

Юрій Петриняк, Ігор Пірко*

аспірант кафедри комп'ютерних наук НЛТУ України, Львів, Україна

* доцент кафедри комп'ютерних наук НЛТУ України, Львів, Україна

<https://orcid.org/0009-0008-2378-2929>. pirko@nltu.edu.ua

Діагностика пневмонії по рентгенівських знімках за допомогою згорткових нейронних мереж

Анотація – У цій роботі розглядається проблема діагностики захворювань, де пропонується підхід машинного навчання, а саме розробка нейронної мережі для діагностики пневмонії за рентгенівськими знінками. Програмне забезпечення для діагностики пневмонії було розроблено на мові Python і використано функції з бібліотек Matplotlib, Keras і keras_metrics. Для подолання ефекту перенавчання нейронної мережі використовувалися методи доповнення та регуляризації даних. Нейронна мережа навчалася протягом 20 епох, час навчання становив 35 хвилин. Було протестовано згорткову нейромережеву модель вихідного шару, де для активації нейронів була використана сигмоїдна функція активації, яка дала такі показники точності та повноти: precision – 89 %, accuracy – 82 % та recall 93 %. Під час тестування нейромережа показала 89 % точності розпізнавання пневмонії.

Ключові слова: глибоке навчання, машинне навчання, розпізнавання зображень, згорткові нейронні мережі, діагностика пневмонії.

Вступ. Сфера інформаційних технологій розвивається дуже швидко завдяки інформатизації суспільства. Штучний інтелект та машинне навчання є популярними, оскільки їх можна використовувати для діагностики захворювань [1-2]. Це інструменти для вирішення багатьох завдань. Наразі створюється багато медичних систем, які базуються на машинному навчанні, щоб полегшити роботу лікарів. Також створені системи для діагностики захворювань з використанням методів штучного інтелекту. У застосуванні до охорони здоров'я вони можуть значно прискорити діагностику хвороб пацієнтів. Найважливішим сучасним інструментом машинного навчання, що використовується в медичній діагностиці, є нейронні мережі.

Пневмонія – дуже небезпечна хвороба, якщо її не лікувати і виявити пізно, наслідки для організму людини можуть бути непередбачуваними. Для виявлення пневмонії використовують рентгенівські промені, а рентгенографія є швидким методом виявлення захворювань легенів у пацієнтів. Оскільки ознаки легеневих захворювань не завжди легко виявити, аналіз рентгенівських знімків може зайняти багато часу.

Лікарям потрібно аналізувати велику кількість результатів різних тестів, щоб швидко поставити правильний діагноз пацієнту. Це забирає багато часу і може призвести до помилок, тому використання нейронних мереж для діагностики захворювань пацієнтів може вирішити ці проблеми. Нейронні згорткові мережі є ідеальним інструментом для діагностики захворювань за медичними зображеннями [1-2].

Основною проблемою при використанні нейронних мереж є підвищення точності мережі, тобто здатності мережі показувати хороші результати на нових даних, а також на даних, на яких вона була навчена. Метою цієї роботи є розробка згорткової нейронної мережі для діагностики пневмонії за рентгенівськими знімками.

Архітектура згорткової нейронної мережі має три основні типи шарів: згортковий шар, шар субдискретизації та шар повного зв'язку. Згорткові нейронні мережі мають справу з тензорами (тривимірними масивами числових матриць). Вхідний рентгенівський знімок мережі має розмір 150 x 150 пікселів. Пікселі представлені цілими числами в діапазоні від 0 до 255. Значення вхідних пікселів нормалізовані до діапазону від 0 до 1. Шар згортки - це набір ядер, які є матрицями вагових коефіцієнтів, встановлених під час навчання мережі. Ядра сканують відповідну карту попереднього шару згортки із заздалегідь визначеними кроками, а елементи карти і ядра перемножуються і підсумовуються поелементно. Результат записується в карту поточного шару. Кількість карт особливостей шару називається глибиною шару. За шаром згортки слідує шар субдискретизації. Для цього карта ознак розбивається на комірки і з кожної комірки вибирається максимальне значення. До отриманої карти застосовується функція активації нейронної мережі. В результаті

формується вектор ознак, який обробляється повністю пов'язаним шаром, що відповідає за завдання класифікації.

Матеріали та методи. Для навчання, тестування та валідації згорткової нейронної мережі було використано базу даних рентгенівських зображень Chest X-Ray Images (Pneumonia) [3], рентгенівські зображення надаються у вигляді зображень різного розміру у форматі JPEG. Медичні зображення в цій базі даних розділені на три набори. Навчальний набір даних використовується для навчання нейронної мережі, тестовий набір використовується для оцінки якості навчання нейромережевої моделі, валідаційний набір використовується для виявлення ефектів перенавчання (таблиця 1).

Табл. 1. Структура бази рентгенівських знімків

Назва набору	Кількість знімків Normal	Кількість знімків Pneumonia	Всього
навчальний	1340	3875	5215
тестовий	234	390	624
контрольний	8	8	16
всього	1582	4273	5855

Приклад рентгенівських знімків із бази Chest X-Ray Images (Pneumonia) наведено на рис. 1.

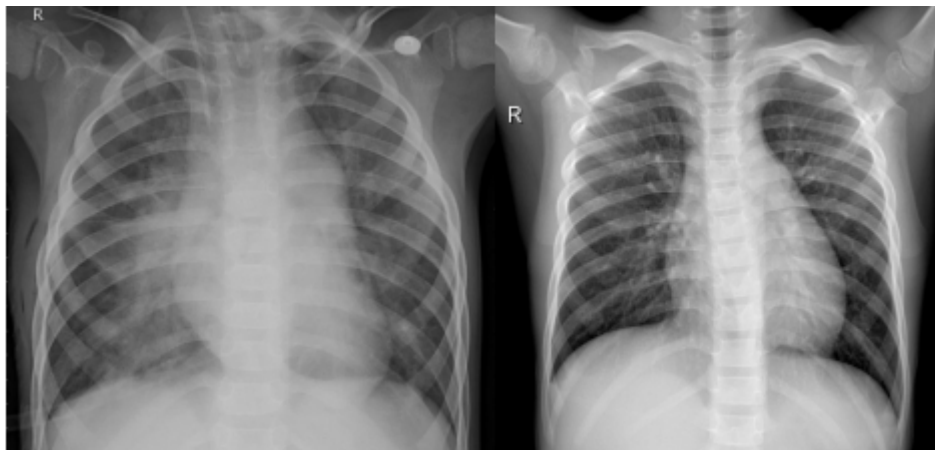


Рис. 1. Приклад зображень з навчального набору

Для розробки програми для виявлення пневмонії за рентгенівськими знімками використано мову Python, бібліотеки Keras, Matplotlib та keras_metrics [4]. Згорткові нейронні мережі створено за допомогою функцій з бібліотеки Keras. Використовувалися такі метрики з бібліотеки, як binary_precision та binary_recall: функція binary_recall застосовувалася для обчислення відсотка позитивних прикладів, правильно ідентифікованих класифікатором, метрика

binary_precision – для обчислення точності прогнозованих результатів використовувалася бібліотека Matplotlib, а для відображення графіків залежності точності та втрат – бібліотека Matplotlib. Згорткова нейронна мережа складалася з 11 шарів, для налаштування згорткової нейронної мережі обрано алгоритм оптимізації першого порядку, що базується на застосуванні коефіцієнта ослаблення Root Mean Square Propagation [4].

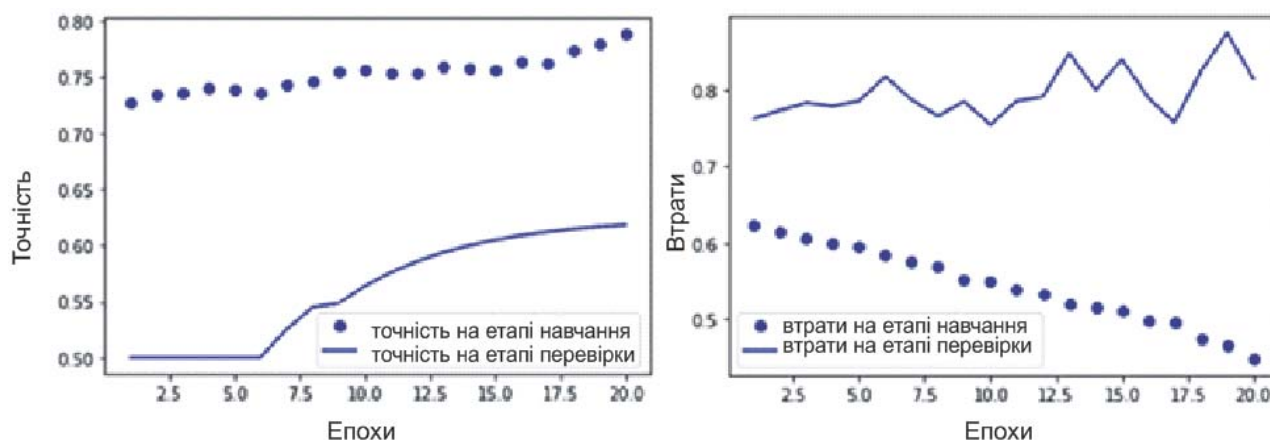


Рис. 2. Графіки точності та втрат

Результати. При тестуванні згорткових нейронних мереж було розраховано три показники: precision, accuracy і recall. Показник точності дозволяє побачити, який відсоток рентгенівських знімків тестової вибірки, класифікованих як пневмонія, насправді належать до цього класу. Значення точності визначається як кількість правильно класифікованих зображень, поділена на загальну кількість зображень. Коефіцієнт відтворення можна використовувати для визначення відсотка правильно розпізнаних пацієнтів з пневмонією. Сигмоїдна функція використовується як функція для активації вихідного шару згорткової нейронної мережі, а алгоритм RMSProp слід використовувати як метод оптимізації. Навчання нейронної мережі з обраними параметрами дало такі значення показників точності: precision – 89 %, accuracy – 82 %, recall – 93 %, тобто 89 % осіб з тестової вибірки були правильно діагностовані.

Висновки. Розроблено програму діагностики пневмонії на основі рентгенівських знімків. Проведено ряд експериментів для підбору параметрів навчання нейронної мережі (кількість шарів, функція активації вихідного шару мережі, алгоритм оптимізації). Згорткова нейронна мережа навчалася на

навчальному наборі рентгенівських зображень. Час навчання становив 35 хвилин, кількість епох навчання нейронної мережі – 20. Моделі були протестовані, точність розпізнавання пневмонії склала 89 %.

Список літератури

1. Cleophas T. J., Zwinderman A. H. Machine learning in medicine: a complete overview. Springer, 2015. – 516 p.
2. Al-Turjman. Artificial intelligence and machine learning for COVID-19. Springer International Publishing, 2021. – 266 p.
3. Chest X-Ray Images (Pneumonia).
<https://www.kaggle.com/paultimothymooney/chest-xray-pneumonia>
4. Wu G., Suk H. Deep learning in medical image analysis. Annual review of biomedical engineer. – 2017. – Vol. 19. – P. 221-248.