

18. Aeroallergen sensitization, serum IgE and eosinophilia as predictors of response to omalizumab therapy during the fall season among children with persistent asthma/ W. J. Sheehan, R. Z. Krouse, A. Calatroni [et al.]// J Allergy Clin Immunol Pract.- 2020.- Vol. 8 (9).- P. 3021-3028.
19. Kamayev A.V. Kriterii otbora pediatricheskikh patsiyentov dlya bazisnoy terapii omalizumabom kak glavnyy faktor dolgosrochnogo podderzhaniya kontrolya tyazhelyoy bronkhial'noy astmy/ A.V. Kamayev, I.V. Makarova, O.V. Trusova// Pediatriya.- 2018.- T.97.- №2.- S. 61-74.
20. Dlitel'nyy kurs terapii omalizumabom u detey s tyazhelyoy persistiruyushchey nekontroliruyemoy bronkhial'noy astmoy: otsenka rezul'tatov po dannym lokal'nogo registra/ Ye.A. Vishnova, L.S. Namazova-Baranova, Ye.A. Dobrynina [i dr.]// Pediatricheskaya farmakologiya.- 2018.- T.15.- №2.- S. 149-158.
21. Kurochkina M.V. Opyt primeneniya preparata omalizumab (ksolar) v terapii tyazhelyoy atopicheskoy nekontroliruyemoy bronkhial'noy astmy u detey v Chelyabinskoy oblasti/ M.V. Kurochkina, A.A. Batrakova// Pediatricheskiy vestnik Yuzhnogo Urala.- 2018.- №2.- S. 41-45.
22. Omalizumab: opyt primeneniya u detey s tyazhelyoy bronkhial'noy astmoy, prozhivayushchikh v Rostovskoy oblasti/ O.Ye. Semernik, A.A. Lebedenko, T.D. Tarakanova [i dr.]// Allergologiya i immunologiya v pediatrii.- 2019.- №3 (58).- S. 33-38.
23. Fu Z. Efficacy and safety of omalizumab in children with moderate-to-severe asthma: a meta-analysis/ Z. Fu, Y. Xu, C. Cai// J Asthma.- 2021.- Vol. 58 (10).- P. 1350-1358.
24. Novik G.A. Bolezn'- modifitsiruyushchaya terapiya bronkhial'noy astmy: mesto omalizumaba/ G.A. Novik, S.N. Avdeyev, YU.V. Solovkina// Pul'monologiya.- 2020.- №30 (6).- S. 822-830.
25. Exercise as medicine in multiple sclerosis-time for a paradigm shift: preventive, symptomatic, and disease-modifying aspects and perspectives/ U. Daglas, M. Langescov-Christensen, E. Stenager [et al.]// Curr Neurol Neurosci.- 2019.- Vol. 19(11).- P.88.
26. Pediatric use of omalizumab for allergic asthma/ G. Battista Pagno, R. Castagnoly, S. Arasi Chiappini [et al.]// Expert Opin Biol Ther.- 2020.- Vol. 20 (7).- P. 695-703.

УДК 616-073.75

© Коллектив авторов, 2022

С.Ф. Нурлыгаянов¹, О.В. Верзакова¹, А.И. Габитов², И.В. Верзакова¹, А.Т. Бикмеев²
**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИАГНОСТИКИ
 ВНУТРИГЛАЗНЫХ ОПУХОЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО
 ИНТЕЛЛЕКТА И КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ**

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

²ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Уфа

Цель исследования: оценка эффективности диагностики программного решения, определяющего опухоли глаза на снимках компьютерной томографии (КТ).

Материал и методы. В статье представлены этапы разработки программного решения, определяющего опухоли глаза на снимках КТ. Сравнивалась эффективность работы врача-рентгенолога и программного обеспечения в диагностике внутриглазных опухолей.

Результаты и обсуждение. В ходе исследования разработаны этапы программного решения по диагностике внутриглазных опухолей на КТ с использованием метода сравнения гистограмм. Эффективность искусственного интеллекта составила 62,5% – врач выявил 8 снимков КТ с опухолью глаз, а программное решение – лишь 5.

Заключение. По результатам исследования выявлены недостатки метода гистограмм, которые стали причиной низкой эффективности программного решения при диагностике опухолей глаза по сравнению с эффективной работой врача-рентгенолога.

Ключевые слова: искусственный интеллект, опухоль глаза, компьютерная томография.

S.F. Nurlygayanov, O.V. Verzakova, A.I. Gabitov, I.V. Verzakova, A.T. Bikmееv
**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE DIAGNOSIS OF
 INTRAOCULAR TUMORS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND COMPUTED
 TOMOGRAPHY**

Purpose: development of a software solution that identifies eye tumors on computed tomography (CT) images.

Material and methods. The article provides an overview of the stages of developing a software solution that identifies eye tumors on CT scans. Comparison of the effectiveness of a radiologist and a software solution.

Results and discussion. During the study, the stages of a software solution for the diagnosis of intraocular tumors on CT using the histogram comparison method were developed, the effectiveness of artificial intelligence was 62.5%, the doctor identified 8 CT images with an eye tumor, the software solution revealed only 5.

Conclusions. According to the results of the study, the shortcomings of the histogram method were revealed, which caused the low efficiency of the software solution in the diagnosis of eye tumors, compared with the effectiveness of the radiologist.

Key words: artificial intelligence, eye tumor, computed tomography.

Системы искусственного интеллекта становятся неотъемлемой частью нашей жизни, не исключая и отрасль здравоохранения. На сегодняшний день уже существуют высокоинтеллектуальные устройства, которые могут повысить точность диагностики, прогно-

зировать течение болезни, составлять индивидуальный план лечения и реабилитации. В последние годы метод глубокого машинного обучения привлекает большое внимание специалистов. Алгоритмы глубокого обучения могут автоматически изучать представленные

инструментальные данные без необходимости предварительной оценки специалистами (людьми). Этот подход, основанный на анализе инструментальных данных, позволяет использовать определение более абстрактных функций, делая их более информативными и обобщенными. Таким образом, глубокое обучение может автоматически определять фенотипические характеристики тканей человека, обещая существенное увеличение скорости диагностики и улучшение клинической помощи [1].

Офтальмология находится на этапе революционных изменений в скрининге, диагностике и лечении глазных заболеваний. Цифровая трансформация здравоохранения способствует появлению компьютерных технологий, известных как «глубокое обучение» (DL), которые могут изменить концепцию офтальмологической практики.

Среди новообразований органа зрения внутриглазные опухоли занимают второе место, большинство из них злокачественные [2]. Среди интраокулярных опухолей чаще всего встречаются опухоли нейроэктодермального, миогенного генеза. Не во всех офтальмологических клиниках и центрах возможен анализ компьютерных томограмм (КТ) при опухолях глаза, что обуславливает необходимость разработки новейших технологий диагностики с помощью искусственного интеллекта. В частности, нашей основной целью является разработка программного обеспечения, определяющего опухоли глаза на снимках КТ с точностью не менее 90%.

Цель исследования – оценка эффективности диагностики программного решения, определяющего опухоли глаза на снимках КТ.

Материал и методы

В настоящее время опухоль (тумор, бластома, новообразование, неоплазма) определяется как патологический процесс, возникающий ввиду изменения генетического аппарата клеток, в результате чего развиваются опухолевый бесконтрольный (автономный) рост и безудержное размножение клеток с потерей их способности к дифференцировке и апоптозу [3]. При этом гистограмма представляет собой «функцию, аргументом которой

являются всевозможные уровни яркости (или интенсивности), а значением является количество точек, которые принимают данный уровень яркости» [4]. Гистограмма позволяет оценить количество и разнообразие оттенков изображения, а также общий уровень яркости.

В исследование включены 100 пациентов, из них 62,3% женщины, 37,7% мужчины в возрасте 50 ± 25 лет. Всем пациентам в период с 01.02.2020 по 10.12.2021 г. проведена КТ черепа.

Результаты и обсуждение

На сериях КТ видны интраокулярные опухоли, которые представляют собой высокоплотные образования, составляющие 20-50 единиц по шкале Хаунсфилда (HU), расположенные внутри полости глазного яблока, с ровными четкими контурами чаще неправильной формы (рис. 1). При этом размеры были вариабельны.

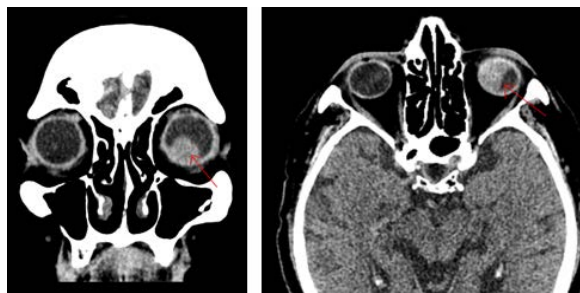


Рис. 1. КТ опухоли глаза

Для определения наличия опухоли нами использовался метод гистограмм. Поскольку опухоль на снимке выглядит более яркой областью относительно здоровой ткани в той же области, предполагается, что гистограмма глаза с опухолью смещена в сторону увеличения интенсивности.

Перед применением метода сравнения гистограмм интенсивности проводилась предобработка снимков: приведение снимка к шкале Хаунсфилда [5]; удаление из снимка объектов, не относящихся к исследованию (рис. 2); восстановление вертикальной ориентации пациента для увеличения точности определений положения глаз (рис. 3); вычисление положения и размера левого и правого глаза (рис. 4); обрезка по заданному размеру (рис. 5-6).

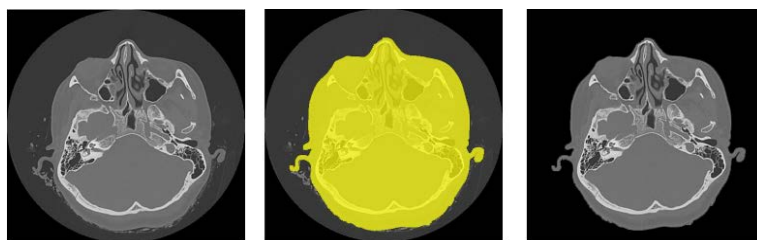


Рис. 2. Очистка изображения

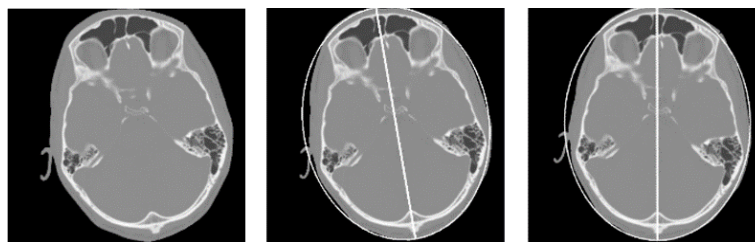


Рис. 3. Восстановление вертикальной ориентации пациента



Рис. 4. Определение положений глаз

В данном случае сравниваются гистограммы для глаз двух здоровых людей (рис. 7). Отчетливо видно сходство между двумя графиками: для здорового глаза наблюдается преобладание количества пикселей с интенсивностью от 0 до 20 по шкале Хаунсфилда. На рис. 8-9 представлены КТ глаза без патологии и глаза с опухолью.

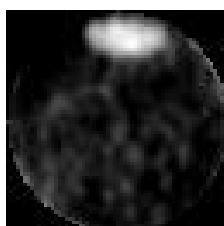


Рис. 5. КТ первого глаза

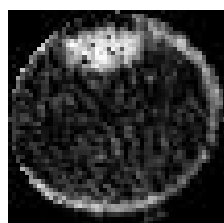


Рис. 6. КТ второго глаза

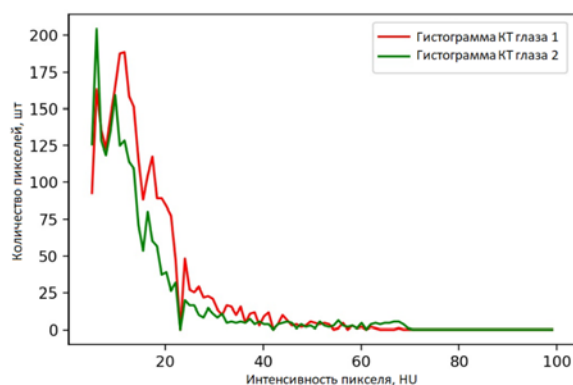


Рис. 7. Гистограмма снимков КТ глаз без патологии

Как видно из рис. 10, наблюдается явное смещение гистограммы в сторону большей интенсивности относительно здорового

глаза. В отличие от параметров гистограммы глаза без патологии, на снимке с опухолью преобладают значения в диапазоне от 20 до 50 единиц по шкале Хаунсфилда, что позволяет определить наличие опухоли.

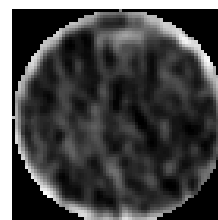


Рис. 8. КТ глаза без патологии

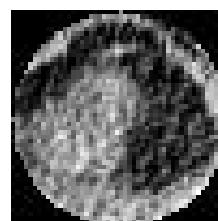


Рис. 9. КТ глаза с опухолью

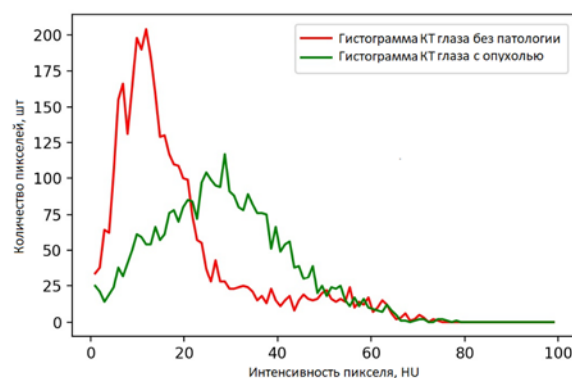


Рис. 10. Сравнительная гистограмма снимков КТ глаза без патологии и глаза с наличием опухоли

Анализ снимков КТ врачом-рентгенологом выявил 8 снимков с опухолью глаз, 92 без патологии глаз. В то же время анализ снимков КТ программным решением на основе метода сравнения гистограмм выявил 10 снимков с опухолью глаз, 90 снимков без пато-

логии. При этом 3 снимка с минимальными размерами опухоли (рис. 11) не были зафиксированы программой, а 5 снимков с артефактами (рис. 12) были определены как опухоли.

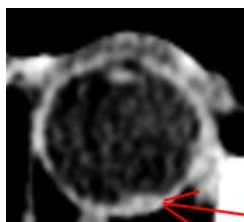


Рис. 11. КТ опухоли глаза

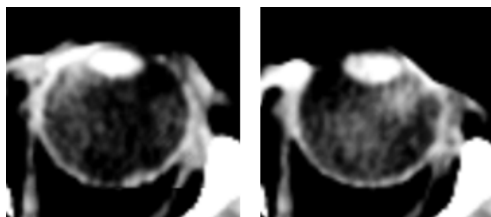


Рис. 12. Артефакты снимка КТ

Эффективность работы врача-рентгенолога по сравнению с эффективностью программного решения при диагностике опухолей глаз на снимках КТ составила 62,5% (8 снимков КТ с опухолью глаз выявил врач-рентгенолог, 5 снимков КТ с опухолью глаз выявило программное решение).

Заключение

Данный метод помогает определить опухоль на снимке при выполнении следующих условий: опухоль должна быть достаточно большого размера, чтобы имело место смещение графика гистограммы и отсутствие артефакта снимка.

Дальнейшие исследования будут направлены на преодоление вышеописанных трудностей и на улучшение работы алгоритма программного решения.

Сведения об авторах статьи:

Нурлыгаянов Салават Фердинантович – аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, ядерной медицины и радиотерапии с курсами ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: agpail66@yandex.ru.

Верзакова Ольга Владимировна – к.м.н., доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, ядерной медицины и радиотерапии с курсами ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: olga_verzakova@yahoo.com.

Габитов Артур Ильдарович – студент кафедры высокопроизводительных вычислительных технологий и систем общенаучного факультета ФГБОУ ВО УГАТУ. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Карла Маркса, д. 12. E-mail: gabitoff.ar@yandex.ru.

Верзакова Ирина Викторовна – д.м.н., профессор, завкафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии, ядерной медицины и радиотерапии с курсами ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.

Бикмеев Александр Тимерзянович – к.ф.-м.н., доцент кафедры высокопроизводительных вычислительных технологий и систем общенаучного факультета ФГБОУ ВО УГАТУ. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Карла Маркса, 12.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петрунина, И.В. Искусственный интеллект в медицинских экспертно-диагностических системах / И.В. Петрунина, В.М. Черепов // Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика: материалы 1-й Международной научно-практической конференции (4-5 декабря 2017 г., Москва). – М.: Государственный университет управления, 2017. – Вып. 3. – С. 338-343.
2. Глазные болезни. Учебник / под ред. В.Г. Копаевой. – 4-е изд. – М.: Офтальмология, 2018. – С. 370-392.
3. Пауков, В.С. Опухоли / под ред. В.С. Паукова // Патологическая анатомия: в 2 т. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – Т. 1. Общая патология. – С. 184-235.
4. Тропченко А.А. Методы вторичной обработки изображений / А.А. Тропченко, А.Ю. Тропченко. Методы вторичной обработки и распознавания изображений. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – С. 10-51.
5. Pérez-García, F. TorchIO: a Python library for efficient loading, preprocessing, augmentation and patch-based sampling of medical images in deep learning / F. Pérez-García, R. Sparks, S. Ourselin // Comput. Methods Programs Biomed. – 2021. – Vol. 208. – P. 106236.

REFERENCES

1. Petrunina I.V., Cherepov V.M. Artificial intelligence in medical expert diagnostic systems. A step into the future: artificial intelligence and the digital economy: materials of the 1st International scientific and practical conference (December 4-5, 2017, Moscow). Moscow: State University of Management; 2017. Issue 3. P. 338-343. (in Russ.).
2. Glaznye bolezni. Uchebnik / pod red. V.G. Kopaevoy. 4th ed. Moscow: Ophthalmology; 2018. P. 370-392. (in Russ.).
3. Paukov V.S. Tumors. Pathological anatomy: in 2 vol. Moscow: GEOTAR-Media; 2020. Vol. 1. P. 184-235. (in Russ.).
4. Tropchenko, A.A., Tropchenko A.Yu. Methods of secondary image processing. Methods of secondary processing and image recognition. St. Petersburg: ITMO University; 2015. P. 10-51. (in Russ.).
5. Pérez-García F., Sparks R., Ourselin S. TorchIO: a Python library for efficient loading, preprocessing, augmentation and patch-based sampling of medical images in deep learning. Comput. Methods Programs Biomed. 2021;208:106236. (in Engl.). doi: 10.1016/j.cmpb.2021.106236.