

¹М. Кабдуллин, ²Л. Найзабаева

¹Институт кибернетики и информационных технологий, Satbayev University, Алматы, Казахстан

²Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан

АНАЛИЗ БИМЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В КАРДИОЛОГИИ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Аннотация. В данной работе представлен метод разработки автоматического анализа биомедицинских изображений, способного помочь врачам в обработке данных, которые требуют длительные временные затраты на обработку изображений. Решение позволит диагностировать заболевания, в том числе в стадии развития болезни, и определять состояния человека, например наличие физической нагрузки в настоящее время. Целью этого исследования было разработать новый эффективный метод обнаружения аритмии с использованием сегментов изображений сигналов ЭКГ. На первом этапе происходит обработка изображений, для выявления шумов на изображении, выделяются категории данных. На второй стадии – выявление нормы, отклонение от нормы и критическое отклонение от нормы, что позволит предсказывать ранее развитие болезни и выявление заболеваний у пациентов.

Ключевые слова: Биомедицинские изображения, кардиология, машинное обучение.

Введение. Анализ наиболее эффективного метода машинного обучения в области, связанной с медицинской сферой, является одной из важнейших в современном мире. Но новые технологии создаются не для замены медицинского персонала. Технологии помогают врачам принимать преимущественно правильные решения. Обученная нейросеть способна заметить присутствие патологий по симптоматике и предлагать лечение, но последнее решение всегда останется за лечащим врачом.

Machine Learning осуществляется на принципах статистических и вычислительных методах, используя различные комбинации, в том числе теорию вероятностей, логику, обучение с подкреплением, статистику, теорию управления, поисковые методы, вычислительную оптимизацию. ML используется почти во всех сферах, обрабатывая всевозможные виды данных (видео, аудио, текст), в предсказание, определение образов, экспертные системы, робототехника и даже игры. [1]

Существуют системы применимые для анализа и обработки медицинских изображений, осуществляющие прогнозирование изображений для разных целей. Но у данных систем есть недостатки в использовании, так как требуют от пользователя квалификации в данной области, также с обработкой изображений можно столкнуться с многочисленными трудностями. И не исключаем, что при выборе алгоритма обработки изображения пользователь рассчитывает только на свои знания и опыт, из этого следует, что метод возможно будет неоптимальным при поставленной задаче, а при переборе многочисленных алгоритмов, потребуются длительные временные затраты на обработку изображений. [2]

В целях оптимального достижения поставленной задачи при проведении обработки изображений и быстрым по сравнению с перебором многочисленных алгоритмов является автоматизированный выбор подходящего алгоритма обработки. Для наиболее точного обнаружения патологий на биомедицинские изображения должна быть использована улучшенная система глубокого зрительного восприятия. [3]

Метод. Для разработки автоматического алгоритма анализа биомедицинских изображений, способных помочь врачам-кардиологам в использовании больших объемов данных и данных, занимающих многочисленные временные затраты при обработке

изображений. Потребуется рассмотреть такие задачи, как диагностирование заболеваний по биомедицинским данным. Помимо изображений самого сердца, в диагностике сердечно-сосудистых заболеваний используются изображения или видеофрагменты капилляров, полученные при помощи цифрового микроскопа. Анализируются форма капилляров и скорость кровотока. Данные о работе сердца получают с помощью электрокардиографии (ЭКГ), из которой можно извлекать данные о вариабельности сердечного ритма (ВСП). Анализ вариабельности сердечного ритма, а также формы волны ЭКГ позволяет диагностировать различные заболевания, в том числе, на ранней стадии, и определять конкретные физиологические состояния, например, наличие физической нагрузки в данный момент. При этом область применения подобного анализа не ограничивается кардиологией, а может быть распространена, например, на психологию. Таким образом, целью нашего исследования является разработка автоматических алгоритмов анализа кардиологических данных, которые превосходят аналоги хотя бы по одному из показателей – точности или скорости, или применимы к новым задачам.

Объектом же исследования выступают биомедицинские изображения самого сердца, формовые волны ЭКГ и изображения капилляров, полученные при помощи цифрового микроскопа. Исследование необходимо базировать на методах математического моделирования, анализа и синтеза биотехнических систем, методах теории статистических решений и методах анализа и обработки изображений.

Таким образом, наша цель — это разработка метода для анализа биомедицинских изображений, обеспечивающей повышение эффективности обнаружения пользователем различных патологий и отклонений от нормы, характерных для здорового изображения. Наше исследование по разработке системы поможет врачам-кардиологам, не только экономить время на обработку данных, но исключает ошибок свойственных человеческому фактору. Разработка алгоритма для поиска отклонений на изображениях с областями с разбиением на набор областей, является новым. Особенно, упрощается процесс обучения системы.

Метод анализа включает алгоритм поиска на изображениях характерных использованных наборов отклонений на определенной области изображения является новым. Предполагается протестировать алгоритм на реальных данных в задаче поиска на сердечных мышцах на анатомические структуры и продемонстрировать точность, сравнимую с аналогами для похожих задач. Но, в отличие от аналогов, улучшенная способность поиска при наличии набора обучающего размеченного изображения.

Поставленный алгоритм способен различать обширный спектр патологических отклонений на биомедицинских изображениях с точностью, позволяющей добиваться лучших результатов по сравнению с аналогами. К тому же обучение классификатора будет проходить быстрее за счет ограничения областей на изображениях с помощью поиска объектов и отсеивание зон не требующих анализов.

Также в метод включен алгоритм разбиения изображения на набор областей, это поможет при обнаружении анатомических сужений кровеносных сосудов, проходящих через сердечную мышцу. Что способствует получению множественных результатов обработки с одного изображения. Не исключением в методе будет алгоритм классификации с обучением по набору объектов, который включает классификации объектов на подмножество подклассы, например, если присутствует классификатор здоровый и больной, полученный из базы кардиограмм, то можно построить классификатор для определенных заболеваний или физиологических отклонений по обучающему примеру (Рис. 1).

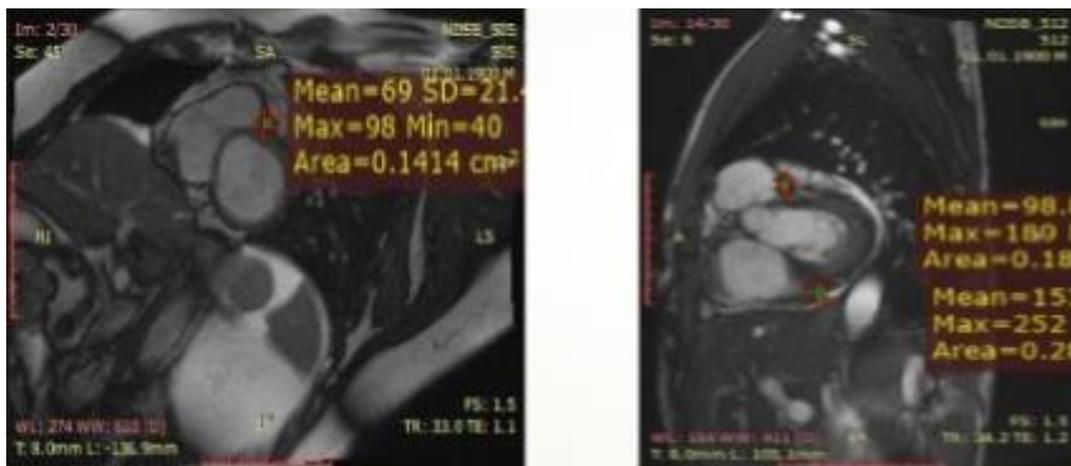


Рисунок 1. Примеры разметки

Это, в частности, важно для задач с редкими заболеваниями и физиологическими отклонениями, для которых невозможно создать огромную обучающую базу. Разработанный алгоритм возможен в использования в профессиональном спорте, особенно, при появлениях состояний перетренировки и оптимальной нагрузке спортсмена.

В рамках разработки метода необходимо учесть следующие критерии:

1. Исходя из описанных ранее алгоритмов автоматизированной системы необходимо, чтобы результаты были более точные.

2. Используя разработанный метод провести ряд экспериментов, которые докажут, что качество диагностических критериев является приемлемым, что позволит наиболее оптимально производить диагностику изображений.

3. Разработанный метод необходимо апробировать в медицинском учреждении.

Заключение. Предлагаемые в работе алгоритмы способны поднять уровень интерактивной диагностики в медицинских учреждениях, работающих с большими данными биомедицинскими изображениями. Будущее исследования в данном направлении включает поиск наиболее эффективного алгоритма диагностических критериев для усовершенствования системы поиска более сложных отклонений. Алгоритм классификаций изображений на базе критериев повысит точность определения распознавания отклонений на биомедицинские изображения. Подходящий характер набора критериев в процессе обучения позволит расширить использование любых объектов, для этого необходимо расширить набор областей, находящихся на изображении и переобучить систему в соответствии с определенными критериями.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Митчелл Т. Машинное обучение, с. 15-17. McGraw-Hill Science, 1997.
- [2] Анисимов Б. Распознавание и цифровая обработка изображений. М.: Высш. школа, 1983. 295 с.
- [3] Gkoulalas-Divanis A., Loukides G., and Sun J. Publishing data from electronic health records while preserving privacy: A survey of algorithms. J. Biomed. Inform., vol. 50, pp. 4–19, Aug. 2014.
- [4] Фландрия А.Э. Медицинское изображение и обмен данными: мы уже там? Рентгенография, вып. 29, с. 165–203, 2009.
- [5] Гонзалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2006. 1072 с.
- [6] Яне Б. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2007. 584с.
- [7] Nasonov A., Krylov A. Image sharpening by grid warping with curvature analysis в сборнике 2019 15th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS), место издания IEEE, с. 262-267 DOI

[8] Nasonov A., Nikolay M., Krylov A. An Investigation of Denoising Parameters Choice in two Perona-Malik Models в сборнике 2019 15th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS), место издания IEEE, с. 61-66

[9] Sagindykov T.B., Brazhe A.R., Sorokin D.V. Preprocessing and Registration of Miniscope-Based Calcium Imaging of the Rodent Brain в журнале International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, том 42, № 2/W12, с. 185-188 DOI

[10] Martin M., Tereza N., David W., Sorokin D.V., Peterlik I., Ulman V., Svoboda D. Toward Robust Fully 3D Filopodium Segmentation and Tracking in Time-Lapse Fluorescence Microscopy в сборнике 2019 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), место издания IEEE, с. 819-823 DOI

[11] Nasonov A.V., Mamaev N.V., Volodina O.S., Krylov A.S. Automatic Choice of Denoising Parameter in Perona-Malik Model в сборнике GraphiCon 2019 Computer Graphics and Vision Proceedings of the 29th International Conference on Computer Graphics and Vision Bryansk, Russia, September 23-26, 2019, серия CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), том 2485, с. 144-147

REFERENCES

[1] Mitchell T. Mashinnoe obuchenie, s. 15-17. McGraw-Hill Science, 1997.

[2] Anisimov B. Raspoznavanie i cifrovaja obrabotka izobrazhenij. M.: Vyssh. shkola, 1983. 295 s.

[3] Gkoulalas-Divanis A., Loukides G., and Sun J. Publishing data from electronic health records while preserving privacy: A survey of algorithms. J. Biomed. Inform., vol. 50, pp. 4–19, Aug. 2014.

[4] Flandrija A. Je. Medicinskoe izobrazhenie i obmen dannymi: my uzhe tam? Rentgenografija, vyp. 29, s. 165–203, 2009.

[5] Gonzales R., Vuds R. Cifrovaja obrabotka izobrazhenij. M.: Tehnosfera, 2006. 1072 s.

[6] Jane B. Cifrovaja obrabotka izobrazhenij. M.: Tehnosfera, 2007. 584s.

[7] Nasonov A., Krylov A. Image sharpening by grid warping with curvature analysis в сборнике 2019 15th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS), место издания IEEE, с. 262-267 DOI

[8] Nasonov A., Nikolay M., Krylov A. An Investigation of Denoising Parameters Choice in two Perona-Malik Models в сборнике 2019 15th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS), место издания IEEE, с. 61-66

[9] Sagindykov T.B., Brazhe A.R., Sorokin D.V. Preprocessing and Registration of Miniscope-Based Calcium Imaging of the Rodent Brain в журнале International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, том 42, № 2/W12, с. 185-188 DOI

[10] Martin M., Tereza N., David W., Sorokin D.V., Peterlik I., Ulman V., Svoboda D. Toward Robust Fully 3D Filopodium Segmentation and Tracking in Time-Lapse Fluorescence Microscopy в сборнике 2019 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), место издания IEEE, с. 819-823 DOI

[11] Nasonov A.V., Mamaev N.V., Volodina O.S., Krylov A.S. Automatic Choice of Denoising Parameter in Perona-Malik Model в сборнике GraphiCon 2019 Computer Graphics and Vision Proceedings of the 29th International Conference on Computer Graphics and Vision Bryansk, Russia, September 23-26, 2019, серия CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), том 2485, с. 144-147.

¹М. Кабдуллин, ²Л. Найзабаева

¹ Кибернетика және ақпараттық технологиялар институты, Satbayev University, Алматы, Қазақстан

²Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы, Қазақстан

МАШИНАЛАРДЫ ОҚЫТУ НЕГІЗІНДЕ КАРДИОЛОГИЯДАҒЫ БИМЕДИЦИНАЛЫҚ БЕЙНЕЛЕРДІ ТАЛДАУ

Андатпа. Бұл жұмыста дәрігерлерге кескінді өңдеуге көп уақытты қажет ететін мәліметтерді өңдеуде көмектесе алатын биомедициналық кескіндерге автоматты талдау жасау әдісі ұсынылған. Шешім ауруларды, оның ішінде аурудың даму сатысында диагноз қоюға және адамның жағдайын, мысалы, қазіргі уақытта физикалық белсенділіктің бар-жоғын анықтауға мүмкіндік береді. Бұл зерттеудің мақсаты ЭКГ сигналдарының кескін сегменттерін қолдана отырып, аритмияны анықтайтын жаңа тиімді әдісті әзірлеу болды. Бірінші кезеңде кескінді өңдеу жүреді, суреттегі шуды

• Физико-математические науки

анықтау үшін мәліметтер категориялары бөлінеді. Екінші кезеңде аурудың ерте дамуын болжауға және науқастардағы ауруларды анықтауға мүмкіндік беретін норманы анықтау, нормадан ауытқу және нормадан критикалық ауытқу.

Негізгі сөздер: биомедициналық бейнелеу, кардиология, машинамен оқыту.

¹**M. Kabdullin**, ²**L. Naizabayeva**

¹ Institute of Cybernetics and Information Technology, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

²The International University of Information Technologies, Almaty, Kazakhstan

ANALYSIS OF BIOMEDICAL IMAGES IN CARDIOLOGY BASED ON MACHINE LEARNING

Abstract. In this work presents a system of an automatic algorithm for analyzing images and other signals that can significantly help cardiologists in processing large amounts of data or data that require significant processing time). The analysis of heart rate variability, as well as the ECG waveform allows you to diagnose various diseases, including at an early stage, and determine specific physiological conditions, for example, the presence of physical activity now. The aim of this study was to develop a new effective method for detecting arrhythmias using image segments of ECG signals. At the first stage, image processing takes place, to identify noise in the image, data categories are allocated. At the second stage, the identification of the norm, a deviation from the norm and a critical deviation from the norm, which will allow predicting the early development of the disease and identifying diseases in patients.

Keywords: Biomedical images, cardiology, machine learning.