

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Д. Н. Борисов¹, С. В. Кульнев¹, В. В. Севрюков¹, И. В. Трошко¹, Р. Н. Лемешкин¹

¹Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AT THE ORGANIZATION OF TREATMENT AND DIAGNOSTIC EVENTS

D. N. Borisov¹, S. V. Kulnev¹, V. V. Sevryukov¹, I. V. Troshko¹, R. N. Lemeshkin¹

¹S. M. Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

Резюме. Автоматизированный анализ изображений и распознавание образов с использованием искусственного интеллекта все чаще применяется в различных областях науки и практики. В области медицины применение искусственного интеллекта на основе нейронных сетей различного типа нашло свое применение при анализе цифровых диагностических изображений, в основном в области рентгенологии и радиологии. Основным критерием, определяющим эффективность применения технологий искусственного интеллекта, является степень чувствительности и специфичности метода, т. е. процент истинно положительных и истинно ложных выдаваемых результатов. При этом окончательное решение о применении результатов диагностики с помощью искусственного интеллекта принимает только медицинский специалист, несущий медицинскую и юридическую ответственность за лечение пациента. При этом основной формой применения искусственного интеллекта в медицине является формирование систем принятия поддержки врачебных решений в медицинских информационных системах. Развитие диагностических систем и систем поддержки принятия врачебных решений на основе нейросетей активно развивается. Это обусловлено повышением точности диагностики и сокращением времени, необходимого для ее проведения. Точность существующих систем достигает 97%, однако на данный момент нет единой диагностической системы поддержки принятия врачебных решений совместимой с информационными системами медицинских организаций. В условиях активной информатизации военного здравоохранения, развития единой медицинской информационной системы военно-медицинской службы и единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения внедрение элементов искусственного интеллекта в клиническую практику обеспечит унификацию и стандартизацию диагностики, повысит качество лечебно-диагностического процесса в подразделениях, частях и организациях медицинской службы ВС РФ.

Ключевые слова: пациент, диагностика, медицинская организация, искусственный интеллект, нейронная сеть, система поддержки принятия врачебных решений

Summary. Automated image analysis and pattern recognition using artificial intelligence is increasingly being used in various fields of science and practice. In the field of medicine, the use of artificial intelligence based on neural networks of various types has found its application in the analysis of digital diagnostic images, mainly in the field of radiology and radiology. The main criterion that determines the effectiveness of the application of artificial intelligence technologies is the degree of sensitivity and specificity of the method, i.e. the percentage of true positive and true false results. In this case, the final decision on the application of diagnostic results using artificial intelligence is made only by a medical specialist who bears medical and legal responsibility for treating a patient. In this case, the main form of application of artificial intelligence in medicine is the formation of systems for making support for medical decisions in medical information systems. The development of diagnostic and medical decision support systems based on neural networks is actively developing. This is due to improved diagnostic accuracy and reduced time required for its implementation. The accuracy of existing systems reaches 97%, but at the moment there is no single diagnostic SPPVR compatible with the information systems of medical organizations. In conditions of active informatization of military health care, the development of a unified medical information system for the military medical service and EHISS, the introduction of AI elements in clinical practice will ensure the unification and standardization of diagnostics, and will improve the quality of the treatment and diagnostic process in the units, units and organizations of the medical service of the Armed Forces of the Russian Federation.

Key words: patient, diagnostics, medical organization, artificial intelligence, neural network, support system for making medical decisions

ВВЕДЕНИЕ

В 2019 г. Президент РФ Владимир Путин подписал национальную стратегию развития искусственного интеллекта (ИИ) на период до 2030 г. поручив Правительству РФ до 15 декабря 2019 года изменить национальную программу «Цифровая экономика» и утвердить федеральный проект «Искусственный интеллект».

ИИ все чаще применяется в различных областях науки и практики. Важность применения ИИ в различных областях науки и сферах прикладных решений неоднократно отмечалась на всех уровнях управления государством в том числе в области обороны, таким образом определение перспектив применения ИИ в системе охраны здоровья военнослужащих является важной и актуальной задачей организации военного здравоохранения.

В интересах медицины (и военной медицины в частности) применение ИИ на основе нейронных сетей различного типа уже нашло свое применение при анализе цифровых диагностических изображений, в основном в области рентгенологии и радиологии.

ЦЕЛЬ

На основе современных тенденций развития информационных технологий в здравоохранении определить перспективные направления применения искусственного интеллекта при организации лечебно-диагностических мероприятий.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящий момент диагностические системы и системы поддержки принятия врачебных решений на основе ИИ активно развиваются. Во многом это обусловлено точностью диагностики, обеспечиваемой данными системами, а также сокращением времени, необходимого для ее проведения.

Наличие достоверных расшифрованных данных с результатами диагностических обследований в электронном виде позволяют создавать действительно надежные и ценные программные продукты, не способные пока заменить врача, но использующиеся в качестве источника «второго мнения».

Например, имеющиеся системы ИИ автоматически выявляют и обращают внимание врача на патологию, позволяют сокращать время и стоимость обследования, проводить дистанционную диагностику.

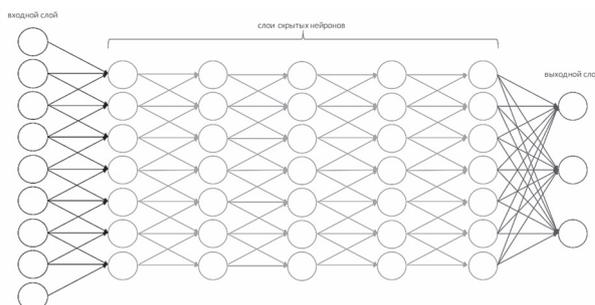


Рис. 2. Схема нейронной сети

Системы ИИ как правило функционируют на основе нейронных сетей. Прототипом для создания нейронных сетей послужили биологические нейронные сети. Все области, которые используются в нейронных сетях для распознавания образов, пришли из вентрального зрительного пути, где каждая маленькая зона отвечает за свою строго определенную функцию.

Простейший элемент структуры нейронной сети, напоминающий клетку мозга — нейрон. Он имеет входные элементы, которые по умолчанию располагаются слева направо, изредка снизу вверх. Слева находятся входные части нейрона, справа выходные части нейрона, что формирует слой.

Подобная система способна выполнять только самые простые операции. Для того, чтобы выполнять более сложные вычисления, нужна структура с большим количеством скрытых слоев между входом и выходом из сети (рис. 2).

Имея входное изображение и возможность классификации на выходе (либо прописанные классы изображений, либо предложение системе классифицировать по признаку, который она сама определит), необходимо подобрать весовые коэффициенты для определения принадлежности к какому-либо классу. Задача эта не линейна и решается методом подбора, где шаг за шагом итеративно уменьшается ошибка до уровня, устраивающего пользователя (в идеале на выходе равная нулю).

Входное изображение попадает в сеть слоев, которые можно назвать фильтрами разного размера и разной сложности элементов, которые они распознают. Эти фильтры составляют некий свой индекс или набор признаков, который потом попадает в классификатор.

В настоящее время выделяется ряд классических задач для распознавания образов:

Определение границ является самой низкоуровневой задачей, для которой уже классически применяются сверточные нейронные сети.

Определение вектора к нормали позволяет реконструировать трехмерное изображение из двухмерного.

Определение объектов внимания — то, на что обратил бы внимание человек при рассмотрении этой картинки.

Семантическая сегментация позволяет разделить объекты на классы по их структуре, ничего не зная об этих объектах, то есть еще до их распознавания.

Семантическое выделение границ — выделение границ, разбитых на классы.

Выделение частей тела человека.

Распознавание отдельных объектов (например, лиц).

Нейронная сеть состоит из нескольких слоев нейронов, на первом из которых осуществляется ввод данных, на последнем — вывод, а промежуточные слои взаимодействия настраиваются так, чтобы обеспечить наилучший вывод результатов.

Сверточный тип нейронной сети используется при необходимости извлечь вывод из данных, намного больших по объему, нежели сам вывод. Извлечение достигается путем уменьшения и преобразования данных с каждым шагом, пока их размер не станет соответствовать размеру вывода. Такие системы используются для обработки цифровых диагностических изображений, а также для обработки потоковой информации (звукозапись, кардиограмма и т.д.).

Изображение разбивается либо на пиксели, либо на некие патчи: 2×2, 3×3, 5×5, 11×11 пикселей на выбор создателей системы, в которой они служат входным слоем в нейронную сеть.

Сигналы с этих входных слоев передаются от слоя к слою с помощью синапсов, каждый из слоев имеет свои определенные коэффициенты. Происходит передача от слоя к слою до результата, определяющего принадлежность картинки к классу. Класс — это группа изображений с единым признаком. Чем больше классов, тем больше сил требуется для обучения нейросети, но тем полнее будет результат.

Одной из целей создания ИИ в организации здравоохранения является создание новой комплексной системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР), которая будет способна не только оперативно диагностировать патологии по визуальным данным, но и встроится в существующие медицинские информационные системы военно-медицинских организаций

СППВР представляет программный комплекс, состоящий из узкоспециализированных консультативно-диагностических модулей с использованием технологий глубокого машинного обучения, которые должны обеспечивать медицинским работникам получение консультативной поддержки в постановке диагноза.

Данное техническое решение предназначено для программно-аппаратных комплексов автоматизи-

рованного анализа тематической медицинской информации в режиме реального времени, обеспечивающее достоверность результатов не ниже 80%. Указанная точность должна достигаться за счет машинного обучения системы — обработки обучающих матриц, содержащих следующие по количеству и составу дата-сеты.

Технической основой СППВР должно стать клиент-серверное решение, в котором основная часть вычислительной нагрузки ложится на серверную часть (back-end).

При этом должны быть предусмотрены базовые решения по обеспечению информационной безопасности, включая идентификацию пользователей, разграничение прав доступа к данным и функционалу (матрица ролей) и т. д., которые впоследствии могут быть вынесены в отдельную подсистему информационной безопасности перспективной информационно-аналитической системы.

В целом, внедрение технологий ИИ на основе нейронных сетей позволит достичь следующих ожидаемых результатов:

В области повышения качества медицинской помощи: технологии ИИ целесообразны для внедрения в существующие и перспективные медицинские информационные системы военно-медицинских организаций как элемент СППВР.

В области совершенствования медицинского контроля (в т. ч. удаленного): анализ данных с носимых медицинских датчиков, в том числе входящих в современные системы экипировки военнослужащих, позволит оценивать функциональное состояние организма и тяжесть ранения.

В области повышения качества диагностики: ретроспективный анализ данных, накопленных в центре обработки данных позволяет выявлять вовремя не диагностированную патологию.

В области военно-медицинской науки в целом: сопоставление больших массивов клинических и диагностических данных с использованием технологий «big data» и ИИ позволит выявлять новые научные закономерности в области здоровья военнослужащих.

В области организации военного здравоохранения: внедрение ИИ в анализ цифровых диагностических изображений повысит качество диагностики и выявляемость актуальных для ВС РФ болезней — в частности, туберкулеза, и онкологических заболеваний.

ВЫВОДЫ

Развитие диагностических систем и систем поддержки принятия врачебных решений на основе

нейросетей активно развивается. Это обусловлено повышением точности диагностики и сокращением времени, необходимого для ее проведения. Точность существующих систем достигает 97%, однако на данный момент нет единой диагностической СППВР совместимой с информационными системами медицинских организаций.

В условиях активной информатизации военного здравоохранения, развития единой медицинской

информационной системы военно-медицинской службы и единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения внедрение элементов ИИ в клиническую практику обеспечит унификацию и стандартизацию диагностики, повысит качество лечебно-диагностического процесса в подразделениях, частях и организациях медицинской службы ВС РФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенова О. Н., Новицкий Р. Э. Медицинская информационная система как объект венчурного инвестирования в IT-технологии для здравоохранения. Менеджер здравоохранения. 2008. № 6. С. 49–52.
2. Бельшев Д. В., Гулиев Я. И., Михеев А. Е. Изменение функциональных требований к МИС в процессе перестройки систем здравоохранения. Врач и информационные технологии. № 4. 2017. С. 6–25.
3. Бельшев Д. В., Гулиев Я. И., Михеев А. Е. Цифровая экосистема медицинской помощи. Врач и информационные технологии. 2018. № 5. С. 4–17.
4. Владимирский А. В. Телемедицина: Curatio Sine Tempora et Distantia. М., 2016. 663 с.
5. Воробьева Е. Е., Корсаков И. Н., Купцов С. М. Использование метода аппроксимации результатов измерений в системе дистанционного мониторинга. Информационные системы и технологии. 2015. № 6 (92). С. 5–11.
6. Грибова В. В., Петряева М. В., Окунь Д. Б., Шалфеева Е. А. Онтология медицинской диагностики для интеллектуальных систем поддержки принятия решений. Онтология проектирования. 2018. Т. 8. № 1 (27). С. 58–73.
7. Гусев А. В., Плисс М. А., Левин М. Б., Новицкий Р. Э. Тренды и прогнозы развития медицинских информационных систем в России. Врач и информационные технологии. 2019. № 2. С. 38–49.
8. Гусев А. В. Государственные закупки программного обеспечения и услуг по информатизации здравоохранения в 2013–2017 гг. Врач и информационные технологии. 2018. № 4. С. 28–47.
9. Гусев А. В. Медицинские информационные системы: состояние, уровень использования и тенденции. Врач и информационные технологии. 2011. № 3. С. 6–14.
10. Иванов В. В. и др. Решение военно-медицинских задач с использованием общего программного обеспечения : учебное пособие. С-Пб.: ВМА, 2017. 185 с.
11. Калачев О. А., Столяр В. П., Куандыков М. Г., Папков А. Ю. Персональные электронные карты военнослужащих и военно-медицинская информационная система. ВМЖ. 2015, № 8. С. 4–10.
12. Карпов О. Э., Клейменова Е. Б., Назаренко Г. И., Силаева Н. А. Автоматизированное проектирование медицинских технологических процессов. Под ред. Г. И. Назаренко. М.: Деловой экспресс, 2016. 200 с.
13. Комплексные показатели как индикаторы уровня здоровья населения промышленного региона Сибири : учебное пособие. Омск: Министерство здравоохранения Омской области, 2010. 234 с.
14. Корсаков И. Н., Воробьева Е. Е., Михайлова А. Г. Дистанционный мониторинг: информационное обеспечение врача. Российский научный журнал. 2015. № 4 (47). С. 336–338.
15. Крайнюков П. Е., Столяр В. П. Военная медицина и цифровые технологии: теория, практика, проблемы и перспективы ВМЖ. 2019, № 6. С. 9–19.
16. Купцов С. М., Корсаков И. Н., Атабаева В. Д., Разнометов Д. А. Выбор мобильных электрокардиографов для системы дистанционного мониторинга «Монитор здоровья». Доктор.Ру. 2014. № 7 (95). С. 18–21.
17. Ляпин В. А. и др. Анализ количественных показателей травматизма военнослужащих в вузе. В сборнике: Физическая культура в системе профессионального образования: идеи, технологии и перспективы. Сборник материалов III всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 118–122.
18. Ляпин В. А. и др. Комплексные показатели заболеваемости населения города Омска. 20 лет системе обязательного медицинского страхования Омской области: достижения и перспективы. Сборник статей. Омск: Имтел; 2013. С. 124–129.
19. Столяр В. П., Крайнюков П. Е. Цифровая медицина: перспективы совершенствования госпитального дела. Информационные и телекоммуникационные технологии. № 34. 2017. С. 12–18.
20. Шелепов А. М. и др. Особенности организации разноместного взаимодействия медицинской службы военного округа, силовых министерств и ведомств в современных условиях. Вестн. Рос. воен.-мед. акад. 2014. № 3 (47). С. 164–171.
21. Шелепов А. М., Благинин А. А., Жуков А. А. Перспективные технологии медицинского обеспечения войск. Воен.-мед. журн. 2013. Т. 334. № 6. С. 92–96.