

ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ EFFICIENTNET ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ІШЕМІЧНОЇ ХВОРОБИ СЕРЦЯ (ІХС)

Анотація. У даній статті розглядається модель нейронної мережі яка сприяє ранньому виявленню ішемії захворювання серця на рентгенівських знімках, яка відіграє важливу роль у діагностиці та лікуванні серцево-судинних захворювань. У цій статті пропонується дослідження, присвячене застосуванню згорткових нейронних мереж (ЗНМ) для автоматичного виявлення ішемічних захворювань серця на рентгенівських знімках.

У роботі використовувався набір даних, що містить рентгенівські знімки грудної клітки, анотовані досвідченими кардіологом. Було розроблено та навчено ЗНМ-модель, здатну виявляти ознаки ішемічних захворювань на основі рентгенівських знімків. Модель була навчена на невеликій кількості даних (700 знімків) та протестована на незалежному наборі тестових знімків.

Результати дослідження показали, що згорткова нейронна мережа ефективно розпізнає ознаки ішемічних захворювань серця на рентгенівських знімках з високою точністю та надійністю. Це може значно покращити можливості ранньої діагностики ІЗС та допомогти лікарям приймати обґрунтовані рішення щодо лікування пацієнтів.

Висновки цього дослідження підтверджують потенціал застосування згорткових нейронних мереж у галузі медичної діагностики та вказують на новий крок у розвитку автоматизованого виявлення ішемічних захворювань серця на основі рентгенівських знімків. Це відкриває перспективи для поліпшення точності та ефективності діагностики серцево-судинних захворювань та зниження навантаження на медичний персонал.

Ключові слова: Нейронна мережа, штучний інтелект, ішемічна хвороба серця, графік, Google Colab, Tensorflow, Efficientnet.

Вступ. Ішемічна хвороба серця є однією з найпоширеніших серцево-судинних захворювань, яка виникає внаслідок порушення кровопостачання до серцевого м'язу через звуження артерій, що живлять серце. Рання діагностика ішемічної хвороби серця є критично важливою для забезпечення ефективного лікування та запобігання подальшим ускладненням.

За останні роки зростає зацікавленість використання згорткових нейронних мереж[1] (Convolutional Neural Networks, CNNs) для виявлення ішемічної хвороби серця на ранніх стадіях. Згорткові нейронні мережі є потужними інструментами машинного

навчання, які можуть автоматично виявляти складні закономірності та паттерни в медичних зображеннях.

Використання згорткових нейронних мереж для виявлення ішемічної хвороби серця має декілька переваг. Вони можуть аналізувати великі обсяги даних з високою швидкістю[2], що дозволяє ефективно виявляти аномалії та патологічні зміни на зображеннях серця. Крім того, згорткові нейронні мережі можуть автоматично вивчати признаки та ознаки, що важко визначити людиною, та використовувати їх для класифікації зображень на здорові та ішемічно уражені серця.

Проте, розробка ефективних згорткових нейронних мереж для виявлення ішемічної хвороби серця є викликом. Вимагається детальне дослідження архітектур моделей, методів попередньої обробки даних, технік навчання та оцінки результатів. Також, необхідно мати достатній обсяг медичних даних з різними класами (здорові та ішемічно уражені серця) для тренування та перевірки моделей.

У данному дослідженні пропонується детальний огляд моделей, методів та підходів[3], що використовуються для виявлення ішемічної хвороби серця з використанням згорткових нейронних мереж. Це дозволить з'ясувати потенціал таких підходів та визначити найефективніші методи для розв'язання даної проблеми.

Постановка проблеми. Постановка проблеми пов'язана зі складнощами виявлення ішемічної хвороби серця на ранніх стадіях та необхідністю розробки ефективних методів та моделей для цього. Основні проблеми, які можуть виникати, включають:

– Недостатність медичних даних: Отримання великого обсягу якісних та репрезентативних медичних даних може бути викликом. Недостатня кількість даних або їх недоступність можуть обмежити точність та ефективність моделей.

– Неспецифічні симптоми: Ішемічна хвороба серця може проявлятися різноманітними симптомами, які можуть бути схожими на інші захворювання. Це може призводити до неточності та помилкових результатів при виявленні хвороби.

– Складність обробки[4] медичних зображень: Медичні зображення, зокрема рентгенівські знімки серця, можуть бути великими за розміром та містити складні структури. Обробка та аналіз таких зображень вимагає розробки спеціалізованих методів та архітектур моделей.

– Неоднорідність даних: Медичні дані можуть бути неоднорідними, як з точки зору якості зображень, так і з точки зору класифікації. Наявність шуму, артефактів або інших перешкод може ускладнити точне виявлення ішемічної хвороби серця.

– Переносимість моделей: Розроблені моделі та методи виявлення ішемічної хвороби серця можуть виявитися непереносними до різних медичних закладів або пацієнтів. Необхідно враховувати специфічні особливості медичних протоколів та умов.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У даній статті розглядається класифікаційна модель EfficientNet, які використовується у згорткових нейронних мережах для діагностики ішемічних захворювань серця.

Постановка задачі. Метою даного дослідження є вибір оптимальних моделей навчання згорткової нейронної мережі для раннього виявлення ішемічних захворювань

серця. Для досягнення мети потрібно визначити такі моделі класифікації, які забезпечать найкращі результати навчання та точність діагностики.

Основний матеріал Розділення медичних даних на два класи – здорові пацієнти та пацієнти з ішемічними захворюваннями серця – є першим етапом побудови моделі класифікації для виявлення ІЗС на ранніх стадіях. Таке розділення дозволяє навчати модель розрізняти між здоровими та хворими пацієнтами, спираючись на характерні ознаки, виявлені на рентгенівських знімках серця.

Класифікація медичних даних на два класи, як зазначено у [5], значно спрощує створення навчального набору, на основі якого модель буде тренуватися для розпізнавання патологічних змін, пов'язаних з ішемічною хворобою серця. Для цього можуть використовуватися методи ручної анотації даних або автоматизовані підходи для виявлення ознак ішемічних змін на зображеннях.

Цей випадок показано на рентгенівських знімках, які зображені на рис. 1.

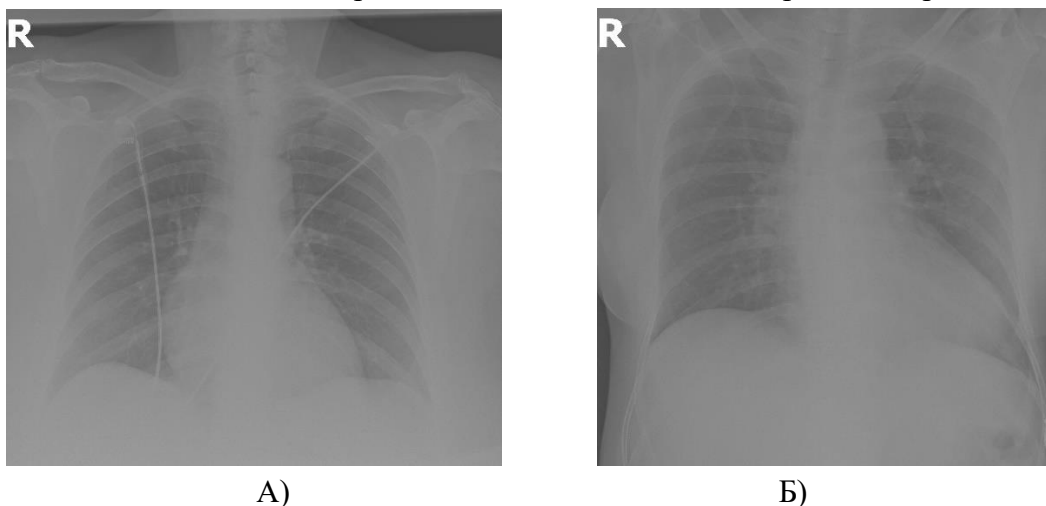


Рисунок 1 – Рентгенівські знімки : А) здорової людини Б) людини з ІЗС

Після класифікації даних на два класи модель може бути навчена за допомогою нейронних мереж, використовуючи різні архітектури EfficientNet [6], методи згорткового навчання та підхід передавання знань (transfer learning). Після завершення навчання модель здатна класифікувати нові зображення серця та виявляти ішемічні захворювання серця на ранніх стадіях.

Для підвищення точності моделі, зокрема у випадках з невеликим набором даних, важливо розглянути додаткові методи аугментації зображень [6]. Зокрема, це можуть бути:

- Використання штучного шуму для збагачення варіацій у зображеннях.
- Застосування методів геометричних трансформацій (масштабування, поворот, зміна яскравості).
- Застосування методів стилізації, наприклад, перетворення зображень у стилі інфрачервоних знімків, що дозволяє моделі краще узагальнювати патерни.

Оцінка продуктивності. Для більшої об'єктивності результатів моделі слід використовувати кілька метрик, зокрема:

- Точність (Accuracy[7]): загальний відсоток правильних передбачень.
- AUC-ROC: здатність моделі розрізняти між класами.
- F1-міра: баланс між точністю та повнотою.
- Матриця похибок: для аналізу помилкових позитивних і негативних прогнозів.

Запропоновану модель можна інтегрувати у систему підтримки прийняття рішень у клініках. Модель може працювати як допоміжний інструмент для лікарів, надаючи швидку оцінку стану пацієнта.

На рисунку 2 наведені результати тестування моделі згорткової нейронної мережі для виявлення ішемічної хвороби серця на рентгенівських знімках.

• **Зображення А:** Модель класифікувала знімок як такий, що належить пацієнту з ішемічною хворобою серця (ІЗС). Вказано передбачуваний клас "Ischemia", а також візуалізовано теплову карту (Grad-CAM), яка показує області знімка, найбільш важливі для прийняття рішення.

• **Зображення Б:** Модель класифікувала знімок як такий, що належить здоровому пацієнту. Вказано передбачуваний клас "Healthy" і відповідна теплова карта, що демонструє, які області зображення були використані моделлю для класифікації.

Даний результат свідчить про здатність моделі точно розрізняти здорових пацієнтів і пацієнтів з ішемічною хворобою серця, використовуючи рентгенівські знімки грудної клітки[8].

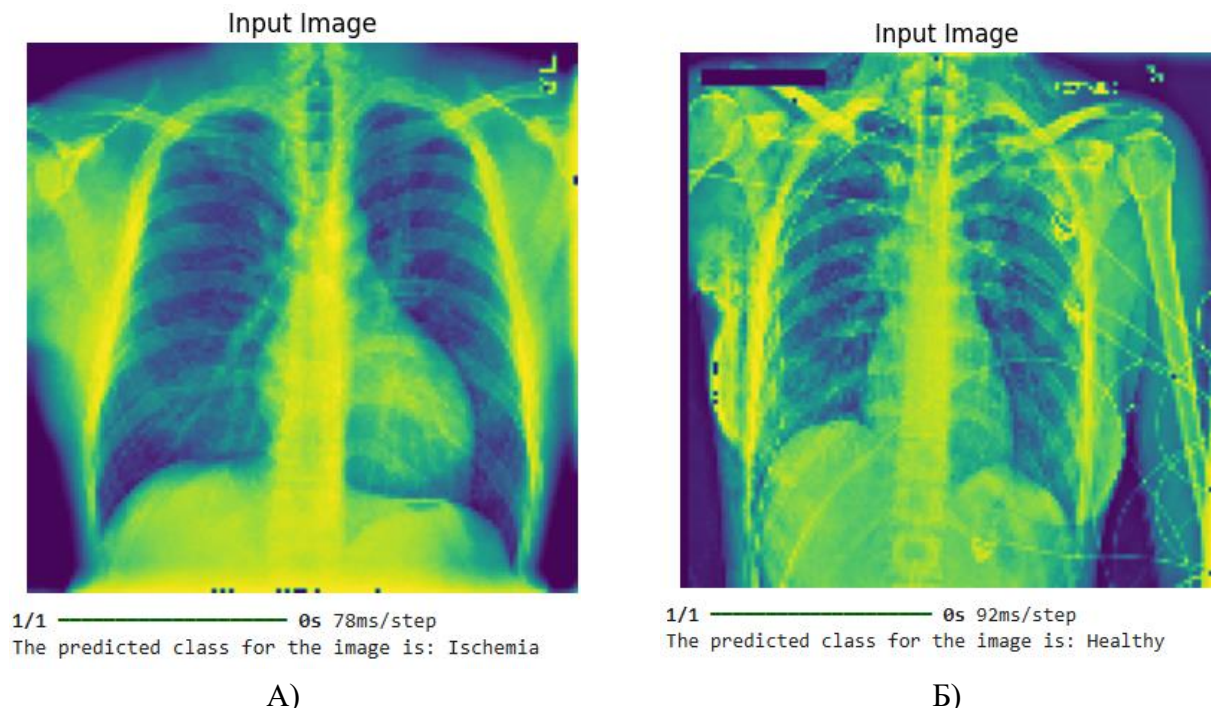


Рисунок 2 – результат тестування: А) пацієнта з ІЗС Б) здорового пацієнта

Висновки. Модель EfficientNetB0[9] продемонструвала високу ефективність у виявленні ішемічних захворювань серця на основі рентгенівських зображень. Основними перевагами є її компактність, швидкість навчання та здатність до узагальнення. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на:

- Розширення набору даних.

– Застосування більш складних архітектур (наприклад, EfficientNetV2).

– Інтеграцію в медичні інформаційні системи.

Цей підхід має великий потенціал для практичного застосування у клінічній діагностиці[10].

ЛІТЕРАТУРА/ REFERENCES

1. Tan, M., & Le, Q. (2019). EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks. Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning (ICML), PMLR 97:6105-6114.
<https://arxiv.org/abs/1905.11946>
2. Zhou, B., Khosla, A., Lapedriza, A., et al. (2016). Learning Deep Features for Discriminative Localization. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2921-2929.
<https://arxiv.org/abs/1512.04150>
3. Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B. E., et al. (2017). A Survey on Deep Learning in Medical Image Analysis. Medical Image Analysis, 42, 60-88.
DOI:10.1016/j.media.2017.07.005
4. Wang, S., Zhou, B., Yu, H., et al. (2020). EfficientNet-Based Model for COVID-19 Diagnosis on Chest X-Rays. Journal of Medical Systems, 44, 135.
DOI: 10.1007/s10916-020-01625-5
5. Jain, R., Gupta, M., Taneja, S., & Hemanth, D. J. (2019). Deep learning based detection and analysis of COVID-19 on chest X-ray images. Applied Intelligence, 51(3),1690-1700.
DOI: 10.1007/s10489-020-01714-6
6. Lundervold, A. S., & Lundervold, A. (2019). An overview of deep learning in medical imaging focusing on MRI. Zeitschrift für Medizinische Physik, 29(2), 102-127.
DOI: 10.1016/j.zemedi.2018.11.002
7. Ching, T., Himmelstein, D. S., Beaulieu-Jones, B. K., et al. (2018). Opportunities and obstacles for deep learning in biology and medicine. Journal of the Royal Society Interface, 15(141), 20170387. DOI: 10.1098/rsif.2017.0387
8. Szegedy, C., Ioffe, S., Vanhoucke, V., & Alemi, A. (2017). Inception-v4, Inception-ResNet and the Impact of Residual Connections on Learning. AAAI Conference on Artificial Intelligence.
9. Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., et al. (2017). MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications. ArXiv Preprint.
10. Rajpurkar, P., Irvin, J., Zhu, K., et al. (2017). CheXNet: Radiologist-Level Pneumonia Detection on Chest X-Rays with Deep Learning. ArXiv Preprint.

Received 18.02.2025.
Accepted 21.02.2025.

Application of the efficientnet model for detecting ischemic heart disease

This article examines a neural network model that facilitates the early detection of ischemic heart disease on chest X-rays, playing a crucial role in the diagnosis and treatment of cardiovascular diseases. The study explores the application of convolutional neural networks (CNNs) for the automatic detection of ischemic heart disease on chest X-rays.

A dataset containing chest X-rays annotated by an experienced cardiologist was used in the study. A CNN model was developed and trained to detect signs of ischemic heart disease based on chest X-rays. The model was trained on a small dataset (700 images) and tested on an independent set of test images.

The research results demonstrated that the convolutional neural network effectively recognizes signs of ischemic heart disease on chest X-rays with high accuracy and reliability. This could significantly improve the capabilities for early diagnosis of ischemic heart disease and help clinicians make informed decisions regarding patient treatment.

The findings of this study confirm the potential of using convolutional neural networks in medical diagnostics and represent a new step forward in the automated detection of ischemic heart disease based on chest X-rays. This paves the way for improving the accuracy and efficiency of cardiovascular disease diagnostics and reducing the burden on medical personnel.

Keywords: Neural network, artificial intelligence, ischemic heart disease, chest X-rays, Google Colab, TensorFlow, EfficientNet.

Соломатін Владислав Андрійович – Аспірант, каф «ЕОМ», Дніпровський Національний Університет ім. О. Гончара.

Байбуз Олег Григорович – зав. каф «ЕОМ», Дніпровський Національний Університет ім. О. Гончара.

Solomatin Vladyslav – Postgraduate student, "EOM" faculty, Dnipro National University named after O. Honchara.

Baibuz Oleg - head. caf "EOM", Dnipro National University named after O. Honchara.