

Поиск зависимостей в биомеханических системах

Зыков Т.А.¹, Дорин Д.Д.², Стрижов В.В.³

zykov.ta@phystech.edu

¹Chair of Data analysis; ², ³Intelligent systems;

Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) [1] — метод нейровизуализации, который измеряет активность мозга путем выявления изменений, связанных с кровотоком. Метод нейровизуализации фМРТ находит применение для анализа корреляции активности мозга с такими заболеваниями как аутизм и болезнь Альцгеймера, а также для прогнозирования таких заболеваний как черепно-мозговая травма и имеет потенциал для терапии [2]. Он дает представление о том, какие области мозга участвуют в конкретных психических процессах или задачах, измеряя уровень BOLD (Blood-oxygen-level-dependent). BOLD это показатель, используемый в функциональной магнитно-резонансной томографии, который отражает изменения кровотока и уровня насыщения кислородом в мозге [3].

Работа посвящена восстановлению зависимости между снимками фМРТ и звуковым рядом. Предполагается, что такая зависимость существует. Кроме того, предполагается, что между снимком и звуковым рядом есть постоянная задержка во времени [4]. Время задержки выступает в качестве гиперпараметра модели. Предлагается метод аппроксимации показаний фМРТ по прослушиваемому звуковому ряду. Проводится первичный анализ влияния типа звукового ряда (музыка или простой диалог) на изменения уровня BOLD и анализ зависимости снимков фМРТ от звукового ряда.

В данной работе рассмотрим одно из ограничений BOLD [4]. Временное разрешение — это наименьший период времени нейронной активности который с высокой точностью можно определить с помощью фМРТ. Время измерений фМРТ происходит с задержкой, что затрудняет регистрацию быстрых нейронных событий. Кроме того, при выборе модели важно учитывать структуру временных рядов: у некоторых вокселей прослеживается тренд на протяжении всей звуковой дорожки или неоднородность шума, при которых можно использовать оценки Уайта [5].

Для извлечения признаков из звуковой дорожки можно использовать разные подходы [6]. В этой работе рассматриваются мел-кепстральные коэффициенты (MFCC). Это характеристики аудиосигнала которые получаются из спектрограммы и используются для анализа звука и обработки речи. Преимуществом такого представления является небольшая размерность.

В качестве датасета будем использовать данные [7], собранные у большой группы людей во время просмотра короткометражного аудиовизуального фильма. Он включает записи фМРТ 30 участников в возрасте от 7 до 47 лет. Данные были получены с использованием богатого аудиовизуального стимула. Звуковая дорожка состоит из диалогов персонажей и музыкальных вставок.

1 *

Список литературы

- [1] Ju V Puras and EV Grigorieva. The neurovisualization methods in diagnostics of head injury. part 1. computer tomography and magnetic resonance imaging. *Russian journal of neurosurgery*, (2):7–16, 2014.
- [2] Rose Dawn Bharath. Functional mri: Genesis, state of the art and the sequel. *doi:10.4103/0971-3026.130684*.

-
- [3] Marcus E. Raichle. The brain's dark energy. *Scientific American* 302 (3): 44–49, 2010.
- [4] Ravi S Menon and Seong-Gi Kim. Spatial and temporal limits in cognitive neuroimaging with fmri. *Trends in cognitive sciences*, 3(6):207–216, 1999.
- [5] H. White. A heteroscedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroscedasticity. <https://doi.org/10.2307/1912934>.
- [6] Sridhar Krishnan Garima Sharma, Kartikeyan Umapathy. Trends in audio signal feature extraction methods. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X19308795>, 2020.
- [7] Julia Berezutskaya, Mariska J. Vansteensel, Erik J. Aarnoutse, Zachary V. Freudenburg, Giovanni Piantoni, Mariana P. Branco, and Nick F. Ramsey. Open multimodal iEEG-fMRI dataset from naturalistic stimulation with a short audiovisual film. *Scientific Data*, 9(1), March 2022.