованих апаратах. Експерти можуть створювати і навчати ANN на звичайних комп'ютерах, використовуючи загальнодоступне програмне забезпечення. Існує велика кількість програмних пакетів для роботи з ANN [16]. Більшість з них орієнтована на досвідченого користувача, який володіє навиками програмування.

У своїй практиці судово-медичний експерт стикається з великою кількістю завдань різної складності. Деякі з них можуть бути полегшені використанням штучного інтелекту.

Генетична ідентифікація є одним з основних сучасних методів аналізу в судовій медицині. Дослідження електроферограм (Electropherograms) у криміналістичних ДНК-лабораторіях проводяться у величезній кількості. Для правильної інтерпретації отриманих даних повинні залучатися фахівці-генетики. [17]

У працях окремих авторів представлені дані щодо використання ANN для ідентифікації та класифікації піків на електроферограмі. [17, 18] Дослідники зазначають, що процес інтерпретації електроферограм може бути трудомістким і залежить від суб'єктивної оцінки аналітика. У роботах показана можливість використання штучних нейронних мереж для читання складних і змішаних електроферетичних даних. Отже, застосування ANN може спростити опрацювання та підвищити точність ДНК-дослідження.

Деякі автори показали можливість визначення віку донора за відновленим біологічним матеріалом, використовуючи методи ДНК-аналізу й ANN. [19] Дана інформація може мати істотну цінність у судових розслідуваннях. Дослідники стверджують, що старіння є складним процесом, що пов'язаний з різними молекулярними модифікаціями в клітинах, що накопичуються протягом життя людини та спричинені генетичними й епігенетичними чинниками. Для того, щоб генерувати точну модель для прогнозування хронологічного віку, автори застосовували віково-специфічні ДНК-моделі метилування з використанням даних із цільної крові. У результаті опрацювання даних за допомогою ANN вдалося досягти хорошого результату прогнозування з похибкою 4 роки на сліпому тесті.

Ще одним з можливих застосувань ANN у судовій медицині, а саме судово-медичній криміналістиці, є встановлення подібності куль, вистріляних з вогнепальної зброї. В одному з досліджень показано, як ANN може використовуватися в дослідженні трас на кулі. [20] У наведеній роботі ANN навчалася на відомих базах даних, а потім проводила опрацювання невідомих куль. У результаті мережа показувала дуже хороші результати зіставлення на тестовій вибірці.

Часто в практиці зустрічаються випадки, коли досить складно встановити наявність прямих причинно-наслідкових зв'язків між захворюваннями та настанням смерті, особливо при частковій чи повній відсутності медичних документів у особи. В одній з робіт автори використали ANN для класифікації причин смерті (use an artificial neural networks for classifying cause of death from autopsy). [21] Ефективність моделей ANN порівнювалася з двома іншими методами класифікації (огляд лікаря та логістична регресія), що були протестовані на тій самій

вибірці з тими ж даними аутопсії. У результаті порівняння моделі штучних нейронних мереж були настільки ж точними, як інші використані методи.

ANN також можуть бути успішно застосовані в лабораторних аналізах хімічних речовин. У роботі показана можливість застосування ANN у судово-медичній токсикології. I. Tetko та співавт. [22] проводили дослідження хроматограм лікарських засобів у біологічних рідинах і порівнювали їх з еталонними зразками. У результаті було показано, що отримані ANN можуть забезпечити швидку, точну та послідовну методику, застосовну для пошуку хімічних середників у біологічних рідинах.

У роботі Н. Zhu [23] описані потенційні можливості використання ANN для дослідження наркотичних речовин. Зазначається, що методи штучного інтелекту є багатообіцяючими, оскільки можуть істотно скоротити витрати та час виявлення наркотиків шляхом виявлення їхніх молекул на ранніх стадіях розпаду.

ANN можуть бути успішно застосовані при ідентифікації невідомої особи за кістковими фрагментами. У роботі W. Park, J. Park використовували ANN під час визначення статі та віку невідомої особи за одонтологічними параметрами щелепи. Вони вказали на те, що застосування ANN є перспективним, оскільки автоматизує та полегшує метод встановлення статі та віку з мінімальними помилками. В інших роботах досліджувалися можливості використання ANN під час вивчення зубів і кісток. [24]

Дослідження відбитків пальців є одним з базових ідентифікаційних методів у судовій медицині. У деяких роботах вивчалася можливість класифікації відбитків пальців за допомогою ANN. [25-27] Побудовані ANN дозволили зменшити час обробки зображень. Інші автори запропонували метод порівняння відбитків пальців, враховуючи часткові (неповні) зображення. [27] У декількох роботах дослідники використовували відбитки пальців для прогнозування статевої приналежності. [28,29] Побудовані ANN дозволили класифікувати статевоприналежність з імовірністю 97 %.

Звісно, практичне застосування ANN не обмежується лише цими прикладами. Сьогодні існують усі передумови для використання ANN практично в усіх галузях судової медицини. Основна проблема, з якою може зіткнутися судово-медичний експерт при виборі даного методу дослідження, є наповнення бази даних для навчання мереж. Також від експерта вимагається розуміння фундаментальних статистичних і математичних методів.

Висновок. Як уже зазначалося раніше, ANN можуть бути практично застосованими в будь-яких галузях судової медицини. Їхніми перевагами є можливість обробляти великі масиви даних, менша ймовірність пропустити критично важливі дані, скорочення часу на прийняття рішення. Та все ж нині без людського контролю не обійтися. ANN потрібно насамперед сприймати як помічника чи інструмент, що покликаний допомогти в прийнятті обґрунтованого рішення. Але це жодним чином не применшує потенційної вигоди, яку може надати вміле використання елементів штучного інтелекту.

Література

1. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*. 2017;542(7639):115-8. doi: 10.1038/nature21056
2. Gulshan V, Peng L, Coram M, Stumpe MC, Wu D, Narayanaswamy A, et al. Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Detection of Diabetic Retinopathy in Retinal Fundus Photographs. *JAMA*. 2016;316(22):2402-10.
3. Darcy AM, Louie AK, Roberts LW. Machine Learning and the Profession of Medicine. *JAMA*. 2016;315(6):551-2. doi: 10.1001/jama.2015.18421
4. Dheeba J, Singh NA, Selvi ST. Computer-aided detection of breast cancer on mammograms: a swarm intelligence optimized wavelet neural network approach. *J Biomed Infor*. 2014;49:45-52. doi: 10.1016/j.jbi.2014.01.010
5. Murdoch TB, Detsky AS. The inevitable application of big data to health care. *JAMA*. 2013;309(13):1351-2. doi: 10.1001/jama.2013.393
6. Patel JL, Goyal RK. Applications of artificial neural networks in medical science. *Curr Clin Pharmacol*. 2007;2(3):217-26. doi:10.2174/157488407781668811

7. Amato F, López-Rodríguez A, Peña-Méndez EM, Vañhara P, Hampl A, Havel J. Artificial neural networks in medical diagnosis. *Journal of Applied Biomedicine*. 2013;11(2):47-58. doi: 10.2478/v10136-012-0031-x
8. Johnson KW, Torres Soto J, Glicksberg BS, et al. Artificial Intelligence in Cardiology. *J Am Coll Cardiol*. 2018;71(23):2668-79. doi:10.1016/j.jacc.2018.03.521
9. Bewes J, Low A, Morphett A, Pate FD, Henneberg M. Artificial intelligence for sex determination of skeletal remains: Application of a deep learning artificial neural network to human skulls. *J Forensic Leg Med*. 2019;62:40-3. doi:10.1016/j.jflm.2019.01.004
10. Lefèvre T. Big data in forensic science and medicine. *J Forensic Leg Med*. 2018;57:1-6. doi: 10.1016/j.jflm.2017.08.001
11. DeLisi M. The big data potential of epidemiological studies for criminology and forensics. *J Forensic Leg Med*. 2018;57:24-7. doi:10.1016/j.jflm.2016.09.004
12. Rojas R. *Neural networks: A Systematic Introduction*. Springer; 1996. 512 p.
13. Haykin S. *Neural networks and learning machines*. 3rd ed. New York: Prentice Hall; 2009. 937 p.
14. Specht DF. Probabilistic neural networks. *Neural Networks*. 1990;3(1):109-18. doi: 10.1016/0893-6080(90)90049-Q
15. Karlik B, Olgac AV. Performance analysis of various activation functions in generalized MLP architectures of neural networks. *International Journal of Artificial Intelligence and Expert Systems*. 2011;1(4):111-22.
16. Dagli CH. *Artificial Neural Networks for Intelligent Manufacturing*. Dordrecht: Springer Netherlands; 1994. 485 p.
17. Taylor D, Harrison A, Powers D. An artificial neural network system to identify alleles in reference electropherograms. *Forensic Sci Int Genet*. 2017;30:114-26. doi: 10.1016/j.fsigen.2017.07.002
18. Taylor D, Powers D. Teaching artificial intelligence to read electropherograms. *Forensic Sci Int Genet*. 2016;25:10-8. doi: 10.1016/j.fsigen.2016.07.013
19. Vidaki A, Ballard D, Aliferi A, Miller TH, Barron LP, Syndercombe Court D. DNA methylation-based forensic age prediction using artificial neural networks and next generation sequencing. *Forensic Sci Int Genet*. 2017;28:225-36. doi: 10.1016/j.fsigen.2017.02.009
20. Banno A. Estimation of bullet striation similarity using neural networks. *J Forensic Sci*. 2004;49(3):500-4. doi: 10.1520/JFS2002361
21. Boulle A, Chandramohan D, Weller P. A case study of using artificial neural networks for classifying cause of death from verbal autopsy. *Int J Epidemiol*. 2001;30(3):515-20. doi: 10.1093/ije/30.3.515
22. Tetko IV, Villa AE, Aksenova TI, Zielinski WL, Brower J, Collantes ER, et al. Application of a Pruning Algorithm To Optimize Artificial Neural Networks for Pharmaceutical Fingerprinting. *J Chem Inf Comput Sci*. 1998;38(4):660-8. doi: 10.1021/ci970439j
23. Park WJ, Park J-B. History and application of artificial neural networks in dentistry. *Eur J Dent*. 2018;12(4):594-601. doi: 10.4103/ejd.ejd_325_18
24. du Jardin Ph, Ponsaillé J, Alunni-Perret V, Quatrehomme G. A comparison between neural network and other metric methods to determine sex from the upper femur in a modern French population. *Forensic Sci Int*. 2009;192(1-3):127.e1-6. doi: 10.1016/j.forsciint.2009.07.014
25. Nagaty KA. Fingerprints classification using artificial neural networks: a combined structural and statistical approach. *Neural Networks*. 2001;14(9):1293-305. doi: 10.1016/s0893-6080(01)00086-7
26. Basturk A, Basturk NS, Qurbanov O. Fingerprint recognition by deep neural networks and finger codes. 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). IEEE; 2018. doi: 10.1109/SIU.2018.8404577
27. Arada GP, Dadios EP. Partial fingerprint identification through checkerboard sampling method using ANN. TENCON 2012 IEEE Region 10 Conference; IEEE; 2012. p. 1-6. doi: 10.1109/TENCON.2012.6412170
28. Abdullah SF, Rahman AFNA, Abas ZA, Saad WHM. Multilayer perceptron neural network in classifying gender using fingerprint global level features. *Indian Journal of Science and Technology*. 2016;9(9):1-6. doi: 10.17485/ijst/2016/v9i9/84889

29. Abdullah SF, Rahman AFNA, Abas, ZA. Classification of gender by using fingerprint ridge density in northern part of Malaysia. *J Eng Appl Sci.* 2015;10(22):10722-6.

References

1. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature.* 2017;542(7639):115-8. doi: 10.1038/nature21056
2. Gulshan V, Peng L, Coram M, Stumpe MC, Wu D, Narayanaswamy A, et al. Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Detection of Diabetic Retinopathy in Retinal Fundus Photographs. *JAMA.* 2016;316(22):2402-10.
3. Darcy AM, Louie AK, Roberts LW. Machine Learning and the Profession of Medicine. *JAMA.* 2016;315(6):551-2. doi: 10.1001/jama.2015.18421
4. Dheeba J, Singh NA, Selvi ST. Computer-aided detection of breast cancer on mammograms: a swarm intelligence optimized wavelet neural network approach. *J Biomed Infor.* 2014;49:45-52. doi: 10.1016/j.jbi.2014.01.010
5. Murdoch TB, Detsky AS. The inevitable application of big data to health care. *JAMA.* 2013;309(13):1351-2. doi: 10.1001/jama.2013.393
6. Patel JL, Goyal RK. Applications of artificial neural networks in medical science. *Curr Clin Pharmacol.* 2007;2(3):217-26. doi:10.2174/157488407781668811
7. Amato F, López-Rodríguez A, Peña-Méndez EM, Vañhara P, Hampl A, Havel J. Artificial neural networks in medical diagnosis. *Journal of Applied Biomedicine.* 2013;11(2):47-58. doi: 10.2478/v10136-012-0031-x
8. Johnson KW, Torres Soto J, Glicksberg BS, et al. Artificial Intelligence in Cardiology. *J Am Coll Cardiol.* 2018;71(23):2668-79. doi:10.1016/j.jacc.2018.03.521
9. Bewes J, Low A, Morphett A, Pate FD, Henneberg M. Artificial intelligence for sex determination of skeletal remains: Application of a deep learning artificial neural network to human skulls. *J Forensic Leg Med.* 2019;62:40-3. doi:10.1016/j.jflm.2019.01.004
10. Lefèvre T. Big data in forensic science and medicine. *J Forensic Leg Med.* 2018;57:1-6. doi: 10.1016/j.jflm.2017.08.001
11. DeLisi M. The big data potential of epidemiological studies for criminology and forensics. *J Forensic Leg Med.* 2018;57:24-7. doi:10.1016/j.jflm.2016.09.004
12. Rojas R. *Neural networks: A Systematic Introduction.* Springer; 1996. 512 p.
13. Haykin S. *Neural networks and learning machines.* 3rd ed. New York: Prentice Hall; 2009. 937 p.
14. Specht DF. Probabilistic neural networks. *Neural Networks.* 1990;3(1):109-18. doi: 10.1016/0893-6080(90)90049-Q
15. Karlik B, Olgac AV. Performance analysis of various activation functions in generalized MLP architectures of neural networks. *International Journal of Artificial Intelligence and Expert Systems.* 2011;1(4):111-22.
16. Dagli CH. *Artificial Neural Networks for Intelligent Manufacturing.* Dordrecht: Springer Netherlands; 1994. 485 p.
17. Taylor D, Harrison A, Powers D. An artificial neural network system to identify alleles in reference electropherograms. *Forensic Sci Int Genet.* 2017;30:114-26. doi: 10.1016/j.fsigen.2017.07.002
18. Taylor D, Powers D. Teaching artificial intelligence to read electropherograms. *Forensic Sci Int Genet.* 2016;25:10-8. doi: 10.1016/j.fsigen.2016.07.013
19. Vidaki A, Ballard D, Aliferi A, Miller TH, Barron LP, Syndercombe Court D. DNA methylation-based forensic age prediction using artificial neural networks and next generation sequencing. *Forensic Sci Int Genet.* 2017;28:225-36. doi: 10.1016/j.fsigen.2017.02.009
20. Banno A. Estimation of bullet striation similarity using neural networks. *J Forensic Sci.* 2004;49(3):500-4. doi: 10.1520/JFS2002361
21. Boulle A, Chandramohan D, Weller P. A case study of using artificial neural networks for classifying cause of death from verbal autopsy. *Int J Epidemiol.* 2001;30(3):515-20. doi: 10.1093/ije/30.3.515

22. Tetko IV, Villa AE, Aksenova TI, Zielinski WL, Brower J, Collantes ER, et al. Application of a Pruning Algorithm To Optimize Artificial Neural Networks for Pharmaceutical Fingerprinting. *J Chem Inf Comput Sci*. 1998;38(4):660-8. doi: 10.1021/ci970439j
23. Park WJ, Park J-B. History and application of artificial neural networks in dentistry. *Eur J Dent*. 2018;12(4):594-601. doi: 10.4103/ejd.ejd_325_18
24. du Jardin Ph, Ponsaillé J, Alunni-Perret V, Quatrehomme G. A comparison between neural network and other metric methods to determine sex from the upper femur in a modern French population. *Forensic Sci Int*. 2009;192(1-3):127.e1-6. doi: 10.1016/j.forsciint.2009.07.014
25. Nagaty KA. Fingerprints classification using artificial neural networks: a combined structural and statistical approach. *Neural Networks*. 2001;14(9):1293-305. doi: 10.1016/s0893-6080(01)00086-7
26. Basturk A, Basturk NS, Qurbanov O. Fingerprint recognition by deep neural networks and finger codes. 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). IEEE; 2018. doi: 10.1109/SIU.2018.8404577
27. Arada GP, Dadios EP. Partial fingerprint identification through checkerboard sampling method using ANN. *TENCON 2012 IEEE Region 10 Conference; IEEE; 2012*. p. 1-6. doi: 10.1109/TENCON.2012.6412170
28. Abdullah SF, Rahman AFNA, Abas ZA, Saad WHM. Multilayer perceptron neural network in classifying gender using fingerprint global level features. *Indian Journal of Science and Technology*. 2016;9(9):1-6. doi: 10.17485/ijst/2016/v9i9/84889
29. Abdullah SF, Rahman AFNA, Abas, ZA. Classification of gender by using fingerprint ridge density in northern part of Malaysia. *J Eng Appl Sci*. 2015;10(22):10722-6.

PERSPECTIVES FOR THE USE OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN FORENSIC MEDICINE (LITERATURE REVIEW)

Gunas I.V.¹, Bachynsky V.T.², Popadynets O.G.³, Kindrativ E.O.,³ Kozovyy R.V.³

¹National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Ukraine

²Bukovynian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

³Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

Summary. It is known that in the work of forensic medicine experts have to process and evaluate a large amount of information, which may belong to different types of data – the site inspection protocols, photographic materials, macroscopic data obtained during the autopsy of the corpse, the results of laboratory tests, medical records etc. All the received data should be studied, categorized and evaluated according to international standards.

Aim of the work. Analysis of possibilities and limitations of application of artificial neural networks in forensic practice.

Conclusions. Modern computer technologies of artificial intelligence (artificial neural networks) can help in the handling of forensic medicine data, which, in turn, will reduce to a minimum the probability of mistakes in preparation of expert conclusions. The algorithms used in artificial neural networks, as a result of processing different types of input data, can direct them to the resulting categorized outputs and structure them. The structure of artificial neural networks allows them to be used in the forensic identification of an unknown person, thus eliminating errors that may be made by a specialist and, accordingly, increasing the effectiveness of such examinations.

Keywords: artificial neural networks, artificial intelligence, forensic medicine, identification of a person.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В РАЗРЕЗЕ СУДЕБНОЙ МЕДИЦИНЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Гунас И.В.¹, Бачинский В.Т.², Попадынец О.Г.³, Киндратив Е.О.,³ Козовой Р.В.³

¹Винницкий национальный медицинский университет им. М.И. Пирогова, г. Винница, Украина

²Буковинский государственный медицинский университет, г. Черновцы, Украина

Резюме. Известно, что судебно-медицинским экспертам в своей работе приходится обрабатывать и давать оценку большому количеству информации, которая может принадлежать к различным типам данных – протоколы осмотра места происшествия, фотоматериалы, макроскопические данные, полученные в ходе вскрытия трупа, результаты лабораторных исследований, записи в медицинских документах и т. д. Все полученные данные следует изучить, систематизировать по категориям и оценить согласно международным стандартам.

Цель работы. Анализ возможностей и ограничений применения искусственных нейронных сетей в судебно-медицинской практике.

Выводы. Современные компьютерные технологии искусственного интеллекта (искусственные нейронные сети) могут помочь в обработке судебно-медицинских данных, что, в свою очередь, сведет к минимуму вероятность возникновения ошибок при составлении экспертных заключений. Алгоритмы, используемые в искусственных нейронных сетях, в результате обработки разных видов входных данных могут направлять их к результирующим категоризованным выходам и структурировать. Структура искусственных нейронных сетей позволяет использовать их при проведении судебно-медицинской идентификации неизвестного лица, таким образом исключая ошибки, которые могут быть осуществлены специалистом, соответственно повышая результативность таких экспертиз.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, искусственный интеллект, судебная медицина, идентификация личности.

Відомості про авторів:

Гунас І.В. – доктор медичних наук, професор кафедри анатомії людини ВНМУ ім. М.І. Пирогова, академік Міжнародної академії інтегративної антропології (МАІА), виконавчий директор Міжнародної академії інтегративної антропології, м. Вінниця, Україна, e-mail: igor.v.gunas@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4260-2301.

Бачинський В.Т. – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри судової медицини та медичного правознавства ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет», начальник КМУ «Обласне бюро судово-медичної експертизи» департаменту охорони здоров'я Чернівецької ОДА, заслужений лікар України, м. Чернівці, Україна, e-mail: bachynskiy.viktor@bsmu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-6955-7507

Попадинець О.Г. – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри анатомія людини Івано-Франківського національного медичного університету, м. Івано-Франківськ, Україна, e-mail: Oksana-g@live.ru, ORCID ID: 0000-0002-2093-5984.

Кіндратів Е.О. – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри патологічної анатомії Івано-Франківського національного медичного університету, м. Івано-Франківськ, Україна, e-mail: kindrativ2016@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3894-8484.

Козовий Р.В. – доктор медичних наук, професор кафедри медичної біології та медичної генетики Івано-Франківського національного медичного університету, м. Івано-Франківськ, Україна, e-mail: ruslan_kozoviy@ukr.net

Сведения об авторах:

Гунас И.В. – доктор медицинских наук, профессор кафедры анатомии человека ВНМУ им. М.И. Пирогова, академик Международной академии интегративной антропологии (МАІА), исполнительный директор Международной академии интегративной антропологии, г. Винница, Украина

Бачинский В.Т. – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой судебной медицины и медицинского правоповедения ВГУЗ Украины «Буковинский государственный медицинский университет», начальник КМУ "Областное бюро судебно-медицинской экспертизы" департамента здравоохранения Черновицкой ОГА, заслуженный врач Украины, г. Черновцы, Украина

Попадинець О.Г. – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой анатомия человека Ивано-Франковского национального медицинского университета, г. Ивано-Франковск, Украина

Киндратив Э.А. – доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой патологической анатомии Ивано-Франковского национального медицинского университета, г. Ивано-Франковск, Украина

Козовой Р.В. – доктор медицинских наук, профессор кафедры медицинской биологии и генетики Ивано-Франковского национального медицинского университета, г. Ивано-Франковск, Украина

Information about the authors:

Gunas I.V. – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Human Anatomy National Pirogov Memorial Medical University, Academician of the International Academy of Integrative Anthropology (MAIA), Executive Director of the International Academy of Integrative Anthropology, Vinnytsia, Ukraine

Bachynskiy V.T. – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Forensic Medicine and Medical Law of HSEE of Ukraine «Bukovinian State Medical University», the head of the СМІ "Regional Bureau of Forensic Medical Examination" of the Department of Health of Chernivtsi Regional State Administration, Honored Doctor of Ukraine, Chernivtsi, Ukraine

Popadynets O.H. – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Human Anatomy, Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

Kindrativ E.O. – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Pathological Anatomy, Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

Kozoviy R.V. – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Medical Biology and Medical Genetics of Ivano-Frankivsk National Medical University Ivano-Frankivsk, Ukraine