

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ВРАЧЕБНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПНЕВМОНИИ НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Кошеленков А.Н.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Дик С.К. – к.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедры ИКТ

Аннотация. Экспериментально исследовано функционирование систем поддержки принятия врачебных решений (СППВР) для диагностики пневмонии на базе компактных сверточных нейронных сетей. Установлено, что алгоритмическое смещение порога классификации позволяет избежать ложноотрицательных результатов. Предложена методика визуального контроля решений нейросети при помощи алгоритма градиентного картирования (Grad-CAM).

Ключевые слова: системы поддержки принятия врачебных решений, сверточные нейронные сети, искусственный интеллект, диагностика пневмонии

Введение. Широкая область применения систем искусственного интеллекта в лучевой диагностике, построенных на базе сверточных нейронных сетей (СНС), которые имеют тенденцию выступать в роли «черного ящика», выдвигают задачу обеспечения прозрачности и интерпретируемости результатов на одно из первых мест.[1].

В данной статье автором показано, что применение методов визуализации логики ИИ повышает качество функционирования СППВР, что, в свою очередь, может предотвратить врачебные ошибки при массовом клиническом скрининге.

Основная часть. В качестве базовой архитектуры использована сверточная нейронная сеть ResNet-50, предварительно обученная на наборе данных ImageNet (метод Transfer Learning). Выбор данной модели обусловлен наличием остаточных связей, которые решают проблему затухания градиента и обеспечивают высокую эффективность извлечения признаков из медицинских изображений.

Обучение и валидация алгоритма проводились на базе открытого верифицированного набора данных Chest X-Ray Images, содержащего более 5000 рентгенограмм. Процесс подготовки данных включал нормализацию пиксельных значений и аугментацию (повороты, масштабирование) для повышения обобщающей способности модели. Классификационный блок сети был модифицирован путем добавления слоев глобального усредняющего пулинга (Global Average Pooling) и регуляризации Dropout для предотвращения переобучения.

Ключевым требованием к медицинским системам является их прозрачность. Для перевода нейросети из категории «черного ящика» в разряд объяснимого искусственного интеллекта (ХАИ) в программный контур интегрирован метод Grad-CAM. Данный алгоритм анализирует градиенты целевого класса, поступающие в последний сверточный слой, и формирует тепловую карту активации. Эта карта накладывается непосредственно на исходный рентгеновский снимок, подсвечивая наиболее значимые для сети пиксели. Таким образом, врач получает возможность сопоставить вывод математической модели с реальными клиническими проявлениями патологии.

Для оценки качества работы разработанной интеллектуальной системы использовались стандартные метрики бинарной классификации. Результаты тестирования на отложенной выборке приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты оценки диагностической эффективности нейросетевой модели

Наименование показателя	Вычисленное значение, %
Общая точность (Accuracy)	89,26
Чувствительность (Recall)	96,79
Специфичность (Specificity)	81,45
Прогностическая ценность положительного результата (PPV)	88,30

Анализ метрик показывает, что алгоритм обладает высокой чувствительностью (96,79%), что является критически важным параметром для скрининговых медицинских задач. Система успешно выявляет абсолютное большинство случаев заболевания, минимизируя риск пропуска пациентов с пневмонией.

Заключение. Разработана программная архитектура системы поддержки принятия врачебных решений, позволяющая осуществлять потоковую обработку рентгеновских снимков. Доказано, что интеграция алгоритмов классификации на базе ResNet-50 и методов пространственной локализации (Grad-CAM) формирует комплексный диагностический инструмент. Отсутствие скрытой логики благодаря тепловому картированию повышает уровень доверия медицинского персонала к автоматизированному анализу и делает возможным применение системы в условиях экспресс-диагностики.

Список литературы

1. Владимирский А. В., Морозов С. П. Искусственный интеллект в лучевой диагностике: основные положения и рекомендации. – М., 2022. – 112 с.
2. Selvaraju R. R. [et al.] Grad-CAM: Visual Explanations from Deep Networks via Gradient-based Localization // *International Journal of Computer Vision*. – 2020. – Vol. 128, № 2. – P. 336–359.
3. Kermany D. S. [et al.] Identifying Medical Diagnoses and Treatable Diseases by Image-Based Deep Learning // *Cell*. – 2018. – Vol. 172, № 5. – P. 1122–1131.
4. Стануль А. А. Анализ эффективности применения сверточных нейронных сетей в медицине // *Znanstvena misel journal*. – 2019. – Vol. 1, № 35. – P. 47–60.

UDC 004.89:004.032.26:61

INTELLIGENT CLINICAL DECISION SUPPORT SYSTEM FOR PNEUMONIA DIAGNOSIS BASED ON CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

Koshelenkov A.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Dik S.K. – Cand. of Sci.(Phys. and Math.), associate professor, Head of the Department of engineering and computer graphics

Annotation. Experimental study of the functioning of clinical decision support systems (CDSS) for diagnosing pneumonia based on compact convolutional neural networks. It was found that algorithmic shifting of the classification threshold avoids false-negative results. A method for visual control of neural network decisions using the gradient mapping algorithm (Grad-CAM) is proposed.

Keywords: clinical decision support systems, convolutional neural networks, artificial intelligence, pneumonia diagnosis