

Синолитические сети в классификации мозговой активности

Власенко Даниил

Научные руководители: Гудкин Борис, Заикин Алесей

15 февраля 2023 г.

Содержание

- 1 Введение
- 2 Сенолитические сети
- 3 Векторизация
- 4 Понижение размерности
- 5 Результаты

фМРТ

Определение

Функциональная магнитно-резонансная томография или фМРТ — разновидность магнитно-резонансной томографии (получения изображения), которая проводится с целью измерения нейронной активности головного или спинного мозга.



Рис.: фМРТ сканер.

фМРТ

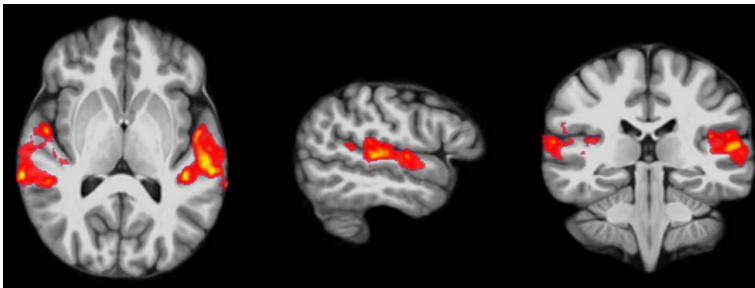


Рис.: МРТ скан.

Цель работы

Пусть мозг может находиться в двух режимах когнитивной деятельности.

Цель работы

Реализация и тестирование нового метода классификации режимов когнитивной деятельности на основе фМРТ данных.

Классификация

Вероятностная постановка задачи классификации

Пусть есть с.в. $\xi : \Omega \rightarrow X$ и с.в. $\eta : \Omega \rightarrow Y$. Рассмотрим с.в. $(\xi, \eta) : \Omega \rightarrow (X, Y)$ с распределением $p(x, y)$.

Задача классификации сводится оценке $p(y|x)$ по выборке $(\tilde{X}, \tilde{Y}) = \{(x_k, y_k), k = 1, \dots, N\}$

Алгоритмическая постановка задачи классификации

Пусть X — множество описаний объектов, Y — множество номеров классов. Существует функция $f : X \rightarrow Y$, значения которой известны только на объектах выборки $(\tilde{X}, \tilde{Y}) = \{(x_k, y_k), k = 1, \dots, N\}$.

Требуется построить алгоритм-оценку $\hat{f} : X \rightarrow Y$.

Основная идея

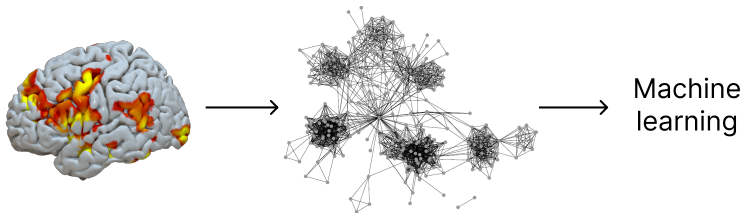


Рис.: Классификация на основе построения графов отражающих входные данные.

Обозначения

Пусть $X = \{x_k\}_k$ — множество фМРТ, а $Y = \{y_k\}_k$ — режимы когнитивной активности $\{x_k\}_k$ со значениями I или II .

На основе $x_k \in X$ строится граф $G_k = (V_k, E_k, R_k, W_k)$, где

- $V_k = \{v_i^k\}_i$ — множество вершин,
- $E_k = \{e_{ij}^k\}_{ij}$ — множество неориентированных ребер,
- $R_k = \{r_i^k\}_i$ — множество значений вершин,
- $W_k = \{w_{ij}^k\}_{ij}$ — множество весов ребер,
- v_i^k — вершина отражающая область мозга i ,
- e_{ij}^k — ребро отражающее связь между областями i и j ,
- r_i^k — значение вершины v_i^k ,
- w_{ij}^k — вес ребра e_{ij}^k .

Подсчет весов ребер w_{ij}^k

Вероятностное определение w_{ij}^k

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

Пусть $Cl : \{y_k | (r_i^k, r_j^k), \{(r_i^n, r_j^n)\}_n, \{y_n\}_n\}_k \rightarrow [0, 1]$ — вероятностный классификатор.

Алгоритмическое определение w_{ij}^k

$$w_{ij}^k = Cl(y_k = II | (r_i^k, r_j^k), \{(r_i^n, r_j^n)\}_n, \{y_n\}_n) - \\ - Cl(y_k = I | (r_i^k, r_j^k), \{(r_i^n, r_j^n)\}_n, \{y_n\}_n)$$

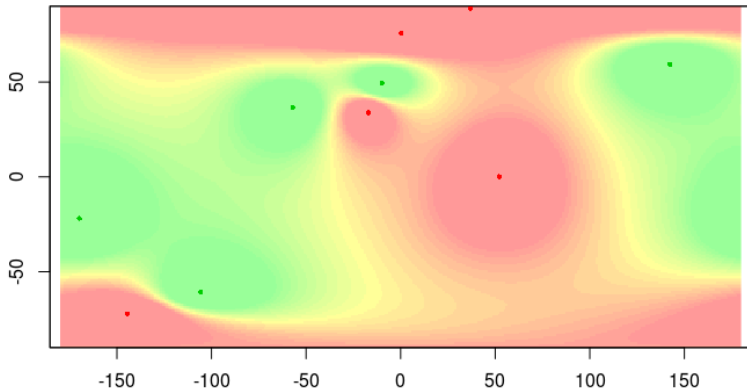


Рис.: Эмпирическая плотность распределения (r_i, r_j) для двух режимов, вычисленная по $\{(r_i^n, r_j^n)\}_n$

NiBabel — библиотека предоставляющая возможность читать различные форматы файлов нейровизуализации.

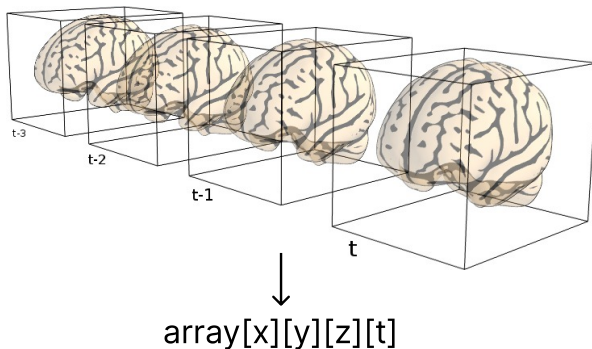


Рис.: Векторизация фМРТ данных.

Увеличение размеров вокселя

Увеличение размера вокселя в n раз уменьшает число вокселей в n^3 раза.

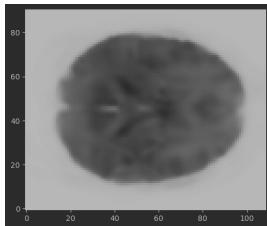


Рис.: Воксель 2 мм³

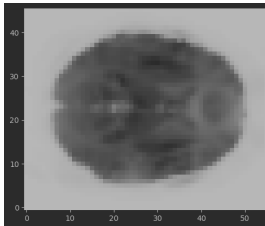


Рис.: Воксель 4 мм³

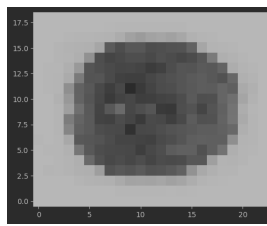


Рис.: Воксель 10 мм³

Переход от полного графа к графу-решетке

Переход от полного графа к графу-решетке снижает время вычисления и требуемую память с $O(n^2)$ до $O(n)$, где n — число областей мозга.

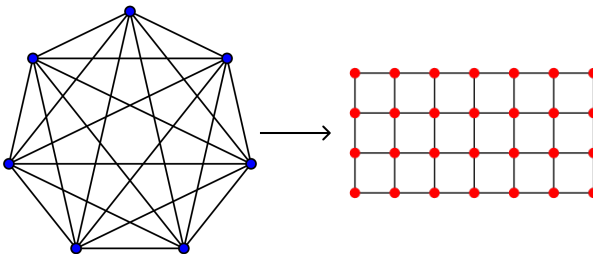





Рис.: Смена структуры графа.

Кластеризация вокселей

A Joint Graph and Image Convolution Network for Automatic Brain Tumor Segmentation

Camillo Saueressig^{1,2} , Adam Berkley¹, Reshma Munbodh^{3(✉)} ,
and Ritambhara Singh^{1,2(✉)} 

¹ Department of Computer Science, Brown University, Providence, USA
ritambhara@brown.edu

² Center for Computational Molecular Biology, Brown University, Providence, USA

³ Department of Radiation Oncology, Brown Alpert Medical School, Providence, USA

Рис.: Объединение вокселей в кластеры.

Понижение размерности по времени

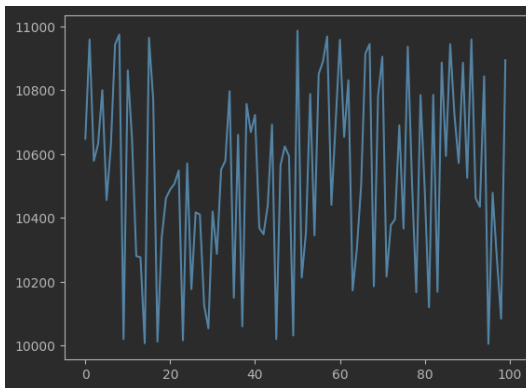
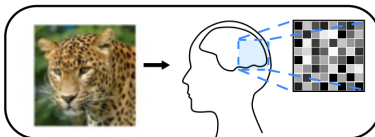


Рис.: Значения вокселя.

Данные

Seen



Imagined

or



Рис.: .

Введение
○○○○

Сенотитические сети
○○○○

Векторизация
○

Понижение размерности
○○○○

Результаты
○●