

# Методы обучения классификатора на основе звуков кашля для выявления заболевания вирусом COVID-19

Аленин А.Л., Мокшин В.В.

# Аннотация

В данной статье были рассмотрены методы извлечения признаков из звука кашля, а также последующее обучение нейронных сетей для определения является ли кашель COVID положительным или отрицательным. Для обучения использовались свёрточные нейронные сети и сети долгой краткосрочной памяти. Были подобраны оптимальные гиперпараметры которые давали наименьшую ошибку распознавания при относительно коротком времени обучения. Таким образом, был подобран алгоритм обработки звуков кашля, позволяющий определять болеет ли человек вирусом COVID-19.

# Актуальность

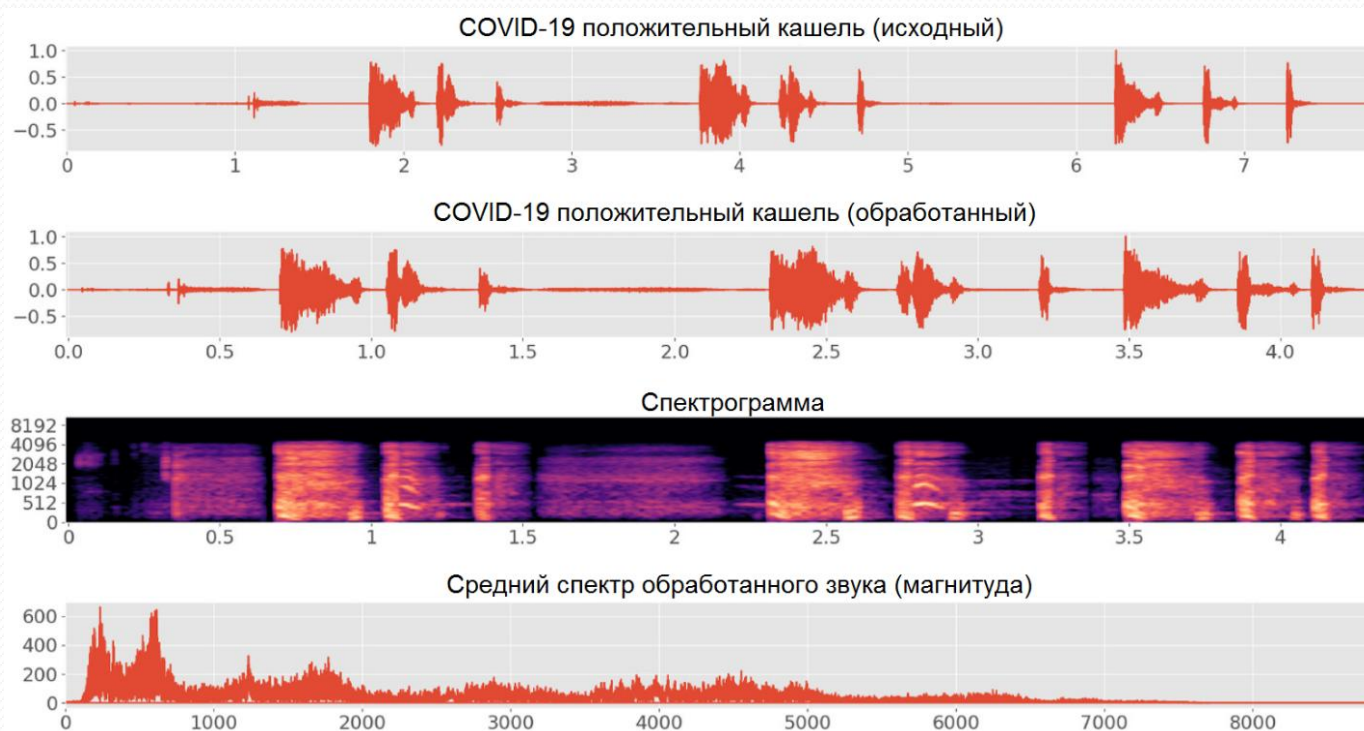
- Разработанное программное обеспечение может быть использовано для определения заболевания по звуку кашля, записанному на смартфон или другую аудиоаппаратуру. Такой вид досмотра бесконтактный, простой в применении и может снизить рабочую нагрузку в медицинских центрах, а также ограничить передачу вируса за счет рекомендации ранней самоизоляции тем, у кого кашель свидетельствует о наличии COVID-19.
- Разработанное программное обеспечение позволяет проанализировать признаки и отбросить шумовые признаки для более точного обучения модели.

Для решения задачи необходимо нормализовать звук кашля и извлечь из него признаки для обучения нейронных сетей разной архитектуры.

Нормализацию проводим по формуле:

$$c_i(t) = 0.9 \times \frac{c_i(t)}{|\max(c_i(t))|}$$

Обработанный звук кашля COVID-19 короче исходного звука кашля, но сохраняет разрешение всего спектра. При предварительной обработке амплитуды нормализуются, а длительные паузы удаляются.



# Извлечение признаков

Признаки извлекаются таким образом, чтобы сохранить информацию о начале и конце эпизода кашля, чтобы можно было обнаружить закономерности во временной области в записях, сохраняя при этом фиксированную размерность входных данных.

Матрица входных признаков для классификаторов всегда имеет размерность для количества MFCC вместе с числом скорости и числом ускорения. Мы можем рассчитать количество выборок между последовательными кадрами, используя уравнение:

$$\delta = \begin{bmatrix} \Lambda \\ \xi \end{bmatrix}$$

# Результаты обучения

Классификатор	Лучшие признаки гиперпараметров	Оптимальный классификатор гиперпараметров	Представление		
			Spec	Sens	ACC
CNN	26	48	99%	90%	94.57%
CNN	39	96	98%	90%	94.35%
LSTM	13	128	97%	91%	94.02%
LSTM	26	256	97%	90%	93.65%

В таблице показано, что все классификаторы могут классифицировать кашель COVID-19, но классификатор CNN демонстрирует лучшую производительность с AUC 0,953 при использовании 120-мерной матрицы признаков, состоящей из 26 MFCC с добавленными скоростью и ускорением, извлеченными из сегментов длиной 1024, а также при группировке кашля по 48 сегментов.

# Заключение

- После предварительной обработки аудиозаписей кашля, было обнаружено, что кашель COVID-19 положительного субъекта на 15–20% короче, чем при кашле без COVID.
- Хотя описываемые классификаторы требуют более строгой проверки на более крупном наборе данных, представленные результаты очень многообещающие и указывают на то, что скрининг COVID-19 на основе автоматической классификации кашля жизнеспособен.
- Поскольку данные были получены на смартфонах, и поскольку классификатор в принципе может быть реализован и на таком устройстве, такая классификация кашля экономична, проста в применении и развертывании. Кроме того, его можно применять удаленно, избегая контакта с медицинским персоналом.



*Спасибо за внимание!*