

INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS



№1 (6) 2025

Natural Sciences and
Technologies series





INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS

Natural Sciences and Technologies series

Has been published since 2020

№1 (6) 2025

Astana

INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS. NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES SERIES ЖУРНАЛЫНЫҢ РЕДАКЦИЯСЫ

БАС РЕДАКТОР

Қалимолдаев Мақсат Нұрадилович, техникалық ғылымдар докторы, ҚР ҰҒА академигі, профессор, ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының кеңесшісі, бас ғылыми қызметкері (Қазақстан)

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ

Мырзағалиева Анар Базаровна, биология ғылымдарының докторы, профессор, бірінші вице-президент, Астана халықаралық университеті (Қазақстан);

РЕДАКТОРЛАР:

- **Сейткан Айнур Сейтканқызы**, техника ғылымдарының кандидаты, PhD, жаратылыстану ғылымдары жоғары мектебінің деканы, Астана халықаралық университеті (Қазақстан);

- **Муканова Асель Сериковна**, PhD, Ақпараттық технологиялар және инженерия жоғары мектебінің деканы, Астана халықаралық университеті (Қазақстан);

- **Абдилдаева Асель Асылбековна**, PhD, қауымдастырылған профессор, Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ (Қазақстан);

- **Хлахула Иржи** PhD, профессор, Познаньдағы Адам Мицкевич атындағы университет (Польша);

- **Редферн Саймон А.Т.**, PhD, профессор, Наньян технологиялық университеті (Сингапур);

- **Сяолей Фенг**, PhD, Наньян технологиялық университеті (Сингапур);

- **Шуджаул Мулк Хан**, PhD, профессор, Каид-және-Азам университеті (Пакистан);

- **Базарнова Наталья Григорьевна**, химия ғылымдарының докторы, профессор, Химия және химиялық-фармацевтикалық технологиялар институты (Ресей);

- **Черёмушкина Вера Алексеевна**, биология ғылымдарының докторы, профессор, РҒА СБ Орталық Сібір ботаникалық бағы (Ресей);

- **Тасболатұлы Нұрболат**, PhD, Ақпараттық технологиялар және инженерия жоғары мектебі деканының орынбасары, Астана халықаралық университеті (Қазақстан);

- **Байшоланов Сакен Советович**, география ғылымдарының кандидаты, доцент, Астана халықаралық университеті (Қазақстан);

- **Нуркенов Серик Амангельдинович**, PhD, қауымдастырылған профессор, Астана халықаралық университеті (Қазақстан).

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS. NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES SERIES

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Калимолдаев Максат Нурадилович, доктор технических наук, академик НАН РК, профессор, ГНС, советник генерального директора Института информационных и вычислительных технологии КН МНВО РК (*Казахстан*)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Мырзагалиева Анар Базаровна, доктор биологических наук, профессор, первый вице-президент, Международный университет Астана (*Казахстан*)

РЕДАКТОРЫ:

- **Сейткан Айнур Сейтканкызы**, кандидат технических наук, PhD, декан высшей школы естественных наук, Международный университет Астана (*Казахстан*);
- **Муканова Асель Сериковна**, PhD, декан Высшей школы информационных технологии и инженерии, Международный университет Астана (*Казахстан*);
- **Абдилдаева Асель Асылбековна**, PhD, ассоциированный профессор, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби (*Казахстан*);
- **Хлахула Иржи** PhD, профессор, Университет имени Адама Мицкевича в Познани (*Польша*);
- **Редферн Саймон А.Т.**, PhD, профессор, Наньянский технологический университет (*Сингапур*);
- **Фенг Сяолей**, PhD, Наньянский технологический университет (*Сингапур*);
- **Шуджаул Мулк Хан**, PhD, профессор, Университет Каид-и Азама (*Пакистан*);
- **Базарнова Наталья Григорьевна**, доктор химических наук, профессор, Институт химии и химико-фармацевтических технологий (*Россия*);
- **Черёмушкина Вера Алексеевна**, доктор биологических наук, профессор, Центральный Сибирский Ботанический сад СО РАН (*Россия*);
- **Тасболатұлы Нұрболат**, PhD, заместитель декана Высшей школы информационных технологии и инженерии, Международный университет Астана (*Казахстан*);
- **Байшоланов Сакен Советович**, кандидат географических наук, доцент, Международный университет Астана (*Казахстан*);
- **Нуркенов Серик Амангельдинович**, PhD, ассоциированный профессор, Международный университет Астана (*Казахстан*);

**EDITORIAL TEAM OF THE JOURNAL INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS.
NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES SERIES**

CHIEF EDITOR

Maksat Kalimoldayev, Doctor of Technical Sciences, Academician of NAS RK, Professor, SRF, CEO's counselor «The Institute of Information and Computational Technologies» CS MSHE RK (Kazakhstan)

DEPUTY CHIEF EDITOR

Anar Myrzagaliyeva, Doctor of Biological Sciences, Professor, First Vice-President, Astana International University (Kazakhstan)

EDITORS:

- **Ainur Seitkan**, Candidate of Technical Sciences, PhD, Dean of the Higher School of Natural Sciences, Astana International University (Kazakhstan);
- **Assel Mukanova**, PhD, Dean of the Higher School of Information Technology and Engineering, Astana International University (Kazakhstan);
- **Assel Abdildayeva**, PhD, Associate Professor, of the Department of Artificial Intelligence and Big Data, Al-Farabi Kazakh National University (Kazakhstan);
- **Jiri Chlachula**, PhD, Dr.Hab., Full Professor, Adam Mickiewicz University, Poznań (Poland);
- **Simon A.T. Redfern**, PhD, Professor, Nanyang Technological University (Singapore);
- **Xiaolei Feng**, PhD, Nanyang Technological University (Singapore);
- **Khan Shujaul Mulk**, PhD, Professor, Quaid-i-Azam University (Pakistan);
- **Natal'ya Bazarnova**, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Institute of Chemistry and Chemical-Pharmaceutical Technologies (Russia);
- **Vera Cheryomushkina**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Central Siberian Botanical Garden SB RAS (Russia);
- **Nurbolat Tasbolatuly**, PhD, Deputy Dean of the Higher School of Information Technology and Engineering, Astana International University (Kazakhstan);
- **Saken Baisholanov**, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Astana International University (Kazakhstan);
- **Serik Nurkenov**, PhD, Associate Professor, Astana International University (Kazakhstan).

Editorial address: 8, Kabanbay Batyr avenue, of.316, Nur-Sultan,
Kazakhstan, 010000

Tel.: (7172) 24-18-52 (ext. 316)

E-mail: natural-sciences@aiu.kz

International Science Reviews NST - 76153

International Science Reviews

Natural Sciences and Technologies series

Owner: Astana International University

Periodicity: quarterly

Circulation: 500 copies

CONTENT

1. A.A. Kussainova, O.Bulgakova Blood mtDNA Copy Number as a Potential Indicator of X-ray Radiation Exposure in Animals.....	7
2. А.Маллер, Ж.Адамжанова Идентификации почвенных бактерий города Астана с последующей оценкой их антибиотикорезистентности.....	14
3. А. М. Султанкулов К вопросу о формировании устойчивых университетов	32
4. А. М. Султанкулов, А. С. Сейткан, М.К. Карибаева Анализ экологической осведомленности студентов МУА	38
5. Ж.Сугурбаев Обоснование использования метода проб Питерсена в образовательной практике	47
6. А.Тыныкулова, Б.Таңырыс Проектирование платформы для автоматизированной генерации и оценки тестовых заданий	53
7. Д.Байғожанова, Н.Тасболатұлы, Қ.Нартай Архитектура интеллектуального управления в управленческих веб-приложениях с использованием MLOps и машинного обучения	62
8. М.И.Есбота, Г.Ж.Таганова Выбрать правильный стек технологий для разработки приложений искусственного интеллекта	71
9. Н. Ж.Жарасхан, С.А.Наурызбаева Посткванттық криптографиялық алгоритмдерді қауіпсіздік пен стандарттауға қолдану және бағалау критерийлері.....	81
10. А.Н.Сұлтанғазиева, Ж.Р.Абдуханова , Д.С.Молдаш Обзор методов и технологий для выявления ложных новостей на основе анализа текста и машинного обучения...	90
11. Т.Ә Талдықбаева, Ж.Т.Абдуллаева Определение фейковых отзывов с помощью машинного обучения.....	98
12. Т.Б.Бекбосынова Применение методов машинного обучения для автоматического распознавания опухолей головного мозга на мрт-снимках.....	104
13. А.Нарынбай Разработка и исследование алгоритмов сегментации и распознавания объектов на медицинских изображениях на основе нейронных сетей.....	111
14. Н.Г.Турсынбек Методы стратегического прогнозирования в финансовом менеджменте.....	117

МРНТИ: 20.53.15; 28.23.15; 33.31.01

Разработка и исследование алгоритмов сегментации и распознавания объектов на медицинских изображениях на основе нейронных сетей

А. Нарынбай*

Высшая школа информационных технологий и инженерии, Международный университет Астана, Астана, Казахстан

*Автор-корреспондент

Аннотация. В данной работе рассматривается применение нейросетевых архитектур для задач сегментации и распознавания объектов на медицинских изображениях. В качестве базовых моделей использованы U-Net, Attention U-Net, DeepLabv3+ и EfficientNet, проверенные на открытых медицинских датасетах BraTS, ISIC и COVIDx. Представлены результаты обучения, визуализации и сравнительного анализа, а также обсуждаются ограничения и направления для улучшения, включая применение мультимодальных данных и self-supervised обучения. Проведено экспериментальное сравнение моделей по метрикам Dice, IoU, Accuracy и F1-score.

Ключевые слова: Сегментация, распознавание, медицинские изображения, нейронные сети, U-Net, глубокое обучение.

Введение

В последние десятилетия наблюдается стремительный рост объема данных, поступающих от медицинского оборудования визуализации — таких как МРТ, КТ, УЗИ и рентгенография. Это создаёт серьёзные вызовы для диагностических служб, так как скорость и качество анализа изображений напрямую влияют на своевременность постановки диагноза и эффективность лечения. В условиях ограниченного времени и человеческого ресурса возрастает потребность в автоматизированных решениях, способных помогать врачам в интерпретации изображений.

Особенно актуальны задачи точного выделения областей интереса (сегментация) и определение типа патологии (классификация). Такие процессы являются ключевыми при диагностике опухолей, кожных образований и поражений лёгких. Однако традиционные алгоритмы обработки изображений зачастую оказываются неэффективными при высокой сложности и вариативности медицинских данных. Задачи сегментации и распознавания являются одними из наиболее значимых, особенно в таких направлениях, как онкология, дерматология и пульмонология [1], [5].

Целью данной работы является исследование и сравнение эффективности современных нейросетевых моделей в задачах сегментации и распознавания патологий на медицинских изображениях.

Материалы и методы

Для проведения экспериментов были отобраны три открытых набора данных, отражающих различные типы медицинских изображений:

- **BraTS** — включает серию МРТ-снимков головного мозга с аннотированными опухолями разного типа [4];
- **ISIC** — содержит дерматоскопические изображения кожных образований, включая меланому и доброкачественные невусы [5];
- **COVIDx** — состоит из рентгеновских изображений грудной клетки с пометками COVID-19, пневмонии и нормальных случаев [7].

Эти датасеты обеспечивают разнообразие задач и позволяют оценить универсальность применяемых моделей.

В рамках экспериментов были исследованы следующие модели:

- **U-Net** — базовая архитектура с симметричным построением и skip-соединениями [1];
- **Attention U-Net** — модификация с механизмами внимания, позволяющая модели концентрироваться на критически важных зонах [2];
- **DeepLabv3+** — сочетает в себе расширенные сверточные блоки и декодер с сохранением пространственного разрешения [3];
- **nnU-Net** — самоадаптирующаяся система, подбирающая гиперпараметры в зависимости от структуры данных [4].

Для задач классификации использовались:

- **EfficientNet-B0** — сбалансированная по точности и производительности модель [6];
- **ResNet50** — глубокая сеть с остаточными соединениями, способная обрабатывать большие объемы изображений [6].

Изображения предварительно масштабировались до стандартного размера (256×256 пикселей), нормализовались по интенсивности, а также подвергались аугментациям — включая отражение, поворот, изменение яркости и контраста.

Обучение проводилось с использованием оптимизатора Adam, функцией потерь Dice Loss (для сегментации) и CrossEntropy (для классификации). Оценка моделей осуществлялась с помощью метрик Dice, IoU, Accuracy, Precision, Recall и F1-score.

Результаты

На рисунке 1 представлены результаты сегментации легких на КТ-снимках. Видно, что модель точно выделяет контуры легочной ткани, что критически важно при диагностике патологий, включая COVID-19 (см. рисунок 1).

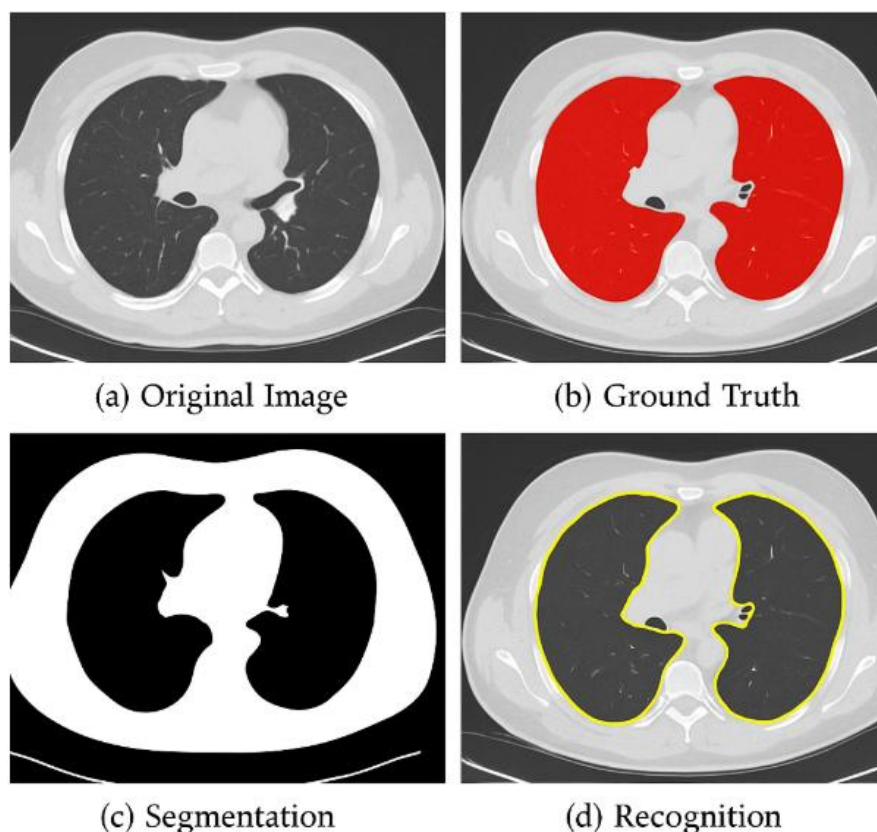


Рисунок 1 - Сегментация легких на КТ: исходное изображение, ground truth, результат модели

Сравнительный анализ эффективности различных моделей нейронных сетей по метрикам Dice, IoU и Accuracy представлен на рисунке 2. Attention U-Net демонстрирует наивысшее качество сегментации, а DeepLabv3+ — стабильные показатели на разных типах данных (см. рисунок 2).

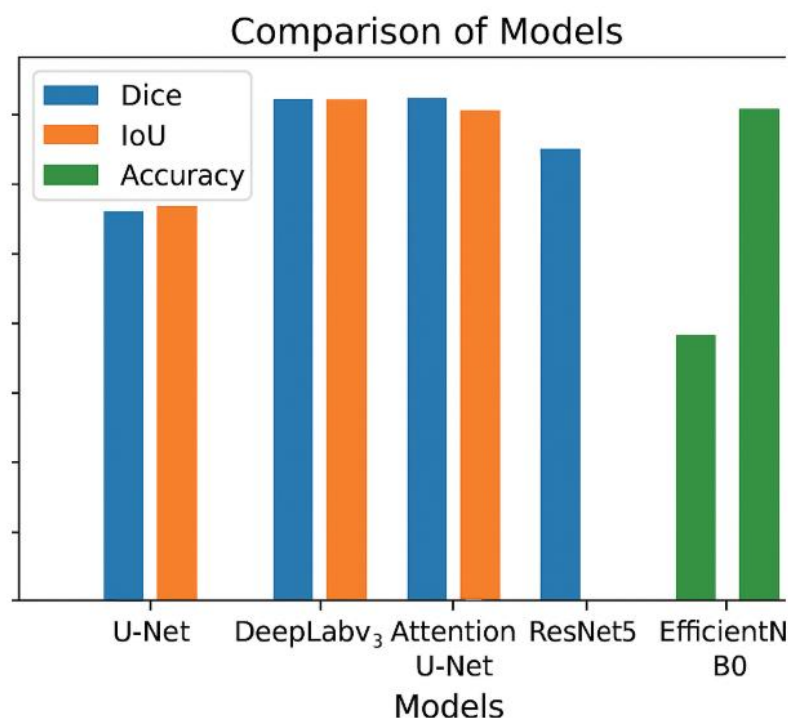


Рисунок 2 - Сравнение моделей по Dice и IoU (U-Net, Attention U-Net, DeepLabv3+, EfficientNet)

Графики обучения Attention U-Net отражают динамику уменьшения функции потерь и роста точности сегментации в процессе обучения. Модель стабильно сходится к высоким показателям после 30–40 эпох (см. рисунок 3).

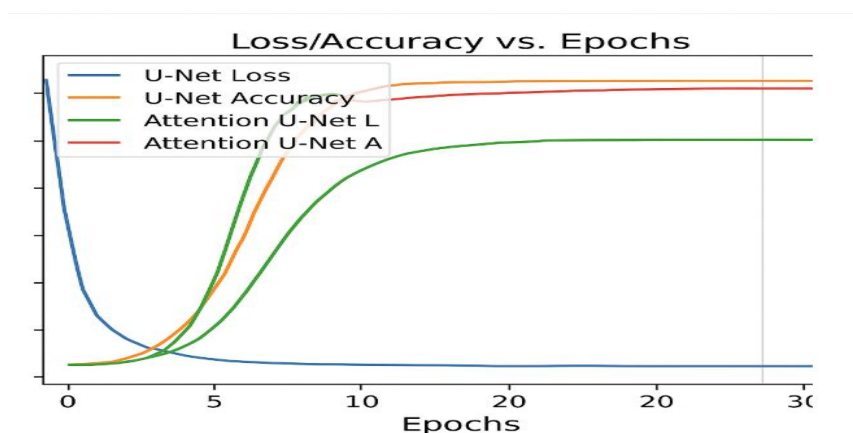


Рисунок 3 - Графики обучения Attention U-Net: Loss и Dice по эпохам

Рисунок 4 иллюстрирует матрицу ошибок модели EfficientNet-B0 при классификации рентгеновских изображений из набора COVIDx. Видно, что модель успешно отличает COVID-19 от других классов, но иногда путает пневмонию с нормой (см. рисунок 4).

		Predicted Label	
		Benign	Malignant
Actual Label	Benign	68	5
	Malignant	7	50
		Actual Label	

Рисунок 4 - Матрица ошибок модели EfficientNet-B0 на COVIDx

Обсуждение

Сравнительный анализ продемонстрировал, что архитектуры с механизмами внимания и адаптивной конфигурацией (Attention U-Net, nnU-Net) превосходят классические модели при работе с медицинскими изображениями. Особенно это проявляется при наличии неоднородных или слабо выраженных патологических участков, где базовые модели склонны к потере информации.

Результаты нашего исследования согласуются с выводами ряда авторов. В частности, отмечено, что Attention-механизмы улучшают выделение границ опухолей, а в работе Isensee F., et al. показано, что nnU-Net превосходит вручную настроенные модели по всем основным метрикам [4].

Тем не менее, стоит отметить и ряд ограничений. Во-первых, качество работы моделей существенно зависит от качества и объема обучающей выборки. Модели, обученные на одном типе данных, теряют точность при переходе к другому формату изображений (например, с МРТ на КТ). Во-вторых, несмотря на высокие метрики, интерпретируемость моделей остаётся ограниченной, что затрудняет их применение в клинической практике.

Перспективным направлением является внедрение мультимодальных моделей, которые могут учитывать не только изображения, но и сопутствующую текстовую информацию (например, описания врача). Также promising выглядит направление обучения без разметки (self-supervised) и разработка облегчённых моделей для применения на мобильных и встраиваемых медицинских устройствах.

Заклучение

В ходе исследования было проведено всестороннее сравнение нейросетевых моделей для сегментации и распознавания патологий на различных типах медицинских изображений — МРТ, КТ, рентгеновских снимках и дерматоскопии.

Архитектуры Attention U-Net и nnU-Net продемонстрировали выдающиеся результаты с точностью сегментации ($\text{Dice} > 0.90$), что делает их оптимальными для анализа сложных анатомических структур.

Модель EfficientNet-B0 показала исключительные результаты в задачах классификации, включая определение признаков COVID-19 на рентгенографиях, с F1-score, превышающим 0.90.

Основными ограничениями моделей остаются высокая зависимость от качества обучающих данных и ограниченная интерпретируемость, что особенно актуально для клинических приложений.

Перспективы развития направлены на внедрение мультимодальных моделей, методов самонаблюдения (self-supervised) и компактных архитектур, оптимизированных для мобильных и edge-устройств.

Литература

- [1] Ronneberger O., et al. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. MICCAI, 2015.
- [2] Oktay O., et al. Attention U-Net: Learning Where to Look for the Pancreas. arXiv:1804.03999.
- [3] Chen L.-C., et al. DeepLab: Semantic Image Segmentation with Deep Convolutional Nets. IEEE TPAMI, 2018.
- [4] Isensee F., et al. nnU-Net: Self-adapting Framework for Medical Image Segmentation. Nature Methods, 2021.
- [5] Codella N., et al. Skin Lesion Analysis Toward Melanoma Detection. arXiv:1710.05006.
- [6] Tan M., Le Q. EfficientNet: Rethinking Model Scaling. ICML, 2019.
- [7] Wang L., et al. COVID-Net: Tailored CNN Design for Detection of COVID-19 Cases from Chest X-Ray Images. Scientific Reports, 2020.

Медициналық бейнелерде объектілерді сегментациялау және тану алгоритмдерін нейрондық желілер негізінде әзірлеу және зерттеу

А. Нарынбай

Ақпараттық технологиялар және инженерия жоғары мектебі, Халықаралық Астана университеті, Астана, Қазақстан

Аңдатпа. Бұл жұмыста медициналық бейнелерде объектілерді сегментациялау және тану міндеттері үшін нейрондық желі архитектураларын қолдану қарастырылады. Негізгі модельдер ретінде U-Net, Attention U-Net, DeepLabv3+ және EfficientNet қолданылды, олар ашық медициналық деректер жинақтары BraTS, ISIC және COVIDx бойынша тексерілді. Оқу нәтижелері, визуализациялар мен салыстырмалы талдау ұсынылған, сондай-ақ шектеулер мен жақсарту бағыттары, мультимодальды деректерді және self-supervised оқытуды қолдану мәселелері талқыланады. Модельдерді Dice, IoU, Accuracy және F1-score көрсеткіштері бойынша эксперименттік салыстыру жүргізілді.

Негізгі сөздер: Сегментация, тану, медициналық бейнелер, нейрондық желілер, U-Net, терең оқыту.

Development and Research of Segmentation and Object Recognition Algorithms on Medical Images Based on Neural Networks

A. Narynbay

Higher School of Information Technologies and Engineering, International University of Astana, Astana, Kazakhstan

Abstract. This paper discusses the application of neural network architectures for segmentation and object recognition tasks on medical images. The base models used are U-Net, Attention U-Net, DeepLabv3+, and EfficientNet, tested on open medical datasets BraTS, ISIC, and COVIDx. The results of training, visualization, and comparative analysis are presented, and limitations and directions for improvement are discussed, including the use of multimodal data and self-supervised learning. Experimental comparison of models is conducted based on the Dice, IoU, Accuracy, and F1-score metrics.

Keywords: Segmentation, recognition, medical images, neural networks, U-Net, deep learning.