Бейненсон Л.Б.

Определение сердечно-сосудистых заболеваний по аудиозаписи биения сердца с помощью нейронной сети

*МИРЭА – Российский технологический университет
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-02-2021-02

idsp: ljournal-02-2021-02

Аннотация

В течение многих лет сердечно-сосудистые заболевания являются ведущей причиной смертности населения во многих странах. В статье предложен подход к построению нейронной сети для классификации аудиозаписей биения сердца, с целью выявления патологий.

Ключевые слова: нейронная сеть, рекуррентная сеть, LSTM, сердечно-сосудистые заболевания

Abstract

For many years, cardiovascular diseases have been the leading cause of death in many countries. The article proposes an approach to the building of a neural network for the classification of heartbeat audio recordings in order to identify pathologies.

Keywords: neural network, recurrent network, LSTM, cardiovascular diseases

Искусственный интеллект применяется в различных областях, и одна из них — это медицина. Он может снизить расходы на здравоохранение, взяв на себя тяжелые человеческие задачи и уменьшив или исключив области, подверженные человеческим ошибкам, а также снимает тяжелую нагрузку, связанную с обработкой больших данных и распознаванием образов.

Сердечно-сосудистые заболевания являются причиной смерти номер один во всем мире, унося ежегодно около 17,9 миллиона жизней.

Большинство смертей можно избежать с помощью раннего выявления заболеваний. Поэтому, если есть возможность обнаружить сердечно-сосудистые заболевания на ранней стадии будет увеличена продолжительность жизни и эффективность лечения.

Одним из методов диагностики является аускультация. Аускультация — физический метод медицинской диагностики, суть которого заключается в выслушивании звуков, образующихся в процессе функционирования внутренних органов, в частности сердца. Данный способ исследования деятельности сердца, который выявляет патологию сердечно-сосудистой системы еще на ранних этапах развития и помогает получить информацию для выбора дальнейшей тактики терапии. Среди преимуществ данного метода выделяют быстрый осмотр и отсутствие дорогого инвентаря.

В настоящее время существуют цифровые стетоскопы и гарнитура, позволяющие каждому желающему использовать их для записи биения сердца, с помощью мобильного устройства.

Однако, не обладая медицинскими знаниями, слушая звук, невозможно проверить, наличие каких-либо нарушений.

Итак, объединив знания о глубоком обучении и его интеграции, можно разработать информационную систему, которая может помочь в диагностике аномалий сердцебиения, а также в классификации сердечно-сосудистых заболеваний, используя приложение, записывающее звук сердца.

Для обучающей выборки была взята база данных «Heartbeat sounds», содержащая аудиодорожки и таблицу, в которой находятся названия файлов и класс, к которому относится данная аудиозапись. Все аудиозаписи поделены на 5 классов:

1. Normal – фрагмент здорового сердцебиения

2. Murmur – шумы в сердце т.е. звуки сердца, производимые, когда кровь перекачивается через сердечный клапан и создает звук, достаточно громкий, чтобы его можно было услышать с помощью стетоскопа.
3. Extrasystole – внеочередное преждевременное сердечное сокращение, деполяризация и сокращение сердца или отдельных его камер, наиболее часто регистрируемый вид аритмий.
4. Extrahls – экстр-звуки могут появляться время от времени и могут быть идентифицированы из-за нарушения ритма сердечного тона, сопровождающегося дополнительными или пропущенными сердечными сокращениями. Это может быть признаком болезни.
5. Artifact – в категории «Артефакт» представлен широкий спектр различных звуков, включая визги и эхо обратной связи, речь, музыку и шум.

Для классификации аудиодорожек воспользуемся рекуррентной нейронной сетью, а точнее нейронной сетью с долгой краткосрочной памятью (LSTM)

Долгая краткосрочная память (Long short-term memory, LSTM) — это разновидность архитектуры рекуррентных нейронных сетей, способный изучать долгосрочные зависимости. Были введены Зеппом Хохрайтером и Юргеном Шмидхубером в 1997.

Одно из ограничений большинства архитектур нейронных сетей заключается в том, что с моделью не связана память. Это проблема особо касается последовательных данных, таких как текст или временные ряды.

Рекуррентные нейронные сети — вид нейронных сетей, где связи между элементами образуют направленную последовательность. Благодаря этому появляется возможность обрабатывать серии событий во времени или последовательные пространственные цепочки

Рекуррентные нейронные сети решают проблему утери последовательности данных, включая обратную связь, которая служит своего рода памятью. Таким образом, прошлые входы в модель оставляют след. А LSTM, в свою очередь, расширяет эту идею и создает как краткосрочные, так и долговременные компоненты памяти.

Следовательно, LSTM — отличный инструмент для тех типов данных, которые имеют последовательность. Нейронные сети с данной архитектурой хорошо работают с большим разнообразием проблем и широко используются в обработке естественных языков, временных рядов и других однородных данных.

Нейронная сеть будет состоять из трех слоев: двух LSTM слоев и выходного слоя, на выходе которого будут вероятности принадлежности входной аудиозаписи к каждому из классов

Рисунок 1 – Схема нейронной сети

Для реализации данной задачи была выбрана функция активации softmax. Функция активации softmax — это математическая функция, которая преобразует вектор чисел в вектор вероятностей, где вероятности каждого значения пропорциональны относительному масштабу каждого значения в векторе.

Наиболее распространенное использование функции softmax в прикладном машинном обучении — это ее использование в качестве функции активации в модели нейронной сети. В частности, сеть сконфигурирована для вывода N значений, по одному для каждого класса в задаче классификации, а функция softmax используется для нормализации выходных данных, конвертируя их из значений взвешенной суммы в вероятности, которые в сумме составляют единицу. Каждое значение на выходе функции softmax интерпретируется как вероятность принадлежности для каждого класса.

Функция softmax принимает в качестве входных данных вектор z из K действительных чисел и нормализует его до распределения вероятностей, состоящего из K вероятностей, пропорциональных экспонентам входных чисел. То есть до применения softmax некоторые компоненты вектора могут быть отрицательными или больше единицы; и не может суммировать до 1; но после применения softmax каждый компонент будет находиться в интервале $(0, 1)$, а сумма компонентов будет равна 1, из-за чего их можно интерпретировать как вероятности. Кроме того, более крупные входные компоненты будут соответствовать большим вероятностям.

В нейронных сетях используются разные типы алгоритмов оптимизации, но в данной, для разработки будет использоваться алгоритм оптимизации Adam.

Adam (Adaptive Moment Estimation) — это оптимизационный алгоритм адаптивного градиентного спуска, используемый для обучения сети, основная функция которого — изменение весов сети для уменьшения ошибки сети в процессе обучения. В отличие от стандартного градиентного спуска, для каждого нейрона алгоритм изменяет веса индивидуально.

Для программной реализации был выбран высокоуровневый язык python, потому что данный язык программирования является одним из самых популярных языков для искусственного интеллекта и машинного обучения. Также будут использоваться следующие библиотеки для обработки и визуализации данных: pandas; librosa; numpy; keras (в качестве основы tensorflow); matplotlib; sklearn.

Обучение производится в течение 60 эпох. На рисунке 2 изображен график обучения нейронной сети, на котором показана доля верных ответов на обучающей и проверочной выборке в зависимости от эпохи.

Рисунок 2 – График обучения нейронной сети

Таким образом, задача классификации аудиозаписей биения сердца, с целью выявления патологий, является решаемой с помощью нейронных сетей. Тестирование созданной системы показало достаточно высокую прогностическую способность (75%) на примерах, не входящих в обучающую выборку. Стоит отметить, что данная система не рассматривается как самостоятельное решение диагностики, а служит для профилактического мониторинга пациентом собственных показателей.

1. Николенко С., Кадури А., Архангельская Е. Глубокое обучение. — СПб.: Питер, 2018. — 480 с.: ил. — (Серия «Библиотека программиста»).
2. Луис Педро Коэльо, Вилли Ричарт. Построение систем машинного обучения на языке Python. 2-е издание/ пер. с англ. Слинки А.А. - М.: ДМК Пресс, 2016. - 302 : ил
3. Плас Дж. Вандер. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. — СПб.: Питер, 2018. — 576 с.: ил. — (Серия «Бестселлеры O'Reilly»).
4. Сорокин А.Б. Искусственные нейронные сети прямого распространения: учебно-методическое пособие / Сорокин А.Б., О.В. Платонова. — М.: МИРЭА — Российский технологический университет, 2018. — 68с.

Гонатаев Р.Г., Омельченко Д.А., Фешина Е.В.

Преимущества разработки веб-приложений с применением фреймворков

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/lj-02-2021-03

idsp: ljjournal-02-2021-03

Аннотация

В статье проводится сравнение написания алгоритма на языке Python с другими языками программирования. Приводятся возможности использования фреймворков языка Python для создания сайтов.

Ключевые слова: фреймворк, язык программирования, Python, Django, Flask.

Abstract

This article compares writing an algorithm in Python with other programming languages. Possibilities of using the frameworks of the Python language for creating websites are given.

Keywords: framework, programming language, Python, Django, Flask.

Сейчас в индустрии разработки программного обеспечения существует очень большое количество инструментов, которые помогают разработчикам реализовывать желаемое. И, например, если вы хотите разрабатывать веб-приложения, писать под мобильные устройства, создавать десктопные приложения, то вы без труда можете найти языки программирования, которые предназначены для того или иного. Каждый инструмент для каждого разработчика удобен или не удобен по-своему, для этого существует много факторов, например, статическая или динамическая типизация у языка, как в языке реализуется инкапсуляция, сам синтаксис, какие библиотеки уже существуют.

Сегодня появилась тенденция универсальных языков, фреймворки которых позволяют расширить возможности языка почти под все что угодно. Если вы изучаете JavaScript, то это не значит, что вы все время будете писать обычные скрипты. Можно написать полноценный фронтенд, используя Vue.js или, допустим, React. Если, например, писать бэкенд, то для этого существует Node.js. Это и есть та самая универсальность языка, которая позволяет не заикливаться на одном направлении разработки и делать разнообразные приложения.