

УДК 004.85

ДИАГНОСТИКА БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА ПО АНАЛИЗУ РЕЧИ ПАЦИЕНТА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Н.С. Голубев, студент каф. КСУП

Научный руководитель К.С. Сарин, доцент каф. КСУП, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР

Аннотация: в данной работе представлено исследование, посвященное разработке автоматизированной системы диагностики болезни Паркинсона (БП) на основе анализа речевых характеристик пациента. В связи с тем, что раннее выявление БП имеет решающее значение для замедления прогрессирования заболевания, предложен эффективный и неинвазивный метод диагностики, основанный на методах машинного обучения. Исследование включает в себя извлечение акустических признаков из набора данных, а также обучение и оценку моделей машинного обучения для выявления БП. Проведен сравнительный анализ эффективности метода опорных векторов и деревьев решений на общедоступном наборе речевых сигналов Italian Parkinson's Voice and Speech. Полученные результаты демонстрируют потенциал использования анализа речи в качестве вспомогательного инструмента для ранней диагностики БП, что может способствовать своевременному началу лечения и улучшению качества жизни пациентов.

Ключевые слова: болезнь Паркинсона, диагностика, анализ речи, машинное обучение, классификация.

Введение. Болезнь Паркинсона (БП) – прогрессирующее нейродегенеративное заболевание, поражающее миллионы людей во всем мире. Своевременная диагностика играет ключевую роль в замедлении прогрессирования заболевания и улучшении качества жизни пациентов, однако, зачастую ранняя диагностика БП является сложной, дорогостоящей процедурой [1, 2]. В последние годы, благодаря развитию технологий машинного обучения и искусственного интеллекта, появились новые перспективы для усовершенствования диагностики БП. Данная работа посвящена исследованию возможности автоматической диагностики БП на основе анализа речи пациента с использованием алгоритмов машинного обучения.

Ход работы. Источником информации для исследования послужила специализированная база речевых сигналов «Italian Parkinson's Voice and Speech» [3], включающая записи фонации гласных,

а именно, звуков «а», «е», «і», «о», «и», собранные у контрольной группы здоровых лиц и группы пациентов, страдающих БП. База содержит записи испытуемых разных возрастов и полов. Из 495 аудиофайлов 220 относятся к лицам из контрольной группы.

Из аудиозаписей базы речевых сигналов были извлечены признаки, характеризующие акустические особенности пациента [4]. В качестве признаков применялись следующие характеристики: статистические характеристики частоты основного тона, такие как среднее значение, стандартное отклонение, максимальное и минимальное значения, а также диапазон ее изменения; пятиточечный коэффициент возмущения периода; средняя абсолютная разница между периодом и средним значением его четырех ближайших соседей, деленное на средний период; относительное отклонение периодов основного тона; относительное отклонение амплитуды; отношение гармоник к шуму; средняя интенсивность (громкость); стандартное отклонение интенсивности; диапазон интенсивности; форманты; длительность.

Для формирования обучающих данных была разработана программа «Audio Parser» [5], позволяющая извлечь из исходного набора данных вышеперечисленные характеристики с последующей записью необходимой информации в файл. Программа разработана на языке программирования python с использованием библиотеки parselmouth [6], являющейся API к программе Praat, позволяющей извлечь необходимую информацию из аудиофайла. В результате работы программы была сформирована таблица наблюдений [7], содержащая, помимо характеристик, названия аудиофайлов, имя человека, к которому относятся файлы, а также информацию о том, к какой группе принадлежит человек.

Возможность диагностики БП на основе анализа речевых характеристик пациента оценивалась с использованием двух моделей машинного обучения: метод опорных векторов и дерево решений. Оценка велась методом десятикратной кросс-валидации с группировкой по пациентам. Это необходимо, чтобы избежать попадания записей голоса одного и того же пациента как в обучающие, так и в тестовые данные. Для построения моделей, а также для оценки эффективности использовалась библиотека scikit-learn [6]. Средняя точность модели «Дерево решений» составила 84%, средняя точность модели «Метод опорных векторов» оказалась немного выше и составила 88%.

Закключение. Исследование показало потенциал использования анализа речи совместно с обучением классификационных моделей в

качестве вспомогательного инструмента для ранней диагностики БП. В дальнейшем планируется увеличить точность моделей при помощи отбора признаков и подбора гиперпараметров, а также исследовать возможность использования более сложных моделей машинного обучения. Результаты данного исследования могут быть применены при разработке мобильных приложений и других портативных устройств, позволяющих проводить диагностику БП во внелабораторных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биометрические данные и методы машинного обучения в диагностике и мониторинге нейродегенеративных заболеваний: обзор / И. А. Ходашинский, К. С. Сарин, М. Б. Бардамова [и др.] // Компьютерная оптика. – 2022. – Т. 46, № 6. – С. 988-1020.
2. Нечёткие классификаторы для диагностики болезни Паркинсона на основе статических рукописных данных / И. А. Ходашинский, Ю. А. Шурыгин, К. С. Сарин [и др.] // Автометрия. – 2023. – Т. 59, № 3. – С. 72-85.
3. Assessment of Speech Intelligibility in Parkinsons Disease Using a Speech-To-Text System / G. Dimauro, V. Di Nicola, V. Bevilacqua [at al.] // IEEE Access. – 2017. – Vol. 5. – P. 22199-22208.
4. Rusz J. Qacoustic measurements for characterization of speech and voice disorders in early untreated Parkinson's disease / J. Rusz, R. Cmejla // Journal of the Acoustical Society of America. – Vol. 129, No 1. – P. 350-367.
5. Исходный код программы «Audio Parser» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/Nickronus/Audio_Parser, свободный (дата обращения: 01.03.2025).
6. Библиотека parselmouth [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://parselmouth.readthedocs.io/en/stable/>, свободный (дата обращения: 01.03.2025).
7. Обучающие данные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/Nickronus/Audio_Parser/blob/main/results/result.xlsx, свободный (дата обращения: 01.03.2025).
6. Библиотека scikit-learn [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scikit-learn.org/stable/index.html>, свободный (дата обращения: 01.03.2025).