

УДК 004.891.3

П.М. Радюк, А.В. Бармак, Ю.В. Крак

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ПНЕВМОНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Ключевые слова: ранняя диагностика, пневмония, сверточная нейронная сеть, выделение признаков, рентгеновский снимок грудной клетки, визуальный анализ, карты активации классов.

Введение

В настоящее время пневмония — одно из наиболее серьезных легочных заболеваний во всем мире. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения ежегодно сообщается почти о двух миллионах смертей от пневмонии [1]. Тяжелая пандемия коронавируса COVID-19 с начала 2020 года еще больше усилила летальный исход легочных заболеваний. Численные клинические исследования подтвердили, что инфекция COVID-19 вызывает тяжелую форму пневмонии у большого количества людей [2]. В то же время бактериальные и вирусные патогены вызывают разные формы пневмонии, что требует различных подходов к лечению. И хотя бактериальная пневмония немедленно лечится антибиотиками, вирусный тип этого заболевания требует экстренной вспомогательной помощи, что делает критически важной своевременную и точную диагностику пневмонии [3].

Определим, что результат диагностирования пневмонии на рентгенограммах возможен в трех основных состояниях: абсолютно здоровые легкие без видимых проявлений заболевания, однозначно пневмония с яркими проявлениями на картинке, и промежуточное состояние, при котором признаки пневмонии представлены нечетко [4, 5]. При этом рентген грудной клетки можно делать в профилактических целях, или же при первых подозрениях на раннее проявление вирусного заболевания.

В основном выявить пневмонию на начальных этапах развития можно, сравнивая снимки, сделанные с интервалом 1–2 дня [6]. Однако существенным недостатком рентгенограмм, как средства ранней диагностики вирусной пневмонии, является ограниченная цветовая гамма, состоящая из различных оттенков серого. Кроме того, в связи с высокой интенсивностью длины белой волны на фотопленке жидкость в легких на стадии прилива достаточно сложно идентифицировать как плотную и твердую ткань [7]. Поэтому профилактические действия по выявлению вирусной пневмонии осложняются ограниченной цветовой гаммой рентгенограмм, и, как следствие, слабым выражением признаков заболевания на снимке. Другим серьезным затруднением выявления пневмонии на ранней стадии является человеческий фактор. Радиологи должны обладать обширным опытом и четким зрением, чтобы различить неоднородное цветовое распределение воздуха в лег-

26. Löfstedt, T., Brynolfsson, P., Asklund, T., Nyholm, T., Garpebring, A. Gray-level invariant Haralick texture features. *PLoS ONE*. 2019. **14**, N 2. P. e0212110. DOI:10.1371/journal.pone.0212110.
27. Vamsha Deepa, N., Krishna, N., Hemanth Kumar, G. Feature extraction and classification of X-Ray lung images using Haralick texture features: Proceeding of Smart and Innovative Trends in Next Generation Computing Technologies, NGCT-2017, Singapore, June 09, 2018. Springer Singapore, 2018. **828**. P. 899–907. DOI:10.1007/978-981-10-8660-1_68.
28. Selvaraju, R.R., Cogswell, M., Das, A., Vedantam, R., Parikh, D., Batra, D. Grad-CAM: Visual explanations from deep networks via gradient-based localization. *International Journal of Computer Vision*. 2020. **128**, N 2. P. 336–359. DOI:10.1007/s11263-019-01228-7.
29. Irvin, J., Rajpurkar, P., Ko, M., Yu, Y., Ciurea-Illcus, S. et al. CheXpert: A large chest radiograph dataset with uncertainty labels and expert comparison: Proceedings of the 33d AAAI Conference on Artificial Intelligence 2019, Honolulu, Hawaii, USA, 27 Jan - 1 Feb 2019. AAAI.org, 2019. P. 590–597. DOI:10.1609/aaai.v33i01.3301590.
30. Manziuk, E.A., Barmak, A.V., Krak, Y.V., Kasianiuk, V.S. Definition of information core for documents classification. *Journal of Automation and Information Sciences*. 2018. **50**, N 4. P. 25–34. DOI:10.1615/JAutomatInfScien.v50.i4.30.
31. Krak, I.V., Kryvonos, I.G., Barmak, O.V., Ternov, A.S. An approach to the determination of efficient features and synthesis of an optimal band-separating classifier of dactyl elements of sign language. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2016. **52**, N 2. P. 173–180. DOI:10.1007/s10559-016-9812-7.
32. Krak, I.V., Kudin, G.I., Kulyas, A.I. Multidimensional scaling by means of pseudoinverse operations. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2019. **55**, N 1. P. 22–29. DOI:10.1007/s10559-019-00108-9.
33. Kryvonos, I.G., Krak, I.V., Barmak, O.V., Kulias, A.I. Methods to create systems for the analysis and synthesis of communicative information. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2017. **53**, N 6. P. 847–856. DOI:10.1007/s10559-017-9986-7.
34. An approach to early diagnosis of pneumonia on individual radiographs based on the CNN information technology [Electronic resource]. GitHub, Inc. 2020. Resource access mode: <https://github.com/soolstafir/An-Early-Diagnosis-of-Pneumonia-on-Individual-Radiographs>.

Получено 26.01.2021

После доработки 20.04.2021