

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПОПЕРЕДНЬОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ З ДОПОМОГОЮ U-NET НА СТРУКТУРНУ СХОЖІСТЬ ОКТ- ЗОБРАЖЕНЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі здійснено дослідження впливу методів фільтрації зображень ОКТ з допомогою згорткової нейромережі U-Net на точність сегментації, здійснено обробку серії тестових зображень із порівнянням результатів обробки залежно від методу фільтрації за індексом структурної схожості (SSIM).

Ключові слова: оптична когерентна томографія, U-Net, фільтр Гауса, медіанний фільтр, фільтр Фур'є

Вступ

Розвиток та удосконалення методів попередньої обробки томографічних зображень очного дна є важливою частиною у створенні засобів діагностики багатьох очних захворювань [1]. Нові можливості для задач сегментації ОКТ зображень надає розроблена в університеті Фрайбурга (ФРН) у 2015 році згорткова нейронна мережа U-Net. Архітектура U-Net складається з енкодера, що поступово зменшує розмір зображення та витягує ознаки, та декодера, який відновлює просторову роздільну здатність та створює карту сегментації [2]. У роботі адаптовано модель U-Net, архітектура якої наведена на рис.1, для задач сегментації зображень ОКТ із попередньою фільтрацією за відомими алгоритмами.

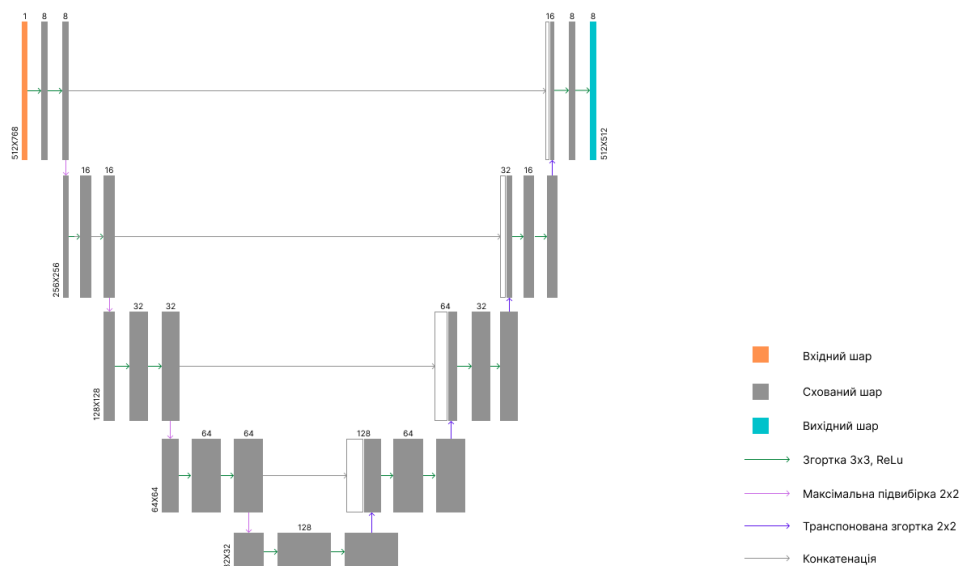


Рисунок 1 – Архітектура моделі ЗНН U-Net

Програмна реалізація згорткової нейромережі здійснена у Spyder IDE з використанням відкритої програмної бібліотеки Tensorflow версії 2.4.1 та відкритої програмної бібліотеки Keras версії 2.4.0 [2]. Навчання моделі здійснено на наборі з 20 зображень з ручної розміткою маски. Навчання проведено для 50 епох (до моменту перенавчання) моделі. Після навчання здійснено обробку 50 тестових зображень оптичної когерентної томографії з відкритої бази даних [2]. Зображення були приведені до розміру 512×768 пікселів та збережені з глибиною кольору 8 біт. Результат обробки представлений на рис.2

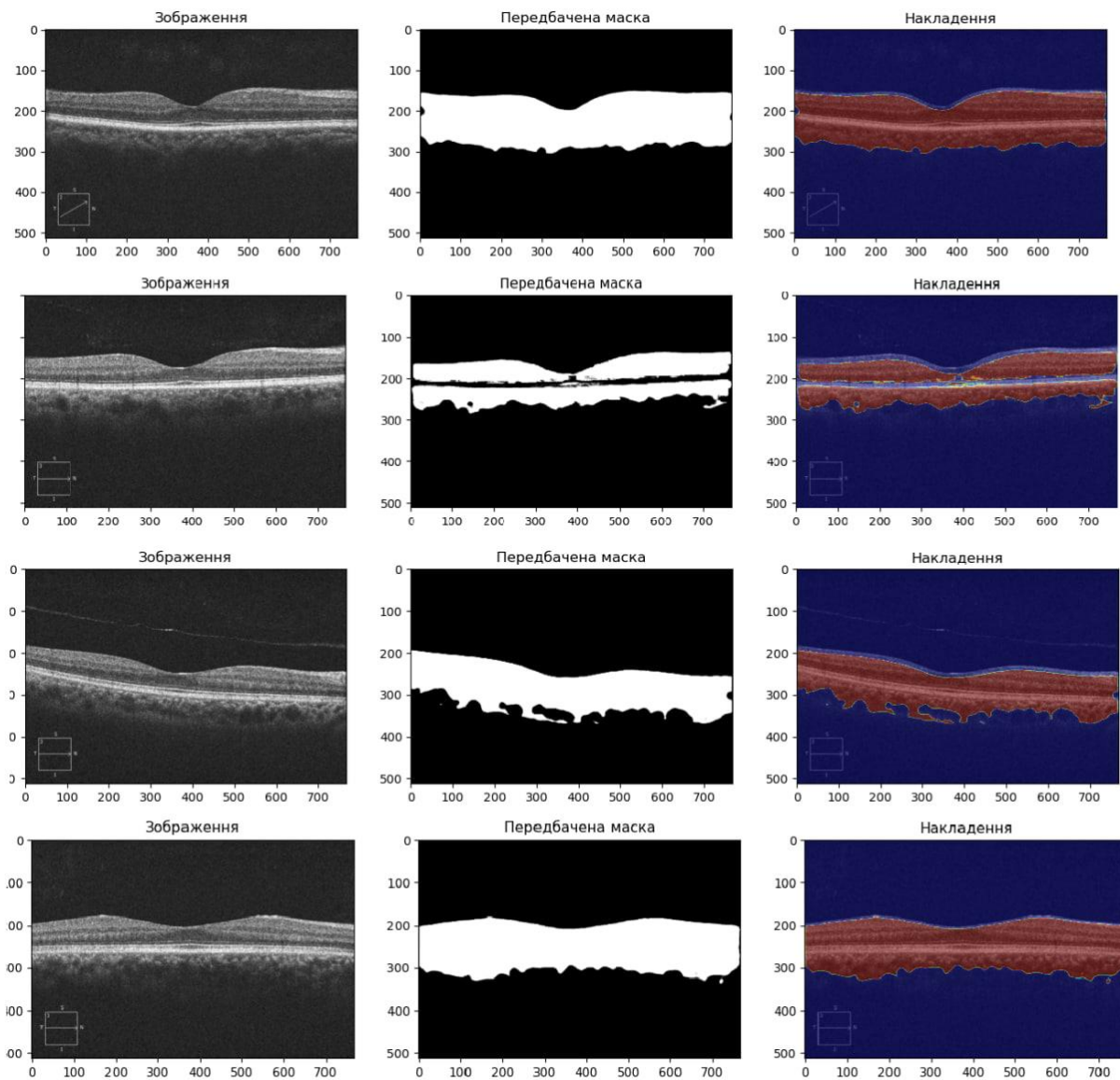


Рисунок 2 – Результати сегментації тестових зображень

Попередня фільтрація зображень

Перед сегментацією зображень з допомогою згорткової нейромережі здійснено їх фільтрацію з допомогою трьох алгоритмів: фільтра Гауса, медіанного фільтра та перетворення Фур'є. Для порівняння результатів сегментації здійснено обчислення індексу структурної схожості (SSIM) [3]. Здійснено обробку 50 зображень та обчислено середній індекс структурної схожості для вихідного зображення та передбачених масок. Приклад результату сегментації вихідного ОКТ зображення та зображень після попередньої обробки представлений на рис.3.

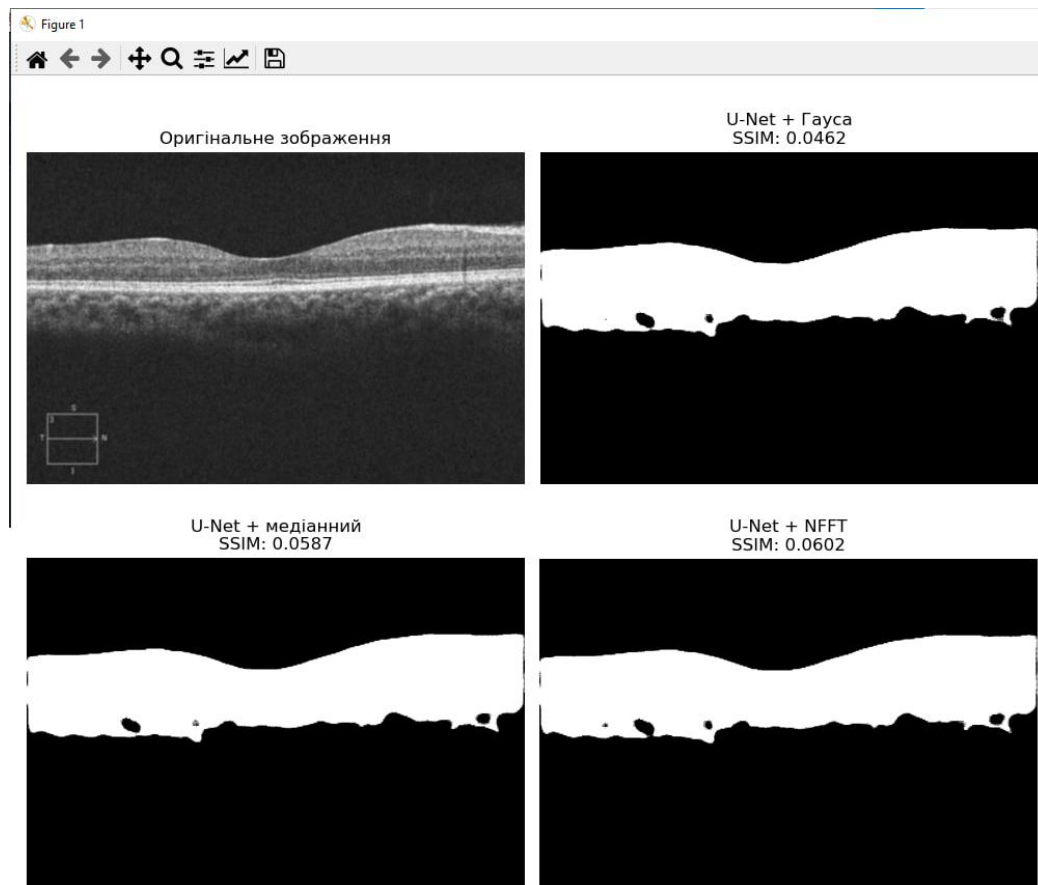


Рисунок 3 – Результати обробки зображення із попередньою фільтрацією

Здійснено сегментацію вихідного зображення та сегментацію вихідного зображення після обробки фільтром Гауса, медіанним фільтром та перетворенням Фур'є[4]. В результаті встановлено, що на вибірці з 50 зображень індекс структурної схожості маски, передбаченої нейромережею становить в середньому 0.223, в той час як завдяки попередній фільтрації індекс структурної схожості зростає в середньому на 4,5% при попередній фільтрації з допомогою фільтра Гаус, на 4,2% при попередній фільтрації з допомогою медіанного фільтра та 3,7% при попередній фільтрації з допомогою перетворення Фур'є.

Висновки

В роботі здійснено обробку тестових зображень оптичної когерентної томографії з допомогою адаптованої навченої моделі згорткової нейромережі U-Net. Встановлено можливість підвищення точності передбаченої маски шляхом попередньої фільтрації зображення перед обробкою з допомогою описаної моделі. Таким чином, попередня фільтрація з використанням адаптованої U-Net є одним з перспективних підходів щодо удосконалення якості сегментації ОКТ-зображень, оскільки сприяє покращенню якості результатів моделі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Павлов С. В., Салдан Й. Р., Злепко С. М., Азаров О. Д., Тимченко Л. І., Абраменко Л. В. Методи попередньої обробки томографічних зображень очного дна. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. 2019. № 2. С. 4-12.
2. Kugelman, J., Allman, J., Read, S.A. et al. A comparison of deep learning U-Net architectures for posterior segment OCT retinal layer segmentation. Sci Rep 12, 14888 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18646-2>
3. Kermany, Daniel; Zhang, Kang; Goldbaum, Michael (2018), "Large Dataset of Labeled Optical Coherence Tomography (OCT) and Chest X-Ray Images", Mendeley Data, V3, doi: 10.17632/rschjbr9sj.3
4. Щербатюк А. В., Тужанський С. Є. Методи оптичної когерентної томографії та алгоритми фільтрації зображень для офтальмологічної діагностики. Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. 2024. № 1. С. 148-154. URL: <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0001494647>

Щербатюк Артем Володимирович - аспірант кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, scherbatyuk.art@gmail.com

Тужанський Станіслав Євгенович – к.т.н, доцент кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, slavat@vntu.edu.ua

ANALYSIS OF THE IMPACT OF PREFILTERING WITH THE HELP OF U-NET ON THE STRUCTURAL SIMILARITY OF OCT IMAGES

Abstract

The work investigated the influence of OCT image filtering methods using the U-Net convolutional neural network on segmentation accuracy, and processed a series of test images with a comparison of processing results depending on the structural similarity index (SSIM) filtering method.

Keywords: optical coherence tomography, U-Net, Gaussian filter, median filter, Fourier filter

Shcherbatyuk Artem Volodumurovych - Postgraduate student, Department of Biomedical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, scherbatyuk.art@gmail.com

Tuzhanskyi Stanislav Yevhenovych - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, slavat@vntu.edu.ua