
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОКАЗАНИЯ fMRI ПО ВИДЕО, ПОКАЗАННОМУ ЧЕЛОВЕКУ

Дорин Даниил
dorin.dd@phystech.edu

Киселев Никита
kiselev.ns@phystech.edu

28 февраля 2023 г.

АННОТАЦИЯ

В работе исследуется проблема восстановления зависимости между показаниями датчиков fMRI и восприятием внешнего мира человеком. Проверяется гипотеза зависимости между последовательностью fMRI-снимков и видеорядом, просматриваемым человеком. Предлагается метод аппроксимации показаний fMRI по просматриваемому видеоряду. В качестве демонстрации результатов работы проводятся эксперименты на выборке [2], полученной при обследовании большого числа испытуемых.

Ключевые слова: нейровизуализация · fMRI · видеоряд · зависимость между данными

1 Введение

Сококупность методов, позволяющих визуализировать структуру и функции человеческого мозга, называется *нейровизуализацией*. Эти методы используются для изучения мозга, а также для обнаружения заболеваний и психических расстройств. Одним из самых активно развивающихся видов нейровизуализации является fMRI.

Функциональная магнитно-резонансная томография или *fMPT* (англ. *fMRI*) является разновидностью магнитно-резонансной томографии и основана на изменениях в токе крови, вызванных нейронной активностью мозга. Изображения, получаемые с помощью fMRI, показывают, какие участки мозга активированы при выполнении испытуемым определенных заданий.

Несмотря на большую ценность fMRI для нейровизуализации, этот метод имеет ряд важных ограничений. Так, в работах [4, 5] подробно рассматриваются пространственное и временное разрешения fMRI, последнее из которых является его существенным недостатком. Кроме того, при томографическом обследовании неизбежно возникают шумы, связанные с движением объекта в сканере, сердцебиением и дыханием человека, тепловыми флуктуациями самого прибора и т. д. В работе [6] предлагаются методы подавления

вышеперечисленных шумов на основе графов и демонстрируется их эффективность в задаче выявления эпилепсии и депрессии.

В существующих работах по рассматриваемой теме предлагаются различные модели аппроксимации показаний fMRI, в частности, архитектура глубоких нейронных сетей трансформер. Тем не менее, на текущий момент проблема построения и тестирования такой модели остается открытой. С этой целью в настоящей работе предлагается проверить гипотезу зависимости между данными, используя статистические критерии.

Данные, на которых проводятся проверка гипотезы зависимости и демонстрация работы построенного метода, представлены в работе [2]. Этот набор данных был получен при fMRI-обследовании большой группы людей. Им предлагалось выполнить одно и то же задание — просмотреть короткий аудиовизуальный фильм. Для него в рассматриваемой работе были сгенерированы аннотации, содержащие в том числе информацию о времени появления и исчезновения отдельных слов, объектов и персонажей. Методы аудио- и видеоаннотирования подробно излагаются в [3] и [1].

2 Постановка задачи

Пусть задан видеоряд, показываемый человеку,

$$\mathbf{V} = \{s_1, \dots, s_k\}, \quad (1)$$

где $s_i \in \mathbb{R}^{W_{\mathbf{V}} \times H_{\mathbf{V}} \times C_{\mathbf{V}}}$, $i = 1, \dots, k$ — изображение, а $W_{\mathbf{V}}$, $H_{\mathbf{V}}$ и $C_{\mathbf{V}}$ — его ширина, высота и число каналов соответственно. И пусть есть последовательность fMRI-снимков

$$\mathbf{F} = \{f_1, \dots, f_m\}, \quad (2)$$

где $f_i \in \mathbb{R}^{W_{\mathbf{F}} \times H_{\mathbf{F}} \times C_{\mathbf{F}}}$, $i = 1, \dots, m$ — томографическое изображение с шириной, высотой и числом каналов $W_{\mathbf{F}}$, $H_{\mathbf{F}}$ и $C_{\mathbf{F}}$ соответственно.

Обозначим через $\mathbf{x}_i \in \mathbb{R}^d$, $i = 1, \dots, n$ вектор, характеризующий i -го испытуемого, и

$$\mathbf{X} = \{\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_n\}. \quad (3)$$

Задача состоит в предсказании показаний fMRI по видеоряду. Формально, необходимо построить такое отображение g , что

$$g(\mathbf{V}, \mathbf{X}) = \mathbf{F}. \quad (4)$$

3 Вычислительный эксперимент

4 Анализ ошибки

5 Заключение

Список литературы

- [1] Julia Berezhutskaya, Zachary V. Freudenburg, Luca Ambrogioni, Umut Güçlü, Marcel A. J. van Gerven, and Nick F. Ramsey. Cortical network responses map onto data-driven

- features that capture visual semantics of movie fragments. *Scientific Reports*, 10(1), July 2020.
- [2] 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.
- [3] Paul Boersma and David Weenink. Praat: doing phonetics by computer [computer program]. version 6.0. 37. Retrieved February, 3:2018, 2018.
- [4] Nikos K Logothetis. What we can do and what we cannot do with fmri. *Nature*, 453(7197):869–878, 2008.
- [5] 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.
- [6] Maxim Sharaev, Alexander Andreev, Alexey Artemov, Alexander Bernstein, Evgeny Burnaev, Ekaterina Kondratyeva, Svetlana Sushchinskaya, and Renat Akzhigitov. fmri: preprocessing, classification and pattern recognition, 2018.