

Построение оптимальной модели декодирования сигналов при моделировании нейрокомпьютерного интерфейса.

Наседкин И. А.

nasedkin.ia@phystech.edu

МФТИ (ГУ)

В работе моделируется поведение субъекта по имеющемуся описанию сигнала. Предлагается построить модель для решения декодирования сигналов ECoG. В качестве этапов построения модели решаются задачи предобработки данных, выделения признакового пространства и снижения размерности. Декодирование сигналов должно происходить с минимальной задержкой, поэтому выбирается модель оптимальной сложности. В работе учитывается комплексная природа сигнала: непрерывная траектория движения, наличие дискретных структурных переменных, наличие непрерывных переменных. Исследование проводится на основе данных из библиотеки сигналов человеческого мозга ECoG.

Введение

Нейрокомпьютерный интерфейс (BCI) обеспечивает взаимодействие между мозгом и компьютером [7]. Это взаимодействие в свою очередь позволит людям с ограниченными возможностями вернуть их мобильность при помощи бионических протезов. Для этого необходимо обеспечить точное и быстрое интерпретирование данных, получаемых с мозга.

Для получения данных мозга с целью последующего анализа для предсказания намерений часто используются электро- и магнитоэнцефалография [9][10][8]. Однако, электрокортикография позволяет получить измерения с большим разрешением во временной и пространственной областях. Имеется множество работ [5][1], показывающих применимость ECoG для предсказания движения.

Признаковое пространство данных ECoG обладает огромной размерностью, что значительно усложняет построение модели для предсказания намерений. Для снижения размерности признакового пространства применяется метод наименьших частных квадратов (Partial Least Squares – PLS) [4]. Данные ECoG имеют тензорную структуру. Тензор включает в себя пространственную, временную и частотную модальности. В [2][3] были предложены многомодальные, тензорные модификации алгоритма PLS (Multi-Way Partial Least Squares – NPLS).

В данной работе проводится построение модели предсказания движений субъекта, позволяющей декодировать ECoG сигналы со снижением размерности данных. При построении модели учитывается комплексная природа вывода модели: непрерывная траектория движения, наличие дискретных структурных переменных, наличие непрерывных переменных. Исследование проводится на основе данных из библиотеки сигналов человеческого мозга ECoG [6].

Литература

- [1] Zenas C Chao, Yasuo Nagasaka, and Naotaka Fujii. Long-term asynchronous decoding of arm motion using electrocorticographic signals in monkey. *Frontiers in neuroengineering*, 3:3, 2010.
- [2] Andrey Eliseyev, Cecile Moro, Thomas Costecalde, Napoleon Torres, Sadok Gharbi, Corinne Mestais, Alim Louis Benabid, and Tatiana Aksenova. Iterative n-way partial least squares for a binary self-paced brain-computer interface in freely moving animals. *Journal of neural engineering*, 8(4):046012, 2011.

- [3] Andrey Eliseyev, Cecile Moro, Jean Faber, Alexander Wyss, Napoleon Torres, Corinne Mestais, Alim Louis Benabid, and Tetiana Aksenova. L1-penalized n-way pls for subset of electrodes selection in bci experiments. *Journal of neural engineering*, 9(4):045010, 2012.
- [4] Paul Geladi and Bruce R Kowalski. Partial least-squares regression: a tutorial. *Analytica chimica acta*, 185:1–17, 1986.
- [5] M Gomez-Rodriguez, Moritz Grosse-Wentrup, Jan Peters, G Naros, Jeremy Hill, B Scholkopf, and A Gharabaghi. Epidural ecog online decoding of arm movement intention in hemiparesis. In *Brain Decoding: Pattern Recognition Challenges in Neuroimaging (WBD), 2010 First Workshop on*, pages 36–39. IEEE, 2010.
- [6] Kai Joshua Miller. A library of human electrocorticographic data and analyses, 2016.
- [7] Luis Fernando Nicolas-Alonso and Jaime Gomez-Gil. Brain computer interfaces, a review. *Sensors*, 12(2):1211–1279, 2012.
- [8] F Quandt, Christoph Reichert, Hermann Hinrichs, Hans-Jochen Heinze, Robert T Knight, and Jochem W Rieger. Single trial discrimination of individual finger movements on one hand: a combined meg and eeg study. *NeuroImage*, 59(4):3316–3324, 2012.
- [9] Stephan Waldert, Hubert Preissl, Evariste Demandt, Christoph Braun, Niels Birbaumer, Ad Aertsen, and Carsten Mehring. Hand movement direction decoded from meg and eeg. *Journal of Neuroscience*, 28(4):1000–1008, 2008.
- [10] Yijun Wang and Scott Makeig. Predicting intended movement direction using eeg from human posterior parietal cortex. In *International Conference on Foundations of Augmented Cognition*, pages 437–446. Springer, 2009.