Обобщение обнаружения усталости на основе ЭКГ между парадигмами, вызывающими усталость, с использованием глубокого обучения

Источник: Frontiers in Digital Health

Оригинал: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fdgth.2026.1911941

биометрия | диагностика | кардиология | мониторинг здоровья | нейросети

Введение

Усталость и сонливость могут возникать в различных экспериментальных и поведенческих условиях, однако модели обнаружения на основе ЭКГ часто оцениваются только в рамках набора данных, использованного для их разработки. В данном исследовании изучалась производительность двух подходов, основанных на ЭКГ, с точки зрения независимости от конкретного участника и кросс-доменной (меж-наборной) валидации: 1D CNN, основанная на шести признаках вариабельности сердечного ритма (ВСР), и двухвходовая модель CNN-BiLSTM, объединяющая последовательности интервалов RR со статистическими дескрипторами ВСР.

Методы

Модели были разработаны с использованием базы данных DROZY, в которой сонливость индуцировалась путем длительного бодрствования. Внутренняя производительность оценивалась с помощью пятикратной оценки с разделением по субъектам (subject-wise) на 25 записях, полученных от 14 участников. Затем модели были применены без повторного обучения или

адаптации параметров к независимому набору данных FatiQData, включающему 20 участников, выполнявших длительную монотонную задачу вождения.

Результаты

На наборе данных DROZY модель 1D CNN, основанная на BCP, достигла точности (accuracy) 60,0%, показателя F1 61,5% и площади под ROC-кривой (ROC-AUC) 0,593, тогда как двухвходовая модель CNN-BiLSTM показала точность 68,0%, показатель F1 73,3% и ROC-AUC 0,753. В наборе данных FatiQData баллы по Шкале сонливости Стэнфорда значительно увеличились с 2,40 ± 0,82 до 4,15 ± 0,81. Для задачи бинарной внешней дискриминации модель, основанная на BCP, достигла точности 60,0%, показателя F1 69,2% и ROC-AUC 0,766, в то время как двухвходовая модель показала точность 65,0%, показатель F1 77,4% и ROC-AUC 0,750.

Обсуждение

Результаты указывают на то, что признаки BCP и динамика интервалов RR, полученные из ЭКГ, сохраняют информацию, связанную с субъективной сонливостью, однако производительность в условиях независимости от участника и кросс-доменной валидации остается умеренной. Эти выводы подчеркивают важность валидации с разделением по субъектам, независимого внешнего тестирования и осторожной интерпретации результатов в условиях гетерогенных экспериментальных условий.

Перевод выполнен: 04.11.2026 | ai4med.ru

Машинный перевод. Рекомендуем сверять с оригиналом при клиническом использовании.