

# ЦИФРОВАЯ РАДИОЛОГИЯ, ТЕЛЕРАДИОЛОГИЯ

## DIGITAL IMAGING, TELERADIOLOGY

### ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ В РЕНТГЕНОЛОГИИ

А. К. Денисов, А. И. Мазуров

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», Санкт-Петербург, Россия  
НИПК «Электрон», Санкт-Петербург, Россия

В данной работе представлен обзор основных тенденций использования алгоритмов глубокого обучения в рентгенологии. Выделены основные направления, описаны результаты и перспективы применения. В качестве примера представлена текущая исследовательская работа на базе НИПК «Электрон», посвященная разработке фильтра для подавления шумов на базе сверточной нейронной сети.

### DEEP LEARNING IN X-RAY DIAGNOSTICS

Aleksei K. Denisov, Anatoly I. Mazurov

St. Petersburg NIUITMO «ITMO», St. Petersburg, Russia  
NIPK «Electron», St. Petersburg, Russia

This paper provides an overview of the main trends in deep learning algorithms used in radiology. The main types of systems are defined, the results and prospects of application are described. What is more, the current research conducted at NIPK «Electron» is presented. The research is dedicated to the development of a denoising filter based on a convolutional neural network.

**Цель исследования:** определение направления разработок и достигнутых результатов в области использования методов глубокого обучения в рентгенологии на основании результатов аналитического обзора, а также демонстрация результатов собственных исследований в области подавления шумов на рентгенограммах.

**Материалы и методы.** Изучение более 50 источников литературы выявило четыре направления разработок в области применения сверточных нейронных сетей в рентгенограммах:

- 1) улучшение качества изображения на цифровых рентгенограммах, в том числе, подавление шумов, увеличение четкости, исключение рассеянного излучения (виртуальный растр) и др.;
- 2) системы компьютерной поддержки рентгенолога (CAD), которые используются для детектирования и сегментации возможных патологий на рентгенограммах;
- 3) системы автоматической постановки диагноза (CADx), в том числе с составлением письменного заключения;
- 4) автоматический скрининг грудной клетки и молочной железы (норма-патология).

**Результаты.** В последние годы можно наблюдать значительное увеличение роли глубокого обучения в компьютерной диагностике в целом и в медицинской диагностике в частности [1–6]. Анализ научных публикаций показал, что нейронные сети широко используются в САД-системах, которые позволяют более точно интерпретировать цифровые снимки и снизить количество ошибок в постановке диагноза из-за недостаточной квалификации, субъективности и усталости рентгенологов. САД упрощают обнаружение патологии, наметилась тенденция в достижении точности извлечения диагностической информации, превосходящей возможности человека. Задача анализа изображения преобразуется в задачу распознавания структур, что является полным изменением парадигмы. Стали возможными обнару-

жение и классификация рака молочной железы; обнаружение легочных узелков (в том числе, за ребрами) и их классификация; обнаружение тонких трещин костей; обнаружение рака предстательной железы; обнаружение симптомов COVID-19 на рентгенограммах грудной клетки и др. Использование глубокого обучения в скрининге обеспечивает чувствительность более 85% и специфичность более 95%. Широкое применение глубокого обучения для улучшения качества изображений, в частности подавления шумов, также широко используется в рентгенодиагностике. В НИПК «Электрон» проводятся исследования основных архитектур нейронных сетей для задач подавления шумов, анализ метрик для обучения, а также создание датасетов для наиболее эффективного обучения. Результатом данной работы на текущий момент является создание прототипа фильтра для шумоподавления на основе сверточной архитектуры FFDNet [7].

**Заключение.** Ожидается, что применение глубокого обучения в течение нескольких десятилетий станет одним из основных направлений исследований в рентгенологии.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Lee J.G. et al. Deep Learning in Medical Imaging: General Overview // *Korean Journal of Radiology*. 2017. Vol. 18, No. 4, pp. 570–584.
2. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation // *Bildverarbeitung für die Medizin*, 2017.
3. Litjens G. et al. A survey on deep learning in medical image analysis // *Medical Image Analysis*, 42, 2017, pp. 60–88.
4. Shin H.-C. et al. Learning to Read Chest X-rays: Recurrent Neural Cascade Model for Automated Image Annotation // *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2016.
5. Мелдо А.А., Уткин Л.В., Трофимова Т.Н., Рябинин М.А., Моисеенко В.М., Шелехова К.В. Новые подходы к разработке алгоритмов искусственного интеллекта в диагностике рака легкого // *Лучевая диагностика и терапия*. 2019. № 1. С. 8–18. [Meldo A.A., Utkin L.V., Trofimova T.N., Ryabinin M.A., Moiseenko V.M., Shelekhova K.V. New approaches to the development of artificial intelligence algorithms in the diagnosis of lung cancer. *Radiation diagnostics and therapy*, 2019, No. 1, pp. 8–18 (In Russ.).]
6. Блинов Д.С., Любищева А.Е., Варфоломеева А.А., Камышанская И.Г., Блинова Е.В. Нейросетевая интерпретация рентгенологического изображения грудной клетки: современные возможности и источники ошибок // *Проблемы стандартизации в здравоохранении*. 2019. № 9–10. [Blinov D.S., Lobishcheva A.E., Varfolomeeva A.A., Kamyshanskaya I.G., Blinova E.V. Neural network interpretation of chest X-ray image: modern possibilities and sources of errors. *Problems of standardization in health care*, 2019, No. 9–10 (In Russ.).]
7. Tassano M., Delon M., Veit T. An Analysis and Implementation of the FFDNet Image Denoising Method // *Image Processing On Line*. 2019. Vol. 9, pp. 1–25.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 25.01.2021 г.

Контакт/Contact: Денисов Алексей Константинович, zeanf@gmail.com

### Сведения об авторах:

Денисов Алексей Константинович — аспирант, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»; 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49, лит. А;  
Мазуров Анатолий Иванович — кандидат технических наук, руководитель отдела по науке ЗАО «Научно-исследовательская производственная компания «Электрон»; 197758, Ленинградская ул., д. 52А.