

ОПРАЦЮВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЧНИХ СИГНАЛІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ АВТОРЕГРЕСІЇ З ВИПАДКОВИМИ КОЕФІЦІЄНТАМИ

Реєстрація та аналіз електроенцефалографічних (ЕЕГ) сигналів має важливе значення для медичної діагностики широкого спектру захворювань мозку. Лінійні моделі та методи відіграють важливу роль в задачах опрацювання ЕЕГ-сигналів [1]. Найбільш важливими серед них є лінійні послідовності авторегресії ковзної суми. Лінійні випадкові процеси неперервного аргументу використовуються в задачах математичного моделювання електрофізіологічних сигналів, зображуваних у вигляді суперпозиції великої кількості незалежних імпульсів. У такій моделі, однак, не є можливим врахувати стохастичну залежність чи синхронізацію імпульсів. Лінійні моделі також часто не є адекватними в задачах дослідження ЕЕГ при деяких патологіях, наприклад, для пацієнтів з епілептичною активністю. Таким чином, актуальною є задача побудови та використання моделей нелінійної динаміки ЕЕГ-сигналів, які б враховували їх біофізичну природу та були придатними для діагностики.

У доповіді здійснено аналіз біофізичних особливостей породження ЕЕГ-сигналу як суми великого числа випадкових стохастично синхронізованих постинаптичних потенціалів, які генеруються пірамідальними нейронами кори головного мозку у послідовні випадкові моменти часу [2]. У результаті обґрунтовано математичну модель сигналу у вигляді умовного лінійного випадкового процесу [3], що зображається у вигляді стохастичного інтеграла від випадкової функції за процесом із незалежними приростами.

Показано, що послідовність авторегресії з випадковими коефіцієнтами є частинним випадком УЛВП з дискретним часом і може бути застосована для статистичного аналізу ЕЕГ-сигналу. Проведено експериментальну перевірку статистичної гіпотези про випадковість авторегресійних коефіцієнтів. Показано, що така гіпотеза узгоджується з більше ніж 75% використовуваних для дослідження даних реалізацій ЕЕГ-сигналів. Зокрема, гіпотеза підтверджується для 97% даних спостережень ЕЕГ епілептичних пацієнтів протягом судомної активності, що може бути використано в задачах її прогнозування та локалізації епілептогенних зон [4].

Література

1. S. Sanei, J.A. Chambers, EEG signal processing, John Wiley & Sons Ltd., 2007.
2. T. Kirschstein, R. Kohling, "What is the source of the EEG?," Clinical EEG and Neuroscience, vol. 40, no. 3, pp. 146-149, 2009. DOI: 10.1177/155005940904000305
3. Фриз М.Є. Властивості умовних лінійних процесів та їх застосування в прикладних задачах математичного моделювання стохастичних сигналів. *Математичне та комп'ютерне моделювання*. Серія: Технічні науки: зб. наук. праць. 2012. Вип. 6. С.228 – 238.
4. Fryz M. Conditional linear random process and random coefficient autoregressive model for EEG analysis. *2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON)*. Kyiv, Ukraine, 29 May - 2 June 2017. Pp. 305 – 309. DOI: 10.1109/UKRCON.2017.8100498