УДК 004.4

СТВОРЕННЯ API ДЛЯ НЕЙРОМЕРЕЖ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗУБІВ ТА КАРІЄСУ НА РЕНТГЕНІВСЬКИХ ЗНІМКАХ

Богуш В.І.[1]; Іванченко М.Г., к.т.н, доц.[2]
[1,2] Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
[1,2] Україна, Дніпро
[1] bogush.vasyar@gmail.com; [2] sidorova.m.g@gmail.com

Анотація. *У роботі представлено розроблення API за допомогою бібліотеки FastAPI для моделей нейронних мереж, які призначені для сегментації зубів і карієсу на панорамних рентгенівських знімках. Створене рішення може бути застосоване у стоматологічних інформаційних системах для автоматизованої діагностики.*
Ключові слова: *нейромережі; сегментація; Python; API; FastAPI.*

Вступ. Останніми роками в медицині задачі автоматичного аналізу рентгенівських знімків привертають значну увагу через використання штучного інтелекту у діагностиці. Одним із ключових напрямів є сегментація зубів та карієсу на панорамних рентгенівських знімках, що дозволяє підвищити точність і швидкість діагностики.

Для інтеграції нейромереж у стоматологічні інформаційні системи необхідне створення програмного інтерфейсу (API), який забезпечить зручну взаємодію між користувачем та моделями нейромереж.

За останні роки було написано багато статей стосовно побудови API для нейромереж у медичній сфері.

У статті [1] було використано бібліотеку FastAPI для реалізації API для автоматизації класифікації пухлин головного мозку за даними МРТ з використанням нейронних мереж. Це забезпечило простоту розгортання, надійну обробку вхідних даних і сумісність з медичним обладнанням.

Автори статті [2] реалізували API за допомогою бібліотеки FastAPI для згорткових нейронних мереж для діагностики серцево-судинних захворювань, що спростило інтеграцію у вебдодаток, який розроблено на TypeScript.

У статті [3] запропонували інноваційний підхід для раннього виявлення пародонтиту з використанням комбінації інтернету речей та штучного інтелекту. Було реалізовано API з використанням бібліотеки FastAPI для різних моделей машинного навчання, включаючи нейронні мережі. Дані відправлялись з периферійного пристрою до додатку FastAPI і потім повертались назад у форматі json. Це забезпечило ефективну автоматизацію виявлення пародонтиту.

Автори статті [4] реалізували API за допомогою бібліотеки FlaskAPI для моделей NLP і згорткових нейронних мереж у стоматології. Це забезпечило комплексну стоматологічну діагностику з мінімальною затримкою і зручним користувацьким інтерфейсом.

Загалом, наявні рішення досить ефективні, але реалізовані для специфічних задач. У даній роботі пропонується реалізувати API для сегментації зубів та карієсу з використанням ансамблів нейромереж. Це інноваційний підхід, який спростить роботу стоматологам у виявленні карієсу та інших захворювань ротової порожними.

Метою роботи є розроблення API з використанням бібліотеки FastAPI для інтеграції у вебдодаток можливості використання нейромереж для сегментації зубів та карієсу на панорамних рентгенівських знімках.

Основна частина. Перед створенням API було навчено згорткові нейромережі для сегментації зубів та карієсу на панорамних рентгенівських знімках розміру 256x256. Нейромережі були навчені на мові програмування Python з використанням бібліотеки PyTorch. Як для задачі сегментації зубів, так і сегментації карієсу, використано ансамблі з 3 наступних моделей: Dense U-Net, Attention U-Net, U-Net 3+. Вихідна маска визначається шляхом голосування. Усі моделі мають відповідні класи, які були створені за допомогою PyTorch.

Слід зазначити, що для використання у реальному вебдодатку, нейронні мережі можуть бути навчені на знімках більшого розміру. У даному випадку використано розмір 256x256 з метою швидкого розроблення і тестування додатку.

Для реалізації API використано бібліотеку FastAPI на мові програмування Python, яка відзначається високою швидкістю, асинхронністю та зручністю створення кінцевих точок (ендпоінтів). Також дане рішення забезпечує зручну інтеграцію навчених моделей, оскільки як нейромережі, так і бібліотека FastAPI, написані на мові Python.

Під час розроблення використовувався Docker, який дозволяє упакувати додатки та їх залежності в ізольоване середовище, що називають контейнерами. Даний підхід значно спростив розробку, оскільки для ефективного застосування нейромереж потрібні обчислення на графічному процесорі з технологією CUDA, а контейнер дозволив упакувати усі залежності додатку разом з CUDA.

Архітектура створеного API має 3 кінцеві точки:

1. /predict/tooth-segmentation – ендпоінт для сегментації зубів, який приймає зображення панорамного рентгенівського знімку і повертає результат у форматі json, який містить шлях до збереженої маски зубів. Для сегментації використовується ансамбль з 3 моделей.

2. /predict/caries-segmentation – ендпоінт для сегментації карієсу, який приймає зображення панорамного рентгенівського знімку і повертає результат у форматі json, який містить шлях до збереженої маски карієсу. Спочатку використовується ансамбль з моделей для сегментації карієсу, що виділяє необхідну область зубів. Далі зображення обрізається на основі цієї маски і подається на вхід до іншого ансамблю моделей, який вже сегментує карієс. Даний підхід дозволяє покращити якість сегментації карієсу.

3. /health – едпоінт для моніторингу стану сервісу.

Перед передбаченням застосовується попередня обробка, що включає зміну розміру зображення до заданого розміру (256x256) та нормалізацію.

Усі передбачені знімки зберігаються за шляхом, який вказано у файлі конфігурації. При реальному розгортанні, передбачається, що знімки будуть зберігатися у хмарному середовищі, як наприклад Amazon S3. Даний підхід дозволить використати вже сегментовані знімки не повторюючи процес сегментації багато разів для одного знімку.

Додаток включає логування і тестування. Усі тести були успішно пройдені, у тому числі, які перевіряють роботу додатку при виключних ситуаціях (не відправлено зображення, відправлено занадто велике зображення, відправлено не зображення, а інший файл і т.д.).

Додаток було перевірено на ефективність шляхом запуску 100 звернень до кінцевих точок, як для сегментації зубів, так і карієсу. Тестування проводилося на комп'ютері з такими характеристиками: процесор – AMD Ryzen 7 4800H, оперативна пам'ять – 32 ГБ, відеокарта – GeForce GTX 1660 Mobile з 6 ГБ відеопам'яті. Усі запуски були з імітацією одного запиту в один і той же час. У результаті середнє арифметичне для 100 запусків до кінцевої точки сегментації зубів становить 0.21 секунд, а для сегментації карієсу – 0.38

секунд. Це показує високу ефективність запропонованого рішення. Для розгортання додатку у реальній системі будуть використані багато серверів, що тільки покращить продуктивність навіть при великій кількості звернень. Також дана система не може бути сильно перевантажена, оскільки маски генеруються одноразово під час отримання панорамного рентгенівського знімку, а далі вже буде використовуватись готовий знімок з його масками, які збережені у хмарному сховищі файлів.

Висновки. У результаті створено API для нейромереж для сегментації зубів та карієсу за допомогою бібліотеки FastAPI. Це дозволяє значно спростити роботу стоматологам і покращити якість діагностики. API побудоване на сучасному стеку технологій та може бути інтегроване у різні стоматологічні платформи. У подальшому планується створити вебінтефейс для візуалізації результатів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Rangelov, D., Miltchev, R., & Genchev, E. (2025, September). AI-Powered API for Brain Tumour Classification: A Deep Learning Approach to Accessible Medical Imaging. In *International Conference on Flexible Query Answering Systems* (pp. 53-65). Cham: Springer Nature Switzerland. doi:10.1007/978-3-032-05607-8_7.

[2] Barzola-Monteses, J., Caicedo-Quiroz, R., Parrales-Bravo, F., Medina-Suarez, C., & Yanez-Pazmino, W. (2024, October). Convolutional Neural Networks Applied to the Diagnosis of Cardiovascular Disease. In *2024 43rd International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC)* (pp. 1-8). IEEE. doi:10.1109/SCCC63879.2024.10767608.

[3] Windahl, C., & Kroon, F. (2025). Smart Periodontitis Detection: An IoT and AI-Driven Approach. Retrieved from https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1982228&dswid=-7399.

[4] Kannan, M. J., Pradhan, A., Patil, J., Sharma, A., Jena, P. A., & Rao, H. (2024). Noral: AI Driven Oral Healthcare Appointment System. doi:10.15680/IJIRCCE.2024.1212015.

Bohush V.I., Ivanchenko M.G.

Creating an API for neural networks for tooth segmentation and caries on x-ray images

Abstract. *The paper presents the development of an API using the FastAPI library for neural network models designed to segment teeth and caries on panoramic X-ray images. The solution can be used in dental information systems for automated diagnostics.*

Keywords: *neural networks; segmentation; Python; API; FastAPI.*