

# Синолитические сети в классификации мозговой активности

Власенко Даниил Владимирович, гр.19.Б04-мм

Научный руководитель: к.ф.-м.н. Шпилёв П.В.

Санкт-Петербургский государственный университет  
Прикладная математика и информатика  
Вычислительная стохастика и статистические модели

Отчет по научно-исследовательской работе

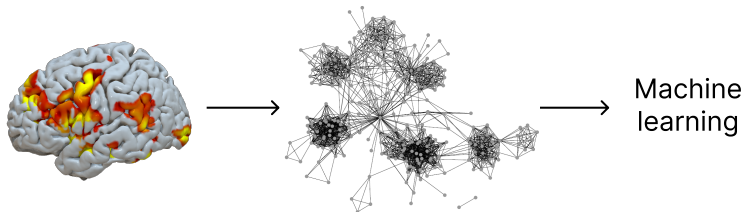
Санкт-Петербург, 2023

## Функциональная магнитно-резонансная томография

*Разновидность магнитно-резонансной томографии, которая проводится с целью измерения изменений в токе крови, вызванных нейронной активностью головного мозга.*



Рис. 1: фМРТ сканер.



**Рис. 2:** Классификация на основе характеристик графов, содержащих информацию о работе мозга.

## Цель работы

*Реализация и тестирование метода классификации режимов мозговой активности на основе фМРТ данных, в основе которого будут лежать синолитические сети (Demichev V. 2022).*

## Задача классификации

Пусть  $\Omega$  — множество объектов,  $\Sigma$  — множество классов.

Существует неизвестная функция  $f : \Omega \rightarrow \Sigma$ , значения которой известны только на объектах выборки  $(\tilde{\Omega}, \tilde{\Sigma}) = \{(\omega_n, \sigma_n)\}_n$ .

Требуется построить алгоритм  $\hat{f} : \Omega \rightarrow \Sigma$ , способный классифицировать произвольный объект  $\omega \in \Omega$ , то есть правильно сопоставить ему соответствующий класс  $\sigma \in \Sigma$ .

$\Omega$  — множество фМРТ, а  $\Sigma = \{I, II\}$  — множество режимов мозговой активности.  $(\tilde{\Omega}, \tilde{\Sigma}) = \{(\omega_n, \sigma_n)\}_n$  — конечная выборка из  $(\Omega, \Sigma)$ .

- 1  $\omega \in \Omega$  конвертируется массив  $a$ .  $a_{xyzt}$  — значение вокселя с индексами  $x, y, z$  в момент времени  $t$ , а  $a_{xyz}$  — все значения вокселя с индексами  $x, y, z$ .

На основе  $a$  будет строиться граф  $g = (V = \{v_i\}_i, E = \{e_{ij}\}_{ij}, R = \{r_i\}_i, W = \{w_{ij}\}_{ij})$ .

- 2 С помощью статистики  $T$  вычисляется  $a^T = T(a)$ , т.е. для  $\forall x, y, z$   $a_{xyz}^T = T(a_{xyz})$ . Значения массива  $a^T$  будут использоваться в качестве значений вершин  $R$ .

## Вероятностное определение $w_{ij}$

$$w_{ij} = P(y_k = II|r_i, r_j) - P(y = I|r_i, r_j)$$

- 3 С помощью классификаторов  $Cl_{ij} : \{y|(r_i, r_j), \{(r_i^n, r_j^n)\}_n, \{y_n\}_n\} \rightarrow [0, 1]$ , обученных на выборке  $(\tilde{\Omega}, \tilde{\Sigma})$ , вычисляется  $W$  (Platt J. 1999).
- 4 Строится граф-сетка  $g$ , т.е. граф, в котором каждый внутренний воксель связан с 26 соседними вокселями.
- 5 Из  $g$  удаляются ребер  $\{e_{ij} : r_i < r | r_j < r | w_{ij} < w\}_{ij}$ .
- 6 Вычисляются характеристики графа  $\{f_u\}_u = \{F_u(g)\}_u$ .
- 7 С помощью классификатора  $Cl : \{\{f_u\}_u | \{\{f_u^n\}_u\}_n, \{y_n\}_n\} \rightarrow \{0, 1\}$ , обученного на выборке  $(\Omega, \Sigma)$ , происходит итоговая классификация фМРТ данных  $\omega$ .

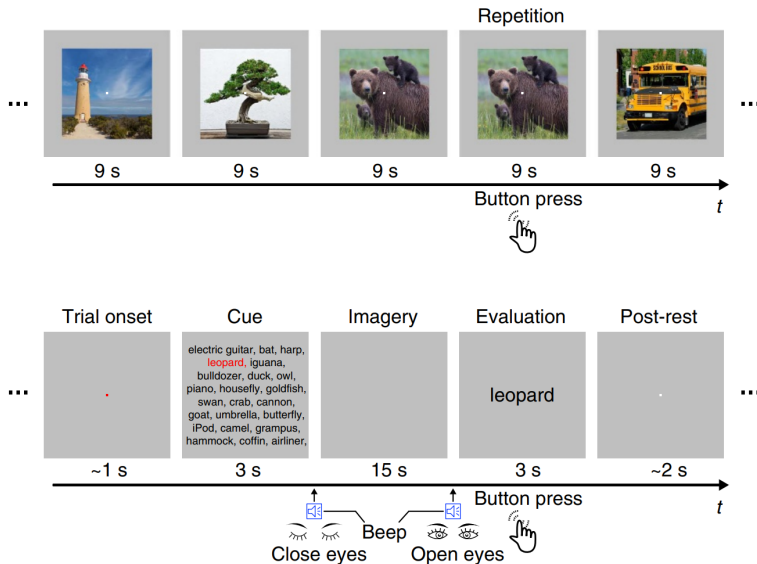


Рис. 3: Наблюдение или воображение объекта.

	seen		imagined		
	training	test	training	test	
sub-01	17	7	14	6	44
sub-02	17	7	14	6	44
sub-03	17	7	14	6	44
sub-04	17	7	14	6	44
sub-05	16	8	14	6	44
	84	36	70	30	220
	120		100		

Таблица 1: Разделение выборки.



	seen	imagined
seen	32	4
imagined	0	30

Таблица 2:  $T$  — среднее значение вокселя, точность 93.9%.

	seen	imagined
seen	32	4
imagined	1	29

Таблица 3:  $T$  — минимум значений вокселя, точность 90.9%.

	seen	imagined
seen	34	2
imagined	1	29

Таблица 4:  $T$  — разница квантилей уровня 0.9 и 0.1 значений вокселя, точность 95.5%.