
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ В ЗАДАЧЕ ДЕКОДИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ.

Дорин Даниил
dorin.dd@phystech.edu

Грабовой Андрей
grabovoy.av@phystech.edu

14 декабря 2023 г.

АННОТАЦИЯ

Исследуется проблема нахождения пространственно-временных характеристик в задаче декодирования временных рядов. В задачах декодирования сигнала данные представляются как многомерные временные ряды с дискретным представлением времени. Проводится обзор методов анализа пространственно-временных характеристик нескольких временных рядов. Предложен ... Для анализа предложенного метода проводится вычислительный эксперимент на выборке [1], полученной при исследования электрической активности мозга большого числа испытуемых с помощью инвазивной электроэнцефалографии.

Ключевые слова: ЭЭГ · временные ряды ·

1 Введение

Человеческий мозг — один из самых интересных объектов исследования [2].

Одним из наиболее успешных классических подходов к классификации ЭЭГ является алгоритм *ERPCov TS LR*, основанный на Римановой геометрии. Первым шагом данного алгоритма является построение признакового пространства.

2 Постановка задачи

Исследуется задача декодирования временного ряда. Пусть имеется некоторый процесс (активность головного мозга):

$$\mathcal{V}(\tau), \tau \in \mathbb{R}$$

Тогда данные выборки — это регистрируемый сигнал, то есть реализация процесса $\mathcal{V}(\tau)$:

$$\mathbf{X} = [\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_T]^\top, \mathbf{x}_t \in \mathbb{R}^K$$

Здесь K — число каналов. T — число измерений сигнала с частотой μ за время τ :

$$T = \tau\mu$$

$$\mathbf{x}_{\tau\mu} \approx \mathcal{V}(\tau)$$

2.1 Задача классификации сигнала

Пусть имеется выборка из N наблюдений:

$$\mathbf{X} = \{\mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_N\},$$

$$\mathbf{X}_i = [\mathbf{x}_1^i, \dots, \mathbf{x}_{T_i}^i]^\top, \mathbf{x}_t^i \in \mathbb{R}^K,$$

$$\mathbf{Y} = \{\mathbf{Y}_1, \dots, \mathbf{Y}_N\}, \mathbf{Y}_i = [y_1, \dots, y_{T_i}]^\top, y_t \in \{1, \dots, C\}$$

Здесь C — число классов в задаче классификации сигнала.

Для набора данных, описанного выше, требуется построить отображение f_θ , которое учитывало бы пространственно-временные характеристики между временными рядами сигнала:

$$f_\theta : \mathbf{X} \rightarrow \mathbf{Y}$$

3 Вычислительный эксперимент

Для анализа работоспособности предложенного метода, а также проверки гипотез проведен вычислительный эксперимент.

Для проведения экспериментов была использована выборка бинарной классификации состояния глаз испытуемого (открыты или закрыты), представленная в [1].

Набор данных получен в результате одного непрерывного измерения неинвазивного ЭЭГ с помощью нейроголовки Emotiv EEG с использованием 14 датчиков, на рис.1 задействованные датчики изображены красным цветом.

Продолжительность измерения в выборке составила 117 секунд. Состояние глаз было зафиксировано с помощью камеры во время измерения ЭЭГ и позже добавлено вручную в файл после анализа видеок кадров. Метка «1» указывает на состояние с закрытыми глазами, а «0» — на состояние с открытыми глазами. Все значения приведены в хронологическом порядке с первым измеренным значением в верхней части данных. Основные характеристики выборки представлены в Таблице 1.

При анализе выборки обнаружено 4 выброса, которые были заменены средними по классам значениями, график временных рядов после обработки выбросов представлен на рис.2.

4 Заключение

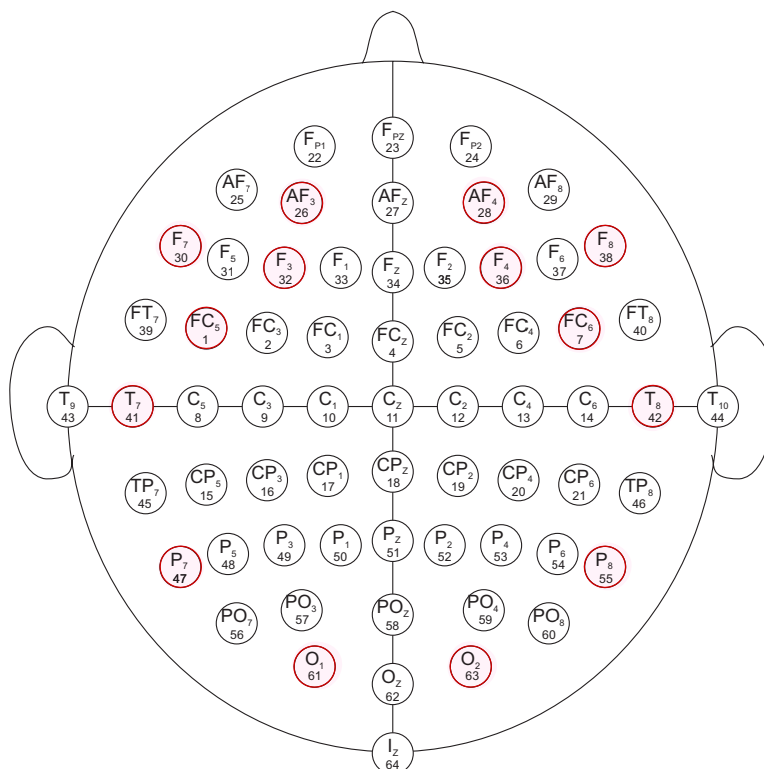


Рис. 1: Задействованные датчики ЭЭГ при измерении сигнала

Список литературы

- [1] Oliver Roesler. EEG Eye State. UCI Machine Learning Repository, 2013. DOI: <https://doi.org/10.24432/C57G7J>.
- [2] ТА Жумакова, ШО Рыспекова, ДД Жунистаев, НМ Чурукова, АМ Исаева, and ИО Алимкул. Тайны человеческого мозга. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, (6-2):230–232, 2017.

Таблица 1: Описание выборки

Название	Обозначение	Значение
Продолжительность обследования	τ	117 с
Частота измерения сигнала	μ	128.03 с^{-1}
Число каналов (датчиков)	K	14
Число измерений сигнала	T	14980

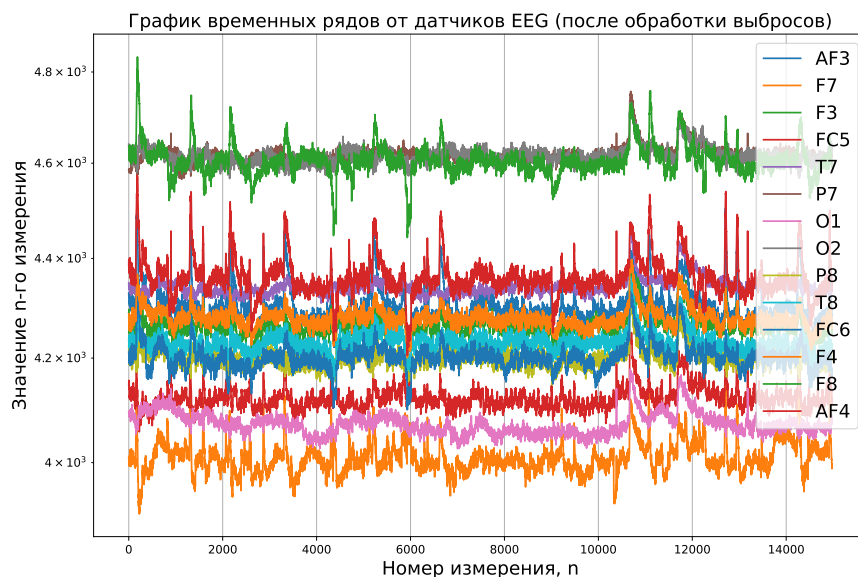


Рис. 2: График временных рядов