

Диагноз ставит нейросеть

Фантастика? Отнюдь. В Беларуси это уже реальность



Точный диагноз – залог успешного лечения и выздоровления, говорят специалисты, и с таким утверждением трудно не согласиться. У современных эскулапов для этого, помимо собственного багажа знаний и практического опыта, в наличии высокотехнологичный инструментарий.

А знаете ли вы, что на помощь медикам уже приходит искусственный интеллект? Ученые Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси создали программный продукт, способный почти со стопроцентной точностью поставить диагноз пульмонологическому пациенту. Исследователи надеются, что «почти» – это временно, поскольку нейросеть постоянно развивается и совершенствуется, используя большие базы данных.

Как разглядеть зарождающуюся болезнь в организме, в идеале – на уровне предрасположенности или на самой начальной стадии? Эта проблема всегда волновала медицинских специалистов, особенно тех, кто борется со смертельно опасными болезнями. Здесь печальное первенство за онкологией, а в лидерах онкологических заболеваний неизменно рак легкого.

В Беларуси действует скрининговая программа по его раннему выявлению среди курильщиков. Итоги пилотного проекта подведут в конце 2024 года, но уже очевидно: скрининг позволил увеличить выявление начальной стадии рака легкого в два раза. Что это значит? Все предельно просто – чем раньше известен диагноз, тем у пациента больше шансов на излечение, отметил заместитель директора по научной работе РНПЦ онкологии и меди-

цинской радиологии имени Н.Н. Александрова доктор медицинских наук, профессор, академик Сергей Красный.

Кроме онкологических проблем, массовый скрининг может «сообщить» о подозрениях на туберкулез и прочие патологические процессы в легочной системе. Это крайне важно, поскольку, по утверждениям специалистов, после пандемии COVID-19 заболевания органов дыхания требуют самого пристального внимания.

Но это медицинская точка зрения. Ученые Объединенного института проблем информатики рассматривают накопленный объем скрининговых исследований прежде всего как новые возможности для искусственного интеллекта. Благо давно прошли времена, когда состояние легких изучали на пленочном рентгенографическом снимке.

Василий Ковалёв
создает алгоритмы
и программное обеспечение
нейронных сетей
более 16 лет



Теперь врач-рентгенолог исследует цифровые изображения рентгеновских снимков и компьютерно-томографических диаграмм за компьютером. Информация попадает в общую базу, она постоянно пополняется. Массовый скрининг позволил собрать солидный объем данных, который успешно осваивает искусственный интеллект.

Более того, нейросеть опробовали в деле там, где она нужнее всего: в Республиканском научно-практическом центре пульмонологии и фтизиатрии. Умные алгоритмы по рентгеновским снимкам и КТ-томограммам помогли врачам находить первые признаки заболеваний органов дыхания. Пока это эксперимент, а искусственный интеллект ни в коем случае не выступает в роли доктора – он ставит предварительные диагнозы, являясь системой поддержки врачебных решений.

– Это пока лишь вспомогательный инструмент, – подчеркивает заместитель директора по научной работе РНПЦ пульмонологии и фтизиатрии профессор, доктор медицинских наук Елена Скрыгина. – Конечно, применение новых методов в инженерии нейросетей совершенствует алгоритмы поиска заболеваний легких на снимках, дифференцировка результатов высокая. Тем не менее последнее слово в оценке полученных данных пока остается за врачом-

рентгенологом. Словом, в настоящее время речь не идет о предоставлении всех функций по диагностике заболеваний искусственному интеллекту.

«Последнее слово в оценке полученных данных остается за врачом-рентгенологом».

Осторожность практиков вполне оправдана. Здоровье действительно слишком тонкая и чувствительная материя, чтобы доверить его нейросети. И вряд ли найдутся пациенты, рискнувшие положиться на искусственный интеллект. Хотя кто знает, будь такой выбор. Но, заметьте, это пока. Использование системы, разработанной учеными Объединенного института проблем информатики, оказалось эффективным. Это во-первых. А во-вторых, эксперимент дал ясно понять, что искусственный интеллект все активнее будет вторгаться во все сферы нашей жизни, даже в такие, как медицина. В любом случае, полагает Елена Скрыгина, возможности системы анализа изображений на основе искусственного интеллекта постепенно будут все более востребованы.

С таким мнением точно согласятся в Объединенном институте проблем информатики НАН





Ведущий инженер-программист Дмитрий Павленко

Беларуси. Уже восемь лет на базе этого научного учреждения и Института физиологии функционирует Межведомственный исследовательский центр искусственного интеллекта. Он объединил лучших специалистов в области медицинских, биологических, информационных, технических и физико-математических наук для создания передовых технологий искусственного интеллекта. Диагностика по изображениям легких – одна из таких.

Непосредственно у разработчиков – сотрудников лаборатории анализа биомедицинских изображений Объединенного института проблем информатики – решили выяснить детали: как зарождалась идея, что подтолкнуло к созданию этой технологии?

Наш собеседник – ведущий научный сотрудник кандидат технических наук Василий Ковалёв. Личность неординарная. Математик по образованию, он успел поработать в Южной Корее, Великобритании, Германии и Швеции. В 2007-м вернулся в Беларусь, именно по его инициативе тогда создали лабораторию анализа биомедицинских изображений. Хотя ученый в теме, как говорит он сам, с того времени, когда еще цветных изображений-то не было. И вот уже 16 лет на основе компьютерного моделирования

«обучает» нейронные сети. Понятно, что рабочий инструмент Ковалёва – компьютер. В лаборатории он занимает главное место. Это мощнейшая многоядерная машина, ей по силам быстро обрабатывать огромные объемы информации. Тот пласт, который способна «переварить» эта техника и привести к нужному результату за несколько недель, стандартному собрату придется осваивать полгода.

Не терпится заглянуть в глубь процесса и узнать, как искусственный интеллект ставит диагноз? Давайте попробуем. На первый взгляд все просто и понятно. Нейросеть, располагая большим массивом различных КТ-томограмм легких, анализирует их и выдает заключение, есть ли патологические изменения и какие именно в конкретном образце. Фактически ставит диагноз пациенту. И он, как правило, точен.

– Накоплено около 10 миллионов (!) рентгеновских снимков, – рассказывает наш собеседник. – Это, наверное, самая большая в мире база изображений. Все они аннотированные – технология предполагает, что рентгенолог уже определил предварительный диагноз.

– Почему только относительно недавно нашим ученым удалось завоевать мировое признание в сфере интеллектуальной медицины? – интересуемся.

Рентгеновский снимок



– Сошлись воедино успехи в нескольких областях. Прежде всего, появилась возможность генерировать большие базы данных, – рассказывает Василий Алексеевич. – День, считай, как целый год в начале 2000-х. Общедоступным стал большой массив размеченных изображений, на которых искусственный интеллект может обучаться. Появились мощные вычислительные системы, позволяющие решать ряд сложных задач в компьютерном вычислении и моделировании, а также уже готовые, предобученные нейросети, на которых можно делать свои приложения. Все это позволило создать полноценный программный нейросетевой комплекс для диагностики заболеваний легких.

«Около 10 миллионов (!) рентгеновских снимков – это, наверное, самая большая в мире база изображений».

По словам Василия Ковалёва, самым трудоемким и длительным является процесс обучения искусственного интеллекта. Чтобы система компьютерного зрения корректно классифицировала медицинские изображения, ученые разработали соответствующие алгоритмы в виде программ. Затем они понадобились для работы с большими базами данных. Другими словами, программное обеспечение интеллектуальной системы постоянно совершенствовалось, тем самым создавая дополнительные условия для самообучения нейросети. Результат известен: комплекс способен выявлять очаги патологий не хуже, чем очень опытные медики, которые консультировали разработчиков. По своим характеристикам не уступает лучшим мировым образцам. Наверняка даже в чем-то превосходит. Правда, добиться такого признания достаточно сложно. Впрочем, это дело времени, на наш взгляд.

– Мы не ставили перед собой задачу заменить врача, – говорит заведующий лабораторией анализа биомедицинских изображений ОИПИ НАН Беларуси кандидат технических наук Эдуард Снежко. – Но работа медицинского специалиста в области диагностики различных патологий сложная эмоционально и физически, человеческий фактор нельзя исключать. Компьютерная система работает всегда стабильно,

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Сергей КРУГЛИКОВ,
генеральный директор
Объединенного института
проблем информатики
НАН Беларуси:



– В сфере интеллектуального здравоохранения занимаем высокие позиции в мировом рейтинге, среди лидеров в странах СНГ. Наши алгоритмы обрабатывают рентгеновские снимки, КТ-томограммы, что позволяет уверенно выявлять новообразования в различных органах человека.

Работаем сейчас над созданием платформы искусственного интеллекта. Она позволит объединить всех крупных белорусских игроков для совместного принятия стратегических решений.

причем очень быстро, но заключение, которое она выдает, это лишь как еще одно мнение. Своеобразная механическая рука, с помощью которой врач подтверждает предполагаемый диагноз.

Недавний эксперимент, который провели ученые, лишней раз показал надежность и эффективность искусственного интеллекта, его удивительные возможности выявлять заболевание на самой ранней стадии. Исследователи с помощью нейросетевого комплекса проанализировали солидную базу изображений легких одних и тех же людей, сделанные в разное время. Результаты эксперимента слегка удивили даже разработчиков. Нейросеть на многих старых снимках определила в отдельных сегментах легких патологические изменения, которые в том заключении врача отсутствовали, но появились уже в новом, по результатам недавнего обследования. По мнению ученых, это свидетельствует об особой эффективности нейрокомплекса при ранней диагностике заболевания.

– В перспективе после определенной сертификации наши технологии поддержки решения по диагностике заболеваний могли бы более широко

10 ИНТЕРЕСНЫХ ФАКТОВ О НЕЙРОСЕТИ

- Нейронная сеть – это компьютерный алгоритм, напоминающий по принципу работы человеческий мозг и обладающий способностью к обучению.
- Первая компьютерная модель нейронной сети появилась в 1943 году.
- В 1954 году впервые была предложена сеть, умеющая спонтанно обучаться.
- Мозг человека содержит 10^{11} нейронов. Типичный искусственный нейрон нейросети имитирует свойства биологического нейрона и имеет сходное с ним строение.
- Простейшая нейросеть состоит из трех слоев: сенсорного (принимает информацию извне), ассоциативного (обрабатывает информацию, создает набор ассоциаций) и выходного (выдает готовый результат).
- Современные нейросети состоят из десятков, сотен и даже тысяч слоев.
- Одним из преимуществ современных нейронных сетей является способность успешно решать задачи, опираясь на неполную, искаженную и внутренне противоречивую входную информацию.
- Наиболее популярные задачи, решаемые современными нейросетями сейчас, – распознавание изображений, текстов, речи и сигналов.
- Сегодня существует больше ста тысяч видов нейросетей.
- Один из самых мощных и популярных в нейросетевом программном комплексе – ChatGPT, обладает мультимодальностью. Благодаря этой функции чат-бот, к примеру, может разъяснить собеседнику, в чем заключается шутка на картинке, и дать подробный ее разбор.



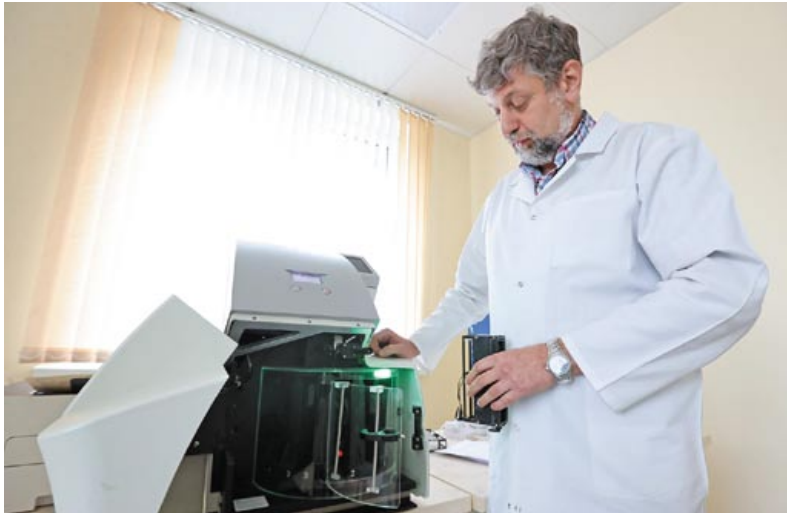
Руководитель лаборатории Объединенного института проблем информатики Эдуард Снежко

внедрить в медицинские информационные системы, которые работают в Беларуси, и тем самым интегрировать их в сферу здравоохранения, – полагает Эдуард Снежко.

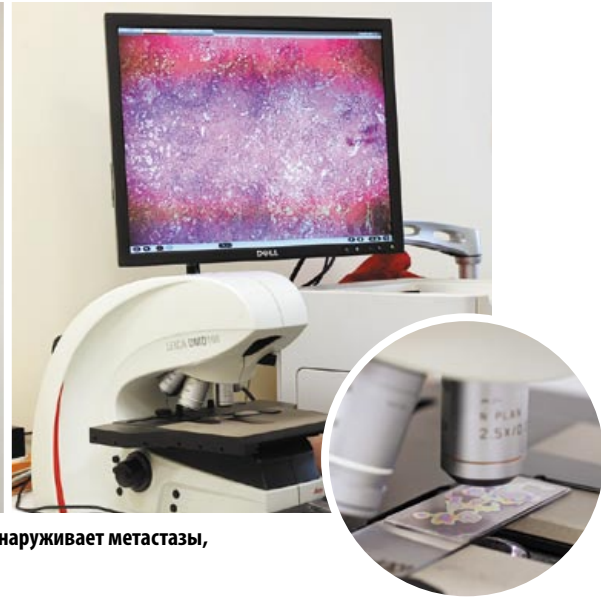
«Мы не ставили перед собой задачу заменить врача».

Ученые неустанно совершенствуют свой программный продукт, параллельно расширяют базу данных для качественного обучения нейронных сетей. Сейчас нейрокомплекс, созданный в Объединенном институте проблем информатики, способен помочь доктору диагностировать заболевания пульмонологического профиля и онкологию, причем, что особенно важно и подчеркнем это еще раз, на самой ранней стадии. С его помощью врачебный прием можно вести дистанционно, консультируя пациента в другом городе или даже стране. Неудивительно, что спрос на интеллектуальное здравоохранение в мире растет, и к белорусской разработке тоже проявляют активный интерес в России, Китае и США. К слову, интеллектуальную нейросистему уже успешно протестировали в Татарстане.

Собственные программные алгоритмы наши ученые неоднократно «проверяли», участвуя в престижных международных соревнованиях по



Доктор медицинских наук Михаил Фридман: интеллектуальная система безошибочно обнаруживает метастазы, оценивает степень агрессивности опухоли



нейросетевым технологиям IBM Open Power в США, Германии и Швеции. Последние пять лет технология распознавания и диагностики медицинских изображений искусственным интеллектом, разработанная командой Василия Ковалёва, уверенно входит в мировой топ-10. Доказательством достойной оценки и признания достижений наших ученых служат их публикации в престижных мировых научных журналах – *Medical Image Analysis* (2019, 2022),

Pattern Recognition and Image Analysis (2021), *Nature Medicine* (2022), высокий индекс цитирования. В 2023 году в Лондоне (издательство Elsevier) вышла книга *Diagnostic Biomedical Signal and Image Processing Applications*, в которой две главы, касающиеся программ защиты информации в нейросетях, написали белорусские ученые Эдуард Снежко, Василий Ковалёв и Дмитрий Павленко.

В лаборатории Минского городского клинического онкологического центра



Что немаловажно, созданные алгоритмы интеллектуальной системы распознавания изображений легких стали основой для новых решений. Успешно тестируют сейчас возможности искусственного интеллекта выявлять микроскопические характеристики рака щитовидной железы. Ученые Объединенного института проблем информатики и специалисты патологоанатомической лаборатории Минского городского клинического онкологического центра создают цифровые копии микропрепаратов (специальным образом подготовленные образцы опухолевой и неизменной ткани) для формирования базы изображений.

– Интеллектуальная система практически безошибочно обнаруживает метастазы, оценивает степень агрессивности опухоли, – делится опытом врач Минского городского клинического онкологического центра доктор медицинских наук Михаил Фридман.

И уточняет, что речь об исследовании биологического материала, который получают в процессе диагностики и лечения пациентов. Интеллектуальная система позволяет анализировать так называемые полнослайдовые изображения, увеличивать или уменьшать детали этих цифровых картинок, вращать в различных плоскостях.

– Известно, что агрессивность опухоли определяется свойствами клеток и теми структурами, в которые опухолевые клетки организуются. Изучение микроскопических деталей позволяет ответить на главные вопросы: это опухоль или другой процесс. Если опухоль, то доброкачественная или злокачественная, в какой степени агрессивная, – говорит Михаил Фридман. – Поиск ключевых характеристик с помощью обычного светооптического микроскопа занимает много времени, и стандартизация этого процесса невозможна. В то время как работа с полнослайдовыми изображениями значительно упрощает процесс, позволяет документировать доказательства, может использоваться в целях обучения, обмена опытом и для создания программ, упрощающих диагностику и избавляющих от ошибок.

«Интеллектуальная система практически безошибочно обнаруживает метастазы».

Врачи за микроскопом проводят значительную часть рабочего времени. Естественно, изрядно устают. Приходится изучать большое количество изображений, дифференцировать их, много информации держать в памяти, чтобы корректно поставить диагноз. То же самое может делать и машина, уверен наш собеседник. Если компьютерная программа сумела победить чемпиона мира по шахматам, то в недалекой перспективе однозначно сможет заменить врача на отдельных, рутинных этапах, полагает доктор Фридман. Особенно это касается анализа полученных данных и какой-то дополнительной информации, на которую не обратит внимание специалист по той или иной причине.

Поэтому на сотрудничество с учеными медики настроены серьезно. Чтобы процесс шел более быстрыми темпами, для лаборатории закупили новей-

шее высокоточное оборудование. Оно «готовит» образец для изучения его искусственным интеллектом. Не будем вдаваться в детали этого довольно сложного процесса, но суть в том, что фрагменты опухолевой ткани окрашиваются в красно-синих тонах. Затем с помощью специального сканера готовится слайд – и полное гистологическое изображение готово. Дальше дело за искусственным интеллектом, который ищет признаки патологических изменений в исследуемом образце. И если они есть, моментально находит. На все про все уходит несколько минут! Врачу для этого потребуется куда больше времени.

– Уже сейчас предлагаются к использованию специальные программы, с помощью которых выделяются так называемые зоны интереса, – говорит доктор медицинских наук Михаил Фридман. – То есть врачу не надо будет пропускать через себя около 90 % малоценной, в общем-то, информации, и он сможет сосредоточиться на изучении именно тех участков, где требуется детальная характеристика патологического процесса. Это позволит здорово экономить время, отдаваемое рутинной диагностике. И даст возможность переключиться на решение более сложных проблем. К примеру, на клеточном уровне отследить, насколько назначенное лечение помогает пациенту справляться с болезнью.

За интеллектуальной медициной, по словам Михаила Фридмана, будущее. Доктор уверен, что в Беларуси созданы условия и есть все возможности для разработки и внедрения методов искусственного интеллекта в повседневную врачебную работу. Но до создания собственного программного продукта пока еще далеко. Тем не менее само участие в такого рода проектах дает возможность белорусским ученым и практикующим врачам не отстать в мировой гонке за лучшее будущее. По крайней мере в сфере, где точность и достоверность оценивается самой дорогой валютой мира – человеческим здоровьем.

Снежана МИХАЙЛОВСКАЯ
Фото Надежды АНДРЕЙЧИК

■ Проект создан за счет средств целевого сбора на производство национального контента