

УДК 004.8

## ВЕБ-ЗАСТОСУНОК ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ПНЕВМОНІЇ НА БАЗІ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Скрипник Владислав Олегович

к.т.н., професор, Рувінська Вікторія Михайлівна

Національний університет «Одеська політехніка», УКРАЇНА

**АНОТАЦІЯ.** Поставлена задача розробки системи для діагностики пневмонії на основі рентгенівських знімків за допомогою глибоких згорткових нейронних мереж. Проведено огляд існуючих рішень, побудована початкова мережа та прототип системи для лікарів і пацієнтів.

**Вступ.** Згідно з дослідженнями Амстердамського університету, точність встановлення діагнозу лікарем коливається в межах від 65% до 80% [1]. Отож потрібно автоматизувати цей процес задля підвищення якості діагностики. За останні кілька років штучний інтелект відкрив багато нових можливостей в різних сферах, зокрема, і в медицині. Однією з таких можливостей є використання моделей машинного навчання для діагностики пневмонії на основі рентгенівських знімків грудної клітини людини. Саме штучний інтелект може допомогти у встановленні діагнозу і зробити це на високій швидкості та об'єктивній відтвореності оцінки, оскільки ознаки пневмонії на рентгенівських знімках можуть бути неочевидним чином сховані від людського ока, наприклад, за тінню серця. За останні кілька років було запропоновано рішення цієї задачі з використанням таких відомих архітектур, як *VGG*, *Resnet*, *Inception* тощо. Але технології і можливості нових сучасних нейронних мереж швидко зростають, тому необхідно випробувати ці нові підходи для рішення поставленої задачі.

**Метою роботи** є підвищення точності діагностування пневмонії за рахунок впровадження ефективних моделей для аналізу зображень рентгенівських знімків.

### **Основна частина роботи.**

Було поставлено завдання на розробку програмної системи, що включає діагностування пневмонії з використанням сучасних ефективних моделей. Для діагностики пневмонії використовують знімки, рентгенівські або МРТ, та інші. Існують різні методи для їх автоматичного аналізу на основі комп'ютерних технологій. Так, наприклад, згідно [2], використовували три рівневі штучні нейронні мережі для розрізнення і захворювань легень на основі 10 клінічних параметрів.

В останні роки з бурхливим розвитком комп'ютерного зору активно використовують глибинні згорткові нейронні мережі, які отримують на вхід саме зображення знімків легень. І для їх аналізу випробували різні підходи, тобто різні типи мереж задля підвищення як точності діагностування, так і для зменшення обчислювальних затрат. Найкращі результати по точності показали: згорткова нейронна мережа, що складалася з однієї основної мережі з 120 згорткових шарів та п'яти паралельних класифікаторів для класифікації різних захворювань на рентгенограмах грудної клітки (точність у 97,9%) [3]; модель на базі *transfer learning* з *VGG16* досягає 96,2% і 93,6% точності відповідно у виявленні захворювання та розрізненні між бактеріальною та вірусною пневмонією [4], аналогічні більш пізні дослідження на базі *VGG16* забезпечують точність у 95,4% [5]; одним з найбільш показових досягнень було використання переносу навчання з *VGG19* з використанням *Ensemble Feature Scheme (EFS)* (точність 95,7%) [5], а також в останніх дослідженнях збільшили до 98,27% [6]. Застосовуються різні сучасні підходи при аналізі рентгенівських знімків, а саме, різноманітні сучасні преднавчені нейронні мережі: архітектура від *Google* з блоками *Inception* і залишкові мережі *ResNet* [7], *Xception* [8]. Також представляють інтерес такі іноваційні підходи як: *Mask-RCNN* та глибока згорткова нейронна мережа для попиксельної сегментації та класифікації рентгенограм грудної клітки відповідно [9]; ансамблеві методи, зокрема, розробили ансамбль із трьох згорткових нейронних мереж *GoogLeNet*, *ResNet-18* і *DenseNet-121* і досягли рівня точності 98,81% і 86,85% на двох різних датасетах [10].

Пропонується використовувати для аналізу рентгенівських знімків глибинні згорткові нейронні мережі, які, на відміну від інших технологій машинного навчання для аналізу зображень, дозволяють автоматично виділяти ознаки на зображеннях і показують досить високу точність для задачі класифікації. В рамках даної роботи запропоновано для навчання використовувати датасет з *Kaggle* (<https://www.kaggle.com/datasets/paultimothymooney/chest-xray-pneumonia>). Набір даних містить рентгенівські зображення легенів немовлят. Набір даних складався з 5866 маркованих зображень, з яких 4283 показували пневмонію, а решта 1583 - ні.

У розглянутому дата сеті дані незбалансовані, тому пропонується використовувати, окрім аугментації даних, «класові ваги», які використовуються для «зважування» функції втрат, що дозволяє вирівняти цей дисбаланс. Розроблено початковий варіант моделі, що складається з блоків згорткової частини: перші 3 з них мають по 2 згорткових шарита шарпулінгу, з другого шару у кожному блоці використовується *Batch Normalisation*; шари з 4 по 6 містять згортку - *Separable Conv2D*, що зменшує кількість параметрів моделі за рахунок спеціальної обробки кольорових каналів; за ними йдуть шари *Dropout* для запобігання перенавчанню; для класифікації після кожного прихованого шару використовуються також шари *Dropout*. У результаті, точність моделі на тестовому наборі даних досягла 90.2%. Як відомо, глибинні нейронні мережі для ефективного навчання потребують багато даних. Тому доцільно використовувати попередньо навчені на великій кількості даних нейронні мережі. У зв'язку з цим пропонується для подальших випробувань моделей використовувати перенос навчання та тонке налаштування - перш за все на основі *VGG19* [6], яка, як видно із огляду існуючих рішень, показує прийнятні результати.

Планується найкращі розроблені моделі вбудувати в комп'ютерну систему, що буде використовуватися для діагностики пневмонії. Розглянемо далі існуючі аналогічні системи. В таблиці 1 представлено порівняння аналогів між собою та з системою, що розробляється. Системи *Helsi* [<https://helsi.me>] і *EMCIMEД* [<https://emci.ua>] надають функції автоматизації для лікарів, пацієнтів та медичних закладів в цілому. *WebMD* [<https://www.webmd.com>] та *Your.MD* [<https://www.livehealthily.com>] налаштовані для надання інформації поза медичного закладу, пов'язаної із здоров'ямісамопочуттям, а також щодо постачальників медичних послуг, надають послуги, такі як персоналізовані поради та рекомендації щодо здоров'я.

Таблиця 1 – Порівняння функціональності аналогів

Функціонал/Назва застосунку	Helsi	EMCIMEД	WebMD	Your.MD	Розроблювана система
Проведення прийому пацієнта	+	+	-	-	+
Ведення медичної картки з історією захворювань пацієнта	+	+	-	+	+
Автоматизований аналіз результатів обстежень пацієнта та діагностування	-	-	+	-	+
Оновлення системи на основі новітніх досліджень медицини	-	+	+	+	+

В результаті аналізу предметної області та огляду існуючих рішень пропонуються наступні функції системи: авторизація, реєстрація пацієнта, реєстрація лікаря, створення і ведення картки пацієнта, ведення обстеження, аналіз симптомів, перегляд результатів аналізів, встановлення діагнозу.

Систему вирішено розробляти у вигляді веб-застосунку, тому що веб-застосунок можна відкрити з будь-якого пристрою з підключенням до інтернету; не потрібно встановлювати програмне забезпечення тощо. Для розробки веб-застосунку доцільно використовувався фреймворк *Django* (<https://www.djangoproject.com/>), це відкрите програмне забезпечення для розробки веб-застосувань на мові програмування *Python*. Результати роботи першого прототипу системи, а саме, діагностування пневмонії на основі розробленої моделі та завантажених рентгенівських знімків, показані на рисунку 1.



Рисунок1–Робота підсистеми діагностування

**Висновки.** У результаті аналізу підходів до розробки системи для діагностики пневмонії на основі рентгенівських знімків була розроблена початкова класифікаційна модель згоркової нейронної мережі для діагностики, що показала 90 % точності на тестових даних, а також створено прототип системи, що показують результати діагностики.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Diagnostic accuracy of evaluation of suspected syncope in the emergency department: usual practice vs. ESC guidelines: Veera K. van Wijnen, Reinold O. B. Gans, Wouter Wieling, Jan C. ter Maaten, Mark P.M. Harms. - Amsterdam, the Netherlands: BMCEmergMed., -2020. -100p.
2. Artificial neural networks in chest radiography: Application to the differential diagnosis of interstitial lung disease: Kazuto Ashizawa, Takayuki Ishida, Heber MacMahon, Carl J. Vyborny, Shigehiko Katsuragawa, Kunio Doi. - Chicago, USA: Academic Radiology. -1998.
3. Development and Validation of a Deep Learning-Based Automated Detection Algorithm for Major Thoracic Diseases on Chest Radiographs: Eui Jin Hwang, Sunggyun Park, Kwang-Nam Jin, Jung Im Kim, So Young Choi, Jong Hyuk Lee, Jin Mo Goo, Jaehong Aum, Jae-Joon Yim, Julien G. Cohen, Gilbert R. Ferretti, Chang Min Park, for the DLAD Development and Evaluation Group, 2019.
4. Visualization and Interpretation of Convolutional Neural Network Predictions in Detecting Pneumonia in Pediatric Chest Radiographs: Sivaramkrishnan Rajaraman, Sema Candemir, Incheol Kim, George Thoma and Sameer Antani. - Bethesda, USA: MDPI. -2018. -17p.
5. A Deep Learning based model for the Detection of Pneumonia from Chest X-Ray Images using VGG-16 and Neural Networks: Shagun Sharma, Kalpna Guleria, Procedia Computer Science, 2023, 357-366.
6. Qaimkhani, F. M., Hussain, M., Shiren, Y., Xingfang, J. (2022). Pneumonia Detection Using Deep Learning Methods. International Journal of Scientific Advances (IJSCIA), Volume 3 | Issue 3: May-Jun 2022, Pages 489- 493, URL: <https://www.ijscia.com/wp-content/uploads/2022/07/Volume3-Issue3-May-Jun-No.290-489-493.pdf>
7. Pneumonia detection in chest X-ray images using convolutional neural networks and transfer learning: Rachna Jain, Preeti Nagrath, Gaurav Kataria, V. Sirish Kaushik, D. Jude Hemanth, Measurement, 2020.
8. Xception: Deep Learning with Depthwise Separable Convolutions: Francois Chollet. - Google, Inc. - 2017. - 1251 - 1258
9. Identifying pneumonia in chest X-rays: A deep learning approach: Amit Kumar Jaiswal, Prayag Tiwari, Sachin Kumar, Deepak Gupta, Ashish Khanna, Joel J.P.C. Rodrigues, Measurement, 2019, 511-518.
10. Pneumonia detection in chest X-ray images using an ensemble of deep learning models: Rohit Kundu, Ritacheta Das, Zong Woo Geem, Gi-Tae Han, Ram Sarkar, PLOS ONE, 2021.

### WEB-APPLICATION FOR PNEUMONIA DIAGNOSTICS BASED ON MACHINE LEARNING MODELS

Vladyslav Skrypnyk

Ph.D., Professor, Viktoriia Ruvinskaya

Odessa National Polytechnic University, UKRAINE

**ANNOTATION.** The task of developing a system for diagnosing pneumonia based on X-ray images using deep convolutional neural networks is set. An overview of existing solutions was carried out, an initial network and a system prototype for doctors and patients were built.