

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК _____

Коржун
Виталий Владимирович

Анализатор многоканальных сигналов электроэнцефалограмм на
базе нейронной сети

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-41 80 02 Технология и оборудование для производства
полупроводников, материалов и приборов электронной техники

Научный руководитель
Давыдов Максим Викторович
к.т.н., доцент, доцент кафедры ЭТТ

Минск 2016

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Электроэнцефалография является наиболее распространенным и важным методом анализа и диагностики биоэлектрической активности головного мозга человека. Проведение электроэнцефалограмм является эффективным методом для диагностики эпилептической активности, различных нарушений работы мозга, нарушений сна и др. Для повышения информативности электроэнцефалографии разрабатываются методики анализа сигналов, позволяющие выявлять эпилептическую активность в межприступном (интериктальном) периоде, определять неявную, скрытую пароксизмальную активность и дифференцировать сигналы эпилептической и неэпилептической природы.

Разработано множество методов для изучения и анализа сигналов электроэнцефалограмм с целью выявления патологических изменений мозга. Среди множества методов анализа сигналов электроэнцефалограмм наиболее распространенным является кратковременной Фурье-анализ. Однако, часто этот метод имеет недостаточную разрешающую способность по времени. Вейвлет анализ не имеет данного недостатка, однако результаты применения вейвлет преобразований для исследования ЭЭГ сигналов показывают, что данный метод не позволяет отличить эпилептическую активность от многих артефактов (мышечной и другой природы), а также не всегда обнаруживает патологическую активность в сигналах.

Данный факт делает актуальным поиск новых алгоритмов, новых методов анализа, детектирования и классификации различных паттернов ЭЭГ сигнала. В данной работе предлагается алгоритм поиска оптимальных информативных признаков, способных обнаруживать различные паттерны в ЭЭГ сигнале. Рассматриваемый в данной работе алгоритм служит для определения характеристик и параметров отдельных участков в анализируемом ЭЭГ сигнале.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цели и задачи исследования

Основная цель данной работы - разработать методику, алгоритм выявления патологической активности в сигналах электроэнцефалограмм. Т.к. решение данной задачи виделось в использовании классификатора на основе нейронных сетей, то основным направлением исследования был поиск информативных признаков, которые бы анализировал классификатор. После формирования списка методов получения информативных признаков из сигналов электроэнцефалограмм возникла задача минимизировать

пространство информативных признаков, т.е. выбрать наиболее пригодные признаки для детектирования эпилептической активности. Финальная задача исследования заключалась в поиске уникальных признаков, характерных только для эпилептических припадков, на основе которых возможно создание робастных алгоритмов детектирования эпилептической активности, устойчивых к воздействию артефактов различной природы.

Новизна полученных результатов

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке и анализе методов получения информативных признаков из сигнала электроэнцефалограмм, минимизации пространства информативных признаков для задачи детектирования эпилептической активности в ЭЭГ сигналах и оценка эффективности системы классификации, построенной для обнаружения эпилептической активности в ЭЭГ сигналах, при использовании оптимального набора информативных признаков.

Практическая значимость данной работы заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы для проектирования систем устойчивого детектирования патологической активности в сигналах электроэнцефалограмм как на программном, так и на аппаратном уровне.

Положения, выносимые на защиту

1 Неэффективность традиционных методов анализа для задачи устойчивого детектирования эпилептической активности в ЭЭГ сигнале.

2 Детектирование эпилептической активности возможно с помощью алгоритмов классификации сигналов по набору информативных признаков, полученных из сигнала электроэнцефалограммы.

3 Минимизация набора информативных признаков для детектирования эпилептической активности возможна с помощью алгоритма поиска и оптимизации информативных признаков.

4 Устойчивое детектирование эпилептической активности в сигналах электроэнцефалограмм возможно при использовании не менее 20 оптимальных информативных признаков.

Структура и объем работы.

Работа состоит из общей характеристики, введения, шести глав исследования, заключения, библиографического списка и графического материала. Общий объем диссертации составляет 102 страниц. Работа содержит 4 таблицы, 64 рисунка. Библиографический список включает 42 наименования.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В общей характеристике работы указана актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи. Указаны научная новизна и практическая значимость диссертации, а также личный вклад соискателя. Приведены положения, выносимые на защиту.

Во введении рассмотрена важность использования электроэнцефалографии для анализа и детектирования патологической активности мозга человека. Приведена актуальность поиска алгоритмов для детектирования эпилептической активности в сигналах электроэнцефалограмм. Дано описание того, что планируется исследовать в ходе диссертации.

Первая глава посвящена методу электроэнцефалографии. Дано описание методики снятия и анализа электроэнцефалограмм. Рассмотрено современное состояние развития темы исследования и тенденции применения электроэнцефалограмм в различных направлениях.

Во второй главе рассмотрены существующие методы анализа сигналов электроэнцефалограмм, а в также описаны предлагаемые методы для анализа сигналов электроэнцефалограмм на предмет наличия патологической активности. Приведена структурная схема получения информативных признаков из сигналов электроэнцефалограмм для детектирования эпилептической активности.

Третья глава посвящена методам классификации, в частности нейронным сетям. Приведены различные структуры нейронных сетей и методы их обучения. Также рассмотрены достоинства и недостатки нейронных сетей. В конце главы рассмотрена методика оценки эффективности классификации.

В четвёртой главе описана база сигналов ЭЭГ CHB-MIT Scalp EEG Database и как она была использована для обучения и тестирования классификатора.

Пятая глава содержит экспериментальные результаты. Произведён анализ сигналов электроэнцефалограмм с помощью вейвлет и спектрального анализа. Приведены функции распределения сигналов по некоторым информативным признакам. Приведена зависимость эффективности классификации в зависимости от количества используемых информативных признаков.

В шестой главе даны рекомендации для практического использования полученных результатов. Приведены планы на будущее по развитию и усовершенствованию проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной работы была разработка алгоритма для классификации патологической активности в сигналах электроэнцефалограмм.

Для анализа сигналов электроэнцефалограмм в данной работе был взят за основу подход, заключающийся в анализе сигналов с помощью классификатора по вектору информативных признаков, полученных из исследуемого сигнала. Из ЭЭГ сигнала извлекался ряд информативных признаков таких, как кратковременная оценка мощности, линейные спектральные частоты, кепстральные коэффициенты линейного предсказания, коэффициенты вещественного кепстра, мел-частотные кепстральные коэффициенты, асимметрия и эксцесс ошибки линейного предсказания, оценка отношения мощностей в частотных полосах, поддиапазонные кепстральные коэффициенты и пакетные вейвлет параметры. Также вычислялись некоторые статистические функционалы над перечисленными выше признаками.

С помощью алгоритма *sequential feature selection* была произведена минимизация пространства информативных признаков, и выбраны наиболее релевантные информативные признаки для задачи детектирования эпилептической активности в сигнале ЭЭГ.

Для тестирования алгоритма была использована база ЭЭГ записей Бостонского детского госпиталя CHB-MIT Scalp EEG Database, на основе которой были сформирован набор сигналов для двух классов: *seizures* и *normal*.

Была получена зависимость эффективности системы по показателю *average recall* от количества взятых информативных признаков, а также произведена оценка эффективности работы системы классификации, построенной на основе 22 информативных признаков, по ряду показателей. Для базы CHB-MIT Scalp EEG Database эффективность алгоритма (вероятность корректной классификации тестовых сигналов) составила 97 % при использовании 22 информативных признаков.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1-А.] Коржун, В.В. Система измерения и анализа сигналов электроэнцефалограмм / В.В. Коржун // Материалы 51-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. – 2015. – с. 33-34.

[2-А.] Коржун, В.В. Алгоритм формирования информативных признаков для классификации паттернов в сигналах электроэнцефалограмм / В.В. Коржун // Материалы 51-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. – 2015. – с. 34-36.

[3-А.] Коржун, В.В. Выбор информативных признаков для устойчивого детектирования эпилептической активности в сигналах электроэнцефалограмм // Международный научно-технический журнал «Изобретатель». – 2016.

Библиотека БГУИР