

Определений заболеваний сердца на основе ЭКГ с применением нейронных сетей

Ехлаков Эдуард Владимирович

Факультет кибернетики и информационной безопасности, Москва

E-mail: fruha1980@gmail.com

Соавторы: Зайцев К.С.

В медицинской сфере одной из главных задач является раннее выявление и предсказание сердечно-сосудистых заболеваний, которые остаются ведущей причиной смерти в развитых странах. Многие методы выявления требуют большого количества анализов, сбора анамнеза, прохождения различных процедур, на которые не каждый человек готов тратить время с целью профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. Поэтому стоит рассмотреть процедуры, которые каждый проходит при диспансеризации или медицинском осмотре. Одной из таких процедур является ЭКГ сердца. На основе его данных можно выдавать пациентам рекомендации по образу жизни, предупреждать о возможных рисках развития сердечно-сосудистых заболеваний, детектировать инфаркты и предынфарктные состояния. Однако, традиционные методы интерпретации ЭКГ ограничены своей способностью выявления тонких и сложных паттернов, часто предшествующих развитию серьезных сердечных нарушений. Кроме того, появляются сложности в быстром, точном и мало затратном способе определения таких рисков. Эта проблема может быть эффективно решена с применением нейронных сетей.

На текущий момент, существует множество решений[1,5,8] предсказания сердечных заболеваний, однако они могут быть доработаны новыми подходам, учитывая быстроразвивающуюся область нейросетевых технологий.

В рамках исследования использовались данные из набора PTB Diagnostic ECG[2] для анализа электрокардиограмм. Этот датасет содержит информацию о 549 записях от 290 людей. Каждая запись включает 15 временных рядов частотой 1КГц, соответствующих определенным отведениям и диагнозам.

Задача же состоит в классификации таких множеств рядов на итоговый класс наличия заболевания инфаркта миокарда или же его отсутствия.

За основу была взята нейронная сеть ConvNetQuake[3]. Были заменены функции активации ReLU на GELU, так как согласно исследованиям[4,6] GELU постоянно превосходил точность ELU и ReLU. Помимо этого, изначальный выход модели без линейных слоев на выходе модели был 40 умноженное на кол-во каналов. Было принято решение о добавлении двух дополнительных блока понижения размерности для улучшения обобщающей способности модели, что по итогу улучшило итоговые значения метрик. Кроме того, была увеличена глубина за счет добавления блоков SE блоков[7], что также улучшило качество модели. Также для максимально эффективного обучения на распределенном кластере, был использован оптимизатор LAMB[9], который решает проблемы прекращения обучения с увеличением размера пакета обучения.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности предложенного метода. Модификации нейронной сети привели к повышению точности и обобщающей способности модели, что делает ее перспективной для применения в клинической практике. Точность предсказания заболевания инфаркта миокарда на основе данных ЭКГ достигла 98.88% со стандартным отклонением 0.36%, при результатах на исходной нейросети 94.67% со стандартным отклонением 4.04%, что является значительным улучшением.

Данные результаты подчеркивают потенциал нейронных сетей в области медицинских предсказаний, особенно в контексте широкодоступных методов, таких как ЭКГ.

Представленные улучшения и оптимизации, основанные на исследованиях в области нейронных сетей за последние годы, предоставляют новый уровень точности в предсказании сердечных заболеваний.

Источники и литература

- 1) B., L. et al. A novel electrocardiogram parameterization algorithm and its application in myocardial infarction detection. *Comput. Biol. Med.* 61, 1–7 (2015).
- 2) Bousseljot, R., Kreiseler, D. & Schnabel, A. Nutzung der EKG-Signaldatenbank CARDIODAT der PTB über das Internet. *Biomed. Tech.* 40, 317–318 (1995).
- 3) Devienne, J. A. P. M. Convolutional neural network for earthquake detection. (2023).
- 4) Dubey, S. R., Singh, S. K. & Chaudhuri, B. B. Activation functions in deep learning: A comprehensive survey and benchmark. *Neurocomputing* 503, 92–108 (2022).
- 5) Gupta, A., Huerta, E., Zhao, Z. & Moussa, I. Deep Learning for Cardiologist-Level Myocardial Infarction Detection in Electrocardiograms. *IFMBE Proc.* 80, 341–355 (2021).
- 6) Hendrycks, D. & Gimpel, K. Gaussian Error Linear Units (GELUs). (2016).
- 7) Hu, J., Shen, L., Albanie, S., Sun, G. & Wu, E. Squeeze-and-Excitation Networks. *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.* 42, 2011–2023 (2020).
- 8) Liu, N., Wang, L., Chang, Q., Xing, Y. & Zhou, X. A Simple and Effective Method for Detecting Myocardial Infarction Based on Deep Convolutional Neural Network. *J. Med. Imaging Heal. Informatics* 8, 1508–1512 (2018).
- 9) You, Y. et al. Large Batch Optimization for Deep Learning: Training Bert in 76 Minutes. 8th Int. Conf. Learn. Represent. ICLR 2020 (2020).