

Нейросетевая диагностика заболеваний сердечно-сосудистой системы на основе data-driven-метода

С.Г. Мосин^{1,2}✉¹ Институт вычислительной математики и информационных технологий, КФУ, г. Казань, 420008, Россия² «ЛабСистемс», г. Владимир, 600000, Россия

Ссылка для цитирования

Мосин С.Г. Нейросетевая диагностика заболеваний сердечно-сосудистой системы на основе data-driven-метода // Программные продукты и системы. 2024. Т. 37. № 1. С. 122–130. doi: 10.15827/0236-235X.142.122-130

Информация о статье

Группа специальностей ВАК: 1.2.1

Поступила в редакцию: 21.07.2023

После доработки: 02.10.2023

Принята к публикации: 27.10.2023

Аннотация. В работе рассмотрены способы диагностики заболеваний сердечно-сосудистой системы по электрокардиограмме (ЭКГ) с применением методов искусственного интеллекта. Определены проблемы диагностики заболеваний сердечно-сосудистой системы модельно-ориентированными методами (model-driven methods). Предложен подход к диагностике методом машинного обучения без выделения характерных параметров ЭКГ-сигналов (data-driven method). Представлены архитектура нейроморфного анализатора ЭКГ-сигналов на основе одномерной сверточной нейронной сети и маршрут его проектирования. Проведены экспериментальные исследования на наборе ЭКГ-сигналов РТВ-XL, подтвердившие работоспособность и эффективность предложенного подхода. Выполнены структурный и параметрический синтезы нейроморфного анализатора для разного количества внутренних слоев и исходных параметров обучения. В ходе сравнительного анализа полученных результатов установлено, что нейронная сеть с двумя сверточными слоями обладает низкой точностью обучения и высокими ошибками диагностирования, трехслойная нейронная сеть способствует росту ошибок I рода, а четырехслойная – росту ошибок II рода. Использование трехслойной сверточной нейронной сети с окном объединения меньшего размера обеспечило диагностирование до 85,66 % случаев инфаркта миокарда. В заключении означены направления дальнейших исследований по повышению точности диагностирования за счет снижения размерности входных ЭКГ-сигналов, а также введения вероятностной оценки принадлежности рассматриваемого сигнала одному из возможных состояний двойственной группы.

Ключевые слова: нейросетевая диагностика, нейроморфный анализатор, ЭКГ-сигнал, диагностика заболеваний сердечно-сосудистой системы, архитектура нейроморфного анализатора, маршрут проектирования, data-driven-метод

Благодарности. Работа выполнена в рамках Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («ПРИОРИТЕТ-2030»)

Введение. Методы машинного обучения находят широкое применение в различных областях деятельности человека, обеспечивая поддержку принятия решений на основе обработки больших объемов данных. Выделяют три основных направления использования методов: классификация (с учителем), кластеризация (без учителя) и регрессия. Методы классификации на основе машинного обучения получили широкое распространение в распознавании графических образов – объектов [1], рукописных символов [2], в тестировании и диагностике неисправностей технических объектов [3], диагностике заболеваний по результатам медицинских анализов и исследований [4, 5] и др.

По оценке Всемирной организации здравоохранения, заболевания сердечно-сосудистой системы являются одной из главных причин летальных исходов и инвалидности человека. Ранняя диагностика этих заболеваний позво-

ляет назначить эффективный способ профилактики и лечения, повышая продолжительность и качество жизни пациента.

Анализ *электрокардиограммы* (ЭКГ) – эффективный неинвазивный способ диагностики заболеваний, где главная роль закреплена за кардиологом или врачом функциональной диагностики, расшифровывающим сигналы ЭКГ и определяющим состояние сердечно-сосудистой системы пациента. Использование медицинских информационных систем поддержки принятия врачебных решений позволяет повысить качество диагностики заболеваний, снизить влияние человеческого фактора, независимо учитывать проявления случайных и детерминированных внешних факторов (шумы, искажения, нечеткость и т.п.). В настоящее время при анализе ЭКГ широкое распространение получили модельно-ориентированные методы машинного обучения, основанные на ис-