ДИАГНОСТИКА ПОТЕНЦИАЛЬНО-ОПАСНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Богданов Марат Робертович
Шахмаметова Гузель Радиковна
Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Россия

Аннотация

Работа посвящена распознаванию потенциально-опасных физиологических состояний сердечно-сосудистой системы с помощью трансформеров на основе механизма внимания. Разработана мультимодальная система диагностики кардиологических заболеваний, способная распознавать медицинскую информацию в виде текстов, временных рядов и изображений. Показана высокая эффективность предложенного подхода.

Ключевые слова: большие языковые модели, механизм внимания, трансформеры, медицинская диагностика.

Существует ряд редких заболеваний сердечно-сосудистой системы, обусловленных генетическими факторами. Такие нарушения сердечно-сосудистой системы могут протекать безсимптомно и могут стать причиной внезапной сердечной смерти, даже у молодых людей. При этом своевременная диагностика и лечение могут спасти жизнь таких пациентов.

К таким заболеваниям можно отнести, например, синдром удлиненного QT-интервала (LQTS), синдром укороченного QT -интервала, гипертрофическую кардиомиопатию, синдром Бругада и некоторые другие нарушения.

Диагностика подобных заболеваний является сложной задачей. Врач-клиницист имеет дело с мультимодальными данными, например, анамнез является текстом, электрокардиограмма – временным рядом, а рентгеновский снимок – изображением. Кроме того, врачу необходимо учитывать официальные протоколы диагностики и лечения. На основании анализа полученных данных врач формулирует гипотезу о диагнозе и назначает лечение. В процессе лечения пациента диагноз может уточняться, а схема лечения – изменяться.

Целью предлагаемого исследования была разработка методологии автоматизированной диагностики потенциально опасных нарушений сердечно-сосудистой системы. Разрабатываемый подход должен был быть способен работать с мультимодальными данными. Для реализации целей исследования было принято решение использовать трансформеры, основанные на механизме внимания.

Механизм внимания, предложенный Васвани [1], позволяет оценивать информационную значимость различных фрагментов входных данных и определять их влияние на выходные данные. Это особенно ярко проявляется в случае работы с естественными языками, когда входным последовательностям символов (токенам) сопоставляются различные векторы вещественных чисел в зависимости от контекста. Таким образом решается, например, проблема семантической неоднозначности при машинном переводе с одного языка на другой. Оказалось, что в качестве входных данных можно использовать не только последовательности символов, но и фрагменты временных рядов и изображений [2].

В рамках проводимых исследований трансформеры, основанные на механизме внимания были использованы для распознавания мультимодальной медицинской инфорации.

Для распознавания текста (медицинских анамнезов) использовали большую языковую модель Llama, которую дообучили с помощью метода генерации с дополнительной выборкой (Retrieval-Augmented Generation, RAG), когда модель дообучается за счет специально подготовленной базы знаний из профессиональной области.

Для распознавания временных рядов (электрокардиограмм) использовали трансформера Иулиано.

Для распознавания изображений (магниторезонансной томографии) использовали трансформер Досовицкого.

Для проведения вычислительного эксперимента было разработано программное обеспечение на языке Python. Использовали компьютер Intel Core i9, 256 Gb RAM, NVIDIA 3080 Ti.

Результаты

Дообученная по технологии RAG большая языковая модель давала глубокие ответы на поставленные вопросы в области диагностики кардиологических заболеваний.

При распознавании электрокардиограмм с помощью трансормера Иулиано была получена метрика Accuracy 0,93, при распознавании эхокардиограмм и МРТ с помощью трансформера Досовицкого метрика Accuracy составляла 0,97.

Список литературы

1. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N. Attention Is All You Need. arXiv:1706.03762v7 [cs.CL] 2 Aug 2023

2. Богданов М.Р., Шахмаметова Г.Р., Оськин Н.Н. О возможности применения механизма внимания при распознавании заболеваний сердечно-сосудистой системы. Программная инженерия. Том 15, № 11, 2024. С. 578-588. DOI: 10.17587/prin.15.578-588