



Точка зрения

Применение искусственного интеллекта для анализа медицинских данных

Бурсов А.И.¹

Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение успешно применяются в медицине и решают широкий круг задач, постепенно превращаясь из вспомогательного инструмента в хороших помощников медицинского персонала. В основе работы ИИ лежит анализ медицинских данных и их обработка по заданным алгоритмам. В настоящее время анализируются не только данные объективного осмотра и анамнеза пациента, но и результаты анализов и обследований на медицинском оборудовании. Применение подобных инструментов повышает эффективность врача, избавляя его от выполнения ряда рутинных операций, таких как ведение

части медицинской документации и описание нормы при проведении обследований. Одна из значимых проблем применения ИИ в медицине – подготовка корректных медицинских данных для обучения алгоритмов, так как для этого требуется большое количество времени специалистов узкого профиля. Возможным решением видится создание объединенной платформы хранения медицинских данных, где врачи смогут готовить данные для применения ИИ в своей специальности. Это позволит в будущем повысить эффективность применения машинного обучения в медицине благодаря анализу разноплановых данных из различных источников.

Ключевые слова: искусственный интеллект, анализ медицинских данных, машинное обучение в медицине

Для цитирования: Бурсов АИ. Применение искусственного интеллекта для анализа медицинских данных. Альманах клинической медицины. 2019;47(7):630–3. doi: 10.18786/2072-0505-2019-47-071.

Поступила 01.10.2019; доработана 18.11.2019; принята к публикации 26.11.2019; опубликована онлайн 09.12.2019

В настоящее время искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение применяются в различных областях медицины и позволяют решать широкий круг задач: от определения патологии на рентгенологических снимках до постановки диагноза и составления плана лечения на основании данных из истории болезни пациента [1]. В настоящей статье рассматриваются некоторые пути приложения ИИ к анализу различных типов медицинских данных и основные возможности, которые подобные решения предоставляют врачу-клиницисту и пациенту.

Анализ графической информации

Радиология была одним из первых направлений в медицине, где ИИ начали применять для анализа изображений. Врачи-рентгенологи получили возможность обрабатывать изображения в автоматическом режиме, отфильтровывать норму и делать заключения только для снимков, помеченных программой как патологические [2]. Позднее, благодаря накоплению новых данных, системы ИИ научились классифицировать снимки по различным патологиям, определяя то или иное состояние с вероятностью от 0 до 100% [3]. Сегодня происходит переход от ретроспективного анализа к прогностической модели – алгоритмы

Бурсов Андрей Игоревич – советник по информационным технологиям в медицине и здравоохранении¹
✉ 109004, г. Москва, ул. А. Солженицына, 25, Российская Федерация. Тел.: +7 (495) 912 46 14. E-mail: bursov@ispras.ru

учатся определять риск развития таких патологий, как инсульт или распространение метастазов при новообразованиях головы и шеи, до их фактического появления. В перспективе это может способствовать оказанию помощи на раннем этапе заболевания и уменьшению потенциального риска для здоровья [4, 5].

Одна из областей применения ИИ – офтальмология, где алгоритмы машинного обучения используются для поиска патологических изменений на глазном дне: диабетической ретинопатии, возрастной макулярной дегенерации, новообразованных сосудов. На изображениях переднего отрезка глаза распознаются врожденная катаракта, кератоконус, эктазия роговицы [6, 7]. Это позволяет врачу-офтальмологу тратить меньше времени на идентификацию патологии и, потенциально, использовать подобные решения в скрининговых исследованиях.

Искусственный интеллект активно применяется в лабораторной диагностике, микроскопии, микробиологии, патоморфологии. С помощью фото- и видеофиксации можно использовать алгоритмы анализа изображений и машинного обучения для автоматической идентификации тканей, сегментирования отдельных клеток, определения и измерения патологических очагов непосредственно

¹ ФГБУН Институт системного программирования им. В.П. Иванникова РАН; 109004, г. Москва, ул. А. Солженицына, 25, Российская Федерация



в процессе исследования. Подобные результаты нашли широкое применение в таких областях медицины, как онкология, гепатология, кардиология, внося свой вклад в повышение качества диагностики и лечения [8].

Современные системы анализа изображений способны генерировать текстовые описания результатов своей работы, что избавляет специалиста от необходимости писать заключение вручную.

Перспективным направлением для исследований и разработок в области анализа изображений представляется анализ изображений низкого качества и отсканированных с бумажных носителей. Информация, хранимая на бумажных носителях (амбулаторные карты, истории болезни, распечатки исследований), при оцифровке составит более полную картину состояния здоровья пациента. С технологической точки зрения подобные разработки позволят более точно обучать существующие системы ИИ.

Анализ медицинских данных с приборов

Среди наиболее востребованных направлений анализа медицинских данных с приборов выделяется дистанционное снятие и расшифровка электрокардиограммы. Процесс выстраивается следующим образом: пациент использует мобильный кардиограф, устройство передает данные на смартфон, откуда они отправляются в облачное хранилище для расшифровки, после чего заключение и рекомендации приходят на мобильный телефон или электронную почту пользователя [9].

По описанной схеме работают и другие приборы, например, термометры, тонометры и прочие носимые устройства [10, 11], информация с которых может сохраняться и использоваться для последующего анализа [12].

Для дальнейших исследований представляет интерес применение данных с носимых спортивных устройств (пульсометры) в медицинских целях. В настоящее время портативные пульсометры и фитнес-браслеты по точности данных уступают стационарному медицинскому оборудованию. Но ежегодно выпускаются новые модели устройств, что дает основания надеяться на постепенное повышение точности данного класса приборов. Возможность получать и обрабатывать данные о пульсе, сне и активности человека видится важной технологической и медицинской задачей. Таким образом решается вопрос о мониторинге состояния здоровья человека в постоянном режиме (фитнес-браслеты) и периодически, например, во время тренировок несколько раз в неделю

(пульсометры), в отличие от более информативного, но гораздо менее регулярного посещения врача.

Обработка естественного языка

Обработка естественного языка (англ. natural language processing, NLP) – научная область на стыке информатики, ИИ и лингвистики, изучающая проблемы компьютерного анализа и синтеза текстов и речи на естественных языках.

В медицине NLP применяется в нескольких направлениях. Одно из них – семантический анализ медицинских текстов и информационный поиск, когда система анализирует записи врача и категоризирует их по заданным параметрам. Это позволяет машине корректно фильтровать различающиеся формулировки одного и того же диагноза у разных специалистов [13]. Другое направление сопряжено с извлечением информации, то есть обработкой большого объема текстовых данных. В частности, при анализе результатов клинических исследований алгоритм выделяет в тексте термины и темы, а также формирует короткий отчет [14].

К малоизученным направлениям исследований в области анализа естественного языка относится сопоставление и анализ медицинских данных и информации из социальных сетей. Так, если после операции по протезированию коленного сустава пациент решает пробежать марафон, система анализирует профиль пользователя в социальной сети, фиксирует повышение нагрузки и изнашиваемости сустава и отправляет пациенту уведомление о необходимости прохождения контрольного осмотра раньше срока, назначенного врачом.

Анализ речи

Анализ речи используется в логопедии для обнаружения и диагностики речевых нарушений [15, 16]. А в перспективе можно будет проводить количественную оценку улучшения состояния речевых функций пациента в процессе и после лечения (в противовес субъективной оценке динамики).

Другая область применения анализа речи – психиатрия, где с помощью этой технологии определяют уровень стресса [17] и апатии у взрослых [18].

В клинической практике используются голосовые помощники. Они дают возможность перевести речь врача в текст, например, при ведении медицинской документации, или выполнить простейшие действия на компьютере [18, 19].

В настоящее время количество технологий распознавания голоса невелико, наиболее интересным вектором развития этого направления



представляется усовершенствование голосовых помощников для работы с различными языками, акцентами, медицинскими специальностями, в условиях присутствия посторонних шумов и других мешающих факторов.

Проблематика разметки медицинских данных

Для обучения алгоритмов необходимо, чтобы данные, которые они анализируют, были корректно размечены (например, на рентгеновском снимке специалист обрисовывает область затемнения и помечает ее для программы как патологический очаг). Сейчас большинство медицинских данных размечаются врачами в ручном режиме. У этого подхода есть ряд недостатков: децентрализация – отсутствие единой платформы, где врачи могут размечать медицинские данные; дороговизна – высокая стоимость рабочего времени квалифицированного специалиста; отрыв от работы – специалист во время разметки данных не может заниматься лечебной деятельностью; необходимость достаточной квалификации – качественную разметку данных может проводить только специалист узкого профиля.

Возможным решением проблемы видится создание указанной платформы, собирающей медицинские данные из разных источников и позволяющей медицинским работникам размечать их в формате краудсорсинга (мобилизация ресурсов большого количества людей с целью решения определенных задач [20]).

Проблематика внедрения искусственного интеллекта в медицину

Одной из наиболее значимых проблем полноценного внедрения ИИ в медицину остается отсутствие сформированной законодательной базы

и регулирующих органов. Первым шагом к решению данной задачи стал закон о телемедицине, вступивший в силу 1 января 2018 года. Однако на момент написания данной статьи закона, разъясняющего применение ИИ в медицине, не принято.

Следующим проблемным моментом является недостаточность верифицированных медицинских данных и сам подход к верификации, поскольку мнения двух специалистов могут различаться в каждом конкретном клиническом случае, и не представляется возможным приоритизировать решение одного из них (при условии схожести квалификации и опыта работы).

Нельзя не упомянуть трудности, связанные с защитой информации. Наибольшую опасность здесь представляет передача данных с медицинских приборов, так как многие из них обладают низкой степенью защиты, что позволяет третьим лицам не только получать незащищенные медицинские данные, но и подделывать их, саботируя работу медицинского персонала [21].

Заключение

Искусственный интеллект все больше проникает в медицину. Количество коммерческих компаний, разрабатывающих технологические решения для нужд здравоохранения, растет с каждым годом. Уже сейчас ИИ может стать хорошим помощником врача для определения одной или нескольких патологий. К сожалению, область применения ИИ преимущественно ограничивается решением точечных проблем. Это связано с малым количеством верифицированных данных, низкой степенью защиты медицинских приборов и отсутствием законодательной базы. В перспективе наибольшую эффективность будут иметь системы, способные комплексно анализировать разноплановые данные из различных источников. ☞

Дополнительная информация

Финансирование

Работа проведена без привлечения дополнительного финансирования со стороны третьих лиц.

Конфликт интересов

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Литература / References

1. Mintz Y, Brodie R. Introduction to artificial intelligence in medicine. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2019;28(2):73–81. doi: 10.1080/13645706.2019.1575882.
2. Amisha, Malik P, Pathania M, Rathaur VK. Overview of artificial intelligence in medicine. *J Family Med Prim Care.* 2019;8(7):2328–31. doi: 10.4103/jfmpc.jfmpc_440_19.
3. Choy G, Khalilzadeh O, Michalski M, Do S, Samir AE, Pianykh OS, Geis JR, Pandharipande PV, Brink JA, Dreyer KJ. Current applications and future impact of machine learning in radiology. *Radiology.* 2018;288(2):318–28. doi: 10.1148/radiol.2018171820.
4. Panzarasa S, Quaglini S, Miciceli G, Marcheselli S, Pessina M, Pernice C, Cavallini A, Stefanelli M. Improving compliance to guidelines through workflow technology: implementation and results in a stroke unit. *Stud Health Technol Inform.* 2007;129(Pt 2):834–9.
5. Forghani R, Chatterjee A, Reinhold C, Pérez-Lara A, Romero-Sanchez G, Ueno Y, Bayat M, Alexander JWM, Kadi L, Chankowsky J, Seuntjens J, Forghani B. Head and neck squamous



- cell carcinoma: prediction of cervical lymph node metastasis by dual-energy CT texture analysis with machine learning. *Eur Radiol.* 2019;29(11):6172–81. doi: 10.1007/s00330-019-06159-y.
6. Aeffner F, Zarella MD, Buchbinder N, Bui MM, Goodman MR, Hartman DJ, Lujan GM, Molani MA, Parwani AV, Lillard K, Turner OC, Vemuri VNP, Yuil-Valdes AG, Bowman D. Introduction to digital image analysis in whole-slide imaging: a white paper from the digital pathology association. *J Pathol Inform.* 2019;10:9. doi: 10.4103/jpi.jpi_82_18.
 7. Roach L. Artificial Intelligence. *EyeNet Magazine.* 2017;11:77–83.
 8. Padhy SK, Takkar B, Chawla R, Kumar A. Artificial intelligence in diabetic retinopathy: A natural step to the future. *Indian J Ophthalmol.* 2019;67(7):1004–9. doi: 10.4103/ijo.IJO_1989_18.
 9. Hsieh JC, Hsu MW. A cloud computing based 12-lead ECG telemedicine service. *BMC Med Inform Decis Mak.* 2012;12:77. doi: 10.1186/1472-6947-12-77.
 10. Goumopoulos C. A high precision, wireless temperature measurement system for pervasive computing applications. *Sensors (Basel).* 2018;18(10):3445. doi: 10.3390/s18103445.
 11. Yetisen AK, Martinez-Hurtado JL, Ünal B, Khademhosseini A, Butt H. Wearables in Medicine. *Adv Mater.* 2018;30(33):e1706910. doi: 10.1002/adma.201706910.
 12. Benke K, Benke G. Artificial intelligence and big data in public health. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(12):2796. doi: 10.3390/ijerph15122796.
 13. Chen PH. Essential elements of natural language processing: what the radiologist should know. *Acad Radiol.* 2019;S1076–6332(19):30417–9. doi: 10.1016/j.acra.2019.08.010.
 14. Garg R, Oh E, Naidech A, Kording K, Prabhakaran S. Automating ischemic stroke subtype classification using machine learning and natural language processing. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2019;28(7):2045–51. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.02.004.
 15. Powell ME, Rodriguez Cancio M, Young D, Nock W, Abdelmessih B, Zeller A, Perez Morales I, Zhang P, Garrett CG, Schmidt D, White J, Gelbard A. Decoding phonation with artificial intelligence (DeP AI): Proof of concept. *Laryngoscope Investig Otolaryngol.* 2019;4(3):328–34. doi: 10.1002/lio2.259.
 16. Wu H, Soraghan J, Lowit A, Di Caterina G. Convolutional neural networks for pathological voice detection. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2018;2018:1–4. doi: 10.1109/EMBC.2018.8513222.
 17. Slavich GM, Taylor S, Picard RW. Stress measurement using speech: Recent advancements, validation issues, and ethical and privacy considerations. *Stress.* 2019;22(4):408–13. doi: 10.1080/10253890.2019.1584180.
 18. König A, Linz N, Zeghari R, Klinge X, Tröger J, Alexandersson J, Robert P. Detecting apathy in older adults with cognitive disorders using automatic speech analysis. *J Alzheimers Dis.* 2019;69(4):1183–93. doi: 10.3233/JAD-181033.
 19. Sun O, Chen J, Magrabi F. Using voice-activated conversational interfaces for reporting patient safety incidents: A technical feasibility and pilot usability study. *Stud Health Technol Inform.* 2018;252:139–44.
 20. Хау Дж. Краудсорсинг. Коллективный разум как инструмент развития бизнеса. М.: Альпина Паблишер; 2012. 288 с. [Howe J. Crowdsourcing: Why the power of the crowd is driving the future of business. Crown Business; 2009. 336 p.]
 21. BGU researchers first to show how hackers can dupe radiologists and A.I. software by manipulating lung cancer scans. Ben-Gurion University of the Negev. 04.09.2019 [Internet]. Available from: https://in.bgu.ac.il/en/pages/news/scans_hacking.aspx.

Application of artificial intelligence in medical data analysis

A.I. Bursov¹

Artificial intelligence (AI) and machine learning are successfully used in medicine and solve a wide spectrum of tasks, gradually evolving from an additional tool into good assistants of medical personnel. The AI functioning is based on the analysis of medical data and their managements according to preset algorithms. Currently not only data obtained by objective examination and history assessment of the patient are used, but also results of the laboratory work-up and instrumental investigations. The use of such tools improves a physician's efficacy, releasing him from performance of a number of routine procedures, such as maintenance of a part of medical records and description of normal results of assessments. One of the important challenges of the AI use in medicine is the preparation of correct medical data for algorithm learning that requires a lot of time allocated by subject matter specialists. A potential

solution could be a creation of a unified platform for medical findings archiving, where clinicians would be able to prepare data for the use of AI in their specialties. In future, it would make it possible to improve the efficacy of machine learning in medicine due to analysis of diverse data from various sources.

Key words: artificial intelligence, medical data analysis, machine learning in medicine

For citation: Bursov AI. Application of artificial intelligence in medical data analysis. *Almanac of Clinical Medicine.* 2019;47(7):630–3. doi: 10.18786/2072-0505-2019-47-071.

Received 1 October 2019; revised 18 November 2019; accepted 26 November 2019; published online 9 December 2019

Conflict of interests

The author declares that he has no conflict of interests.

Andrey I. Bursov – Advisor for Information Technologies in Medicine and Healthcare¹
 ✉ 25 A. Solzhenitsyna ul., Moscow, 109004, Russian Federation. Tel.: +7 (495) 912 46 14.
 E-mail: bursov@ispras.ru

¹Ivannikov Institute for System Programming of the Russian Academy of Sciences; 25 A. Solzhenitsyna ul., Moscow, 109004, Russian Federation