

КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПО ДАННЫМ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ СО СМАРТ-ЧАСОВ

Гурская Ю.В.¹

Научный руководитель – канд. техн. наук, старший преподаватель Русак А.В.¹

¹Университет ИТМО
ivgurskaia@itmo.ru

Введение

Рынок HealthNet является приоритетным направлением Национальной Технологической Инициативы (НТИ), ориентированным на развитие информационных технологий для мониторинга и коррекции состояния человека. Смарт-часы с функцией электрокардиографии широко используются для такого мониторинга, однако сырые данные (RR-интервалы) закрыты для пользователей: производители предоставляют лишь визуальные PDF-отчеты, непригодные для автоматизированного анализа [1]. Это ограничивает возможности использования накопленных массивов физиологических данных в научных и прикладных задачах, в том числе для оценки эффективности релаксационных техник.

Основная часть

В работе предлагается программный метод для восстановления RR-интервалов из стандартных PDF-отчетов электрокардиограмм (ЭКГ) со смарт-часов. С помощью алгоритмов компьютерного зрения детектируются R-зубцы на изображении графика, и на основе известной скорости развертки пиксельные координаты переводятся в миллисекунды.

Для классификации функциональных состояний в качестве обучающей базы использовались данные, полученные в ходе исследовательской работы с участием 30 человек: 15 детей (возраст 10–12 лет) и 15 взрослых (возраст 18–45 лет). Для создания стрессового состояния использовались различные методы в зависимости от возрастной группы: детей использовались физические нагрузки (бег на скорость, прыжки на скакалке), у взрослых — психологические методы (воспоминание негативных событий, когнитивная перегрузка). Для восстановления применялись три техники релаксации: дыхательная гимнастика 4-7-8, выдувание мыльных пузырей и прогрессивная мышечная релаксация по Джекобсону. На каждом этапе регистрировалась ЭКГ с помощью смарт-часов Apple Watch 6 [1].

На основе восстановленных из PDF-отчетов RR-интервалов рассчитывались показатели variability сердечного ритма (VCP), включая индекс напряжения Баевского [2]. Сформированное признаковое пространство использовалось для классификации функциональных состояний («покой», «стресс», «релаксация») методами машинного обучения. После обучения модель применялась для анализа новых записей ЭКГ, полученных от новых пользователей, что позволило оценить ее работу в условиях, приближенных к реальному использованию.

Выводы

Разработанный метод позволяет извлекать RR-интервалы из PDF-отчетов ЭКГ и на их основе проводить анализ VCP и классификацию функциональных состояний. Результаты могут быть использованы для ретроспективного анализа накопленных данных, а также для разработки программного обеспечения для персонализированного мониторинга функционального состояния.

Литература

1. Снятие электрокардиограммы с помощью приложения «ЭКГ» на Apple Watch [Электронный ресурс] // Apple Support. – Режим доступа: <https://support.apple.com/ru-ru/120278> (Дата обращения: 01.04.2025).
2. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. – Москва : Наука, 1984. – 224 с.