



О.К. Головнин, А.С. Привалов

## АЛГОРИТМ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ПРИЗНАКОВ АКУСТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

(Самарский университет)

Детектирование элементарных признаков (паттернов или сигнатур) в акустических сигналах широко распространено и используется во многих программных продуктах, таких как [1]: Shazam, SoundHound / Midomi, Chromaprint, Echoprint, ShotSpotter, AudioAnalytics. Однако, такой подход не получил широкого распространения в области анализа характеристик транспортного потока (ТП). Основной идеей является подсчет количества транспортных средств (ТС) в имеющемся акустическом сигнале. В качестве паттерна выступает элементарный признак акустического излучения одиночного проезжающего ТС.

Разработанный алгоритм предоставляет возможность сбора сведений об интенсивности ТП на участке улично-дорожной сети на основе аудиозаписи, получаемой с мобильного устройства [2, 3]:

Шаг 1. Сбор исходных данных. Процесс получения акустического сигнала с помощью мобильного приложения, которое прикрепляет к файлу, содержащему аудиосигнал, данные о времени и месте записи с детализацией до стороны улицы или перекрестка. Данные централизуются на сервере обработки данных, где происходит их сохранение и анализ.

Шаг 2. Быстрое преобразование Фурье. К аудиозаписи применяется быстрое преобразование Фурье [4] с целью получения спектрограммы аудиосигнала (рисунок 1).

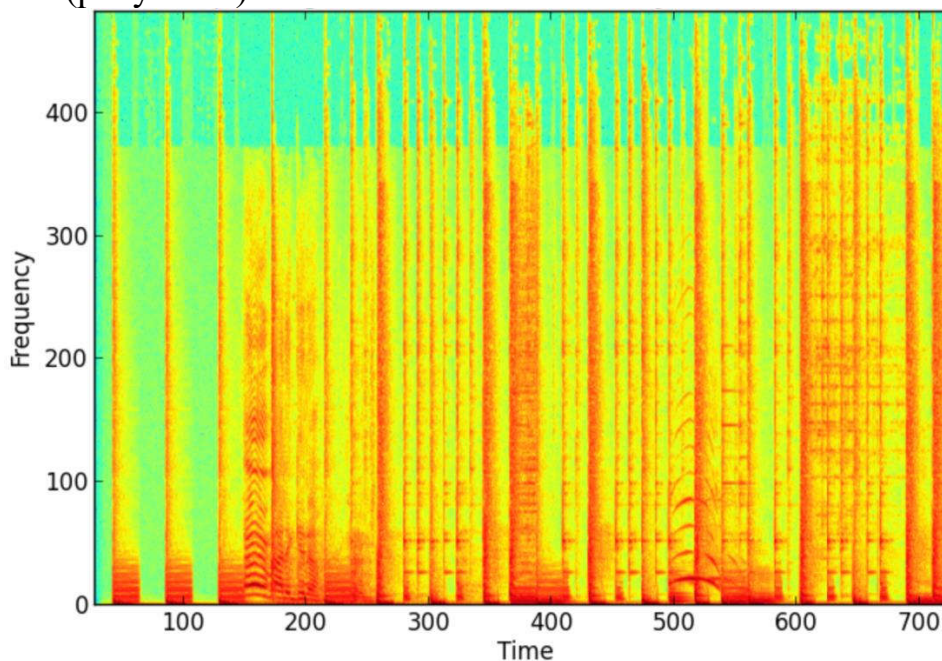


Рис. 1. Спектрограмма акустического сигнала

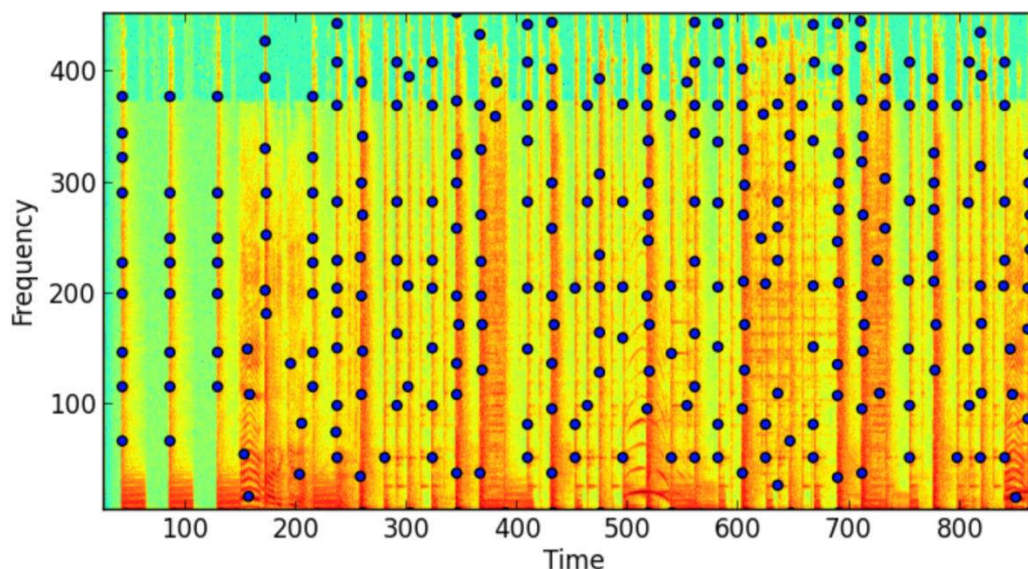


Рис. 2. Спектрограмма аудиозаписи после применения фильтров

Шаг 3. Фиксация пиков амплитуды. На данном шаге применяются фильтры, которые позволяют зафиксировать пики амплитуды даже при наличии посторонних шумов [5]. На рисунке 2 синим цветом отмечены пики амплитуды, которые были построены с применением фильтров.

Шаг 4. Детектирование паттернов. Следующей задачей является непосредственно обнаружение ТС по заранее заданным паттернам. Пример используемого паттерна показан на рисунке 3.

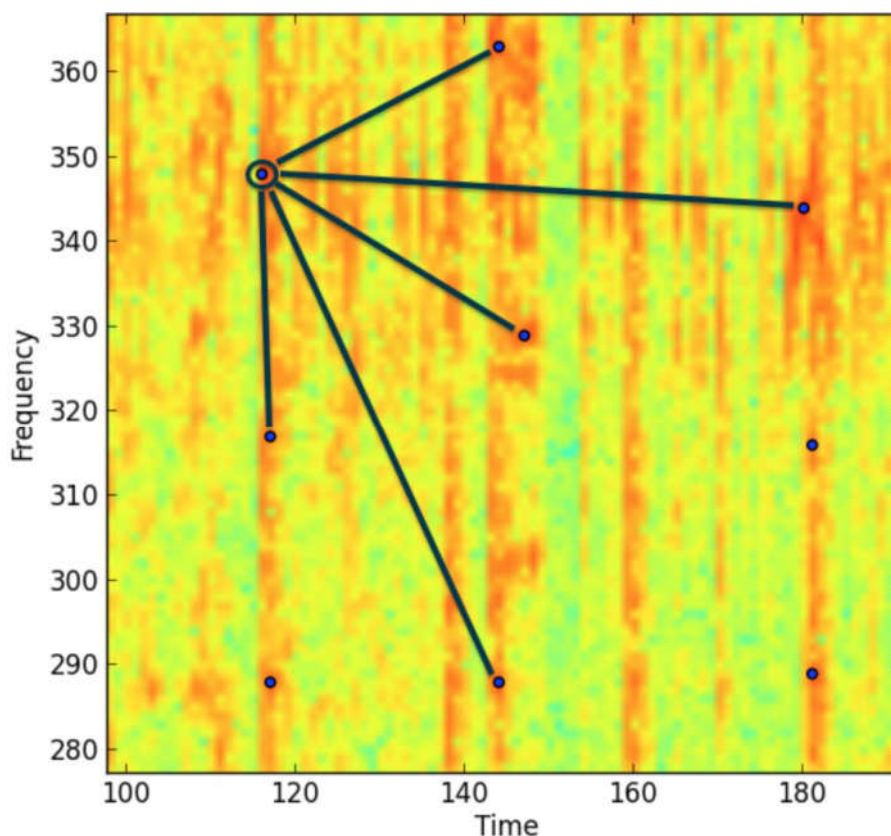


Рис. 3. Запись одного ТС, выступающего в качестве эталона



Шаг 5. Консолидация данных. После подсчета количества ТС в акустическом сигнале, данная информация сохраняется в базе данных совместно вместе с данными о месте и времени. Происходит объединение данных об интенсивности ТР, ранее содержащихся в базе данных, с вновь полученными данными.

Для проверки разработанного алгоритма собраны данные из открытых хранилищ [6] и с помощью мобильного приложения [2]. Собранные авторами данные представлены в [7]. Результат исследования разработанного алгоритма детектирования ТС показал его недостаточную эффективность – распознано 73% транспортных средств. Однако, доля распознанных ТС по аудиозаписям авторов [7] меньше на 20%, чем при использовании высококачественных аудиозаписей [6]. Таким образом, можно сделать вывод о применимости предложенного алгоритма при его доработке, позволяющей снизить влияние посторонних шумов.

### Литература

1 Music recognition algorithms, fingerprinting, and processing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.toptal.com/algorithms/shazam-it-music-processing-fingerprinting-and-recognition> (дата обращения: 18.05.2019).

2 Привалов, А.С. Мобильное приложение для определения характеристик транспортных потоков путем анализа звуковых сигналов [Электронный ресурс] / А.С. Привалов, О.К. Головнин // Математика. Компьютер. Образование: тезисы докладов двадцать шестой международной конференции (Пушино, 28 января – 2 февраля 2019 г.). – Москва, 2019. – Режим доступа: <http://mce.su/rus/archive/mce26/doc333051/> (дата обращения: 18.05.2019).

3 Головнин, О.К. Система сбора, хранения и обработки данных о транспортно-эксплуатационном состоянии улично-дорожной сети / О.К. Головнин, А.С. Привалов // VI Всероссийская конференция «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений»: сборник трудов. – Т. 2. – Уфа: УГАТУ, 2018. – С. 159-163.

4 Быстрое преобразование Фурье [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Быстрое\\_преобразование\\_Фурье](https://ru.wikipedia.org/wiki/Быстрое_преобразование_Фурье) (дата обращения: 18.05.2019).

5 Документация библиотеки Scipy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/ndimage.html> (дата обращения: 18.05.2019).

6 Sound Data Set [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://freesound.org/> (дата обращения: 18.05.2019).

7 Собранные исходные данные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dropbox.com/sh/bwu8vnek1tlgduc/AAC76tcFD3tpFpyMUBowNEaa?dl=0> (дата обращения: 18.05.2019).