

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ АВТОМАТИЧНОГО ВИДАЛЕННЯ АРТЕФАКТІВ ЕЕГ, ПОВ'ЯЗАНИХ З РУХАМИ ОЧЕЙ

Кицун П. Г., аспірант

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Електроенцефалографія (ЕЕГ) є одним з основних методів об'єктивного дослідження функціонального стану головного мозку людини. Однак зареєстрований сигнал ЕЕГ містить не тільки сумарні біопотенціали головного мозку, але ще й складові, які не пов'язані безпосередньо з роботою мозку — артефакти, амплітуда яких може значно перевищувати амплітуду корисного сигналу [1]. Тому усунення артефактів є першим та дуже важливим етапом будь якої обробки зареєстрованого сигналу ЕЕГ.

Метою роботи є розробка нового методу автоматичного видалення артефактів ЕЕГ, пов'язаних з рухами очей. Запропонований метод використовує модель методу незалежних компонент (МНК) для часових рядів TDSEP [2] та власні критерії визначення, які з отриманих компонент містять артефакти.

Як відомо, активність, що реєструється у вигляді потенціалів на електродах на різних ділянках шкіри голови, представляє собою результуючу сумарну активність електромагнітних полів різних джерел, які розміщені як в головному мозку, так і за його межами. Виходячи з припущення, що ці джерела знаходяться на певній відстані один від одного та функціонують незалежно, можна очікувати, що після застосування МНК локально когерентні сигнали, які виходять з одного джерела, будуть згруповані в одну незалежну компоненту, в той час коли сигнали від інших джерел потраплять у інші незалежні компоненти. Тобто МНК дозволяє трансформувати багатоканальний запис ЕЕГ в набір складових компонент від мозкових та позамозкових (артефактних) джерел і аналізувати незалежно ці компоненти [3]. Це робить МНК ефективним методом видалення артефактів з ЕЕГ сигналу.

Запропонований алгоритм для автоматичного видалення артефактів ЕЕГ, пов'язаних з рухами очей, складається з наступних етапів:

- попередня фільтрація зареєстрованого сигналу ЕЕГ смуговим цифровим фільтром Батерворда 3-го порядку зі смугою пропускання 0,4–30 Гц;
- застосування алгоритму МНК (FastICA або TDSEP) для визначення незалежних компонент у зареєстрованому сигналі;
- розрахунок характерних ознак (features) кожної незалежної компоненти (індекс кореляції [4], максимальна амплітуда, спектральний склад);
- виділення з вектору незалежних компонент таких, вірогідним джерелом яких є електрична активність очних м'язів, відповідно до харак-

- терних ознак кожної компоненти та емпірично підібраних критеріїв;
- відновлення сигналу ЕЕГ без врахування незалежних компонент, які були відмічені як артефактні.

Для оцінки якості запропонованого алгоритму була проведена реєстрація ЕЕГ з восьми відведень: Fp1, Fp2, F7, F8, T7, T8, P7, P8, у 8 здорових чоловіків сумарною тривалістю 40 хвилин та обробка зареєстрованих сигналів ЕЕГ для видалення артефактів.

На рис. 1 зображено фрагмент зареєстрованої 8-ми каналної ЕЕГ до та після видалення артефактів ЕЕГ. На рис. 2 зображено 8 незалежних компонент, виділених з цього фрагменту алгоритмом TDSEP.

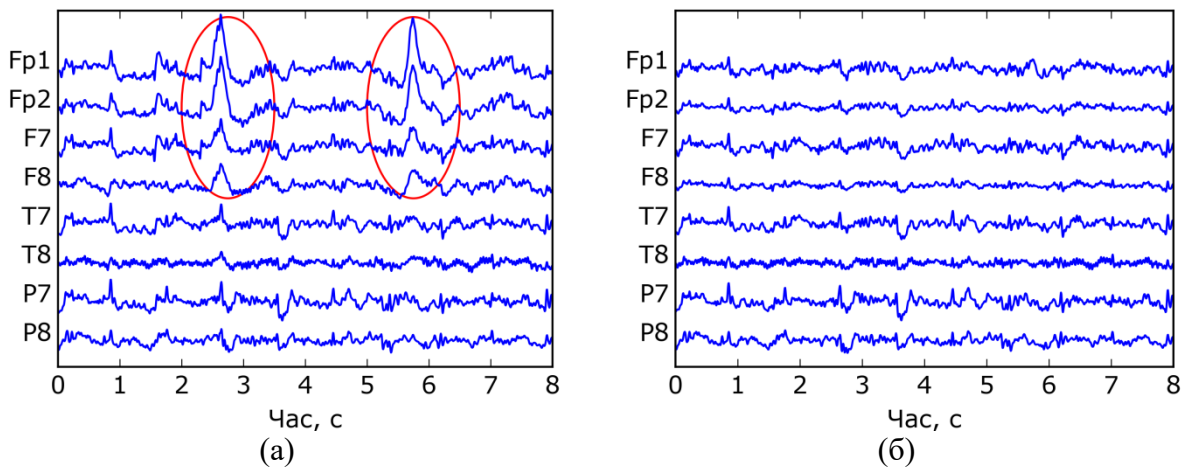


Рисунок 1. Фрагмент зареєстрованої 8-миканальної ЕЕГ до (а) та після (б) застосування запропонованого алгоритму видалення артефактів ЕЕГ, пов'язаних з рухами очей. На рисунку артефакти відмічені еліпсами.

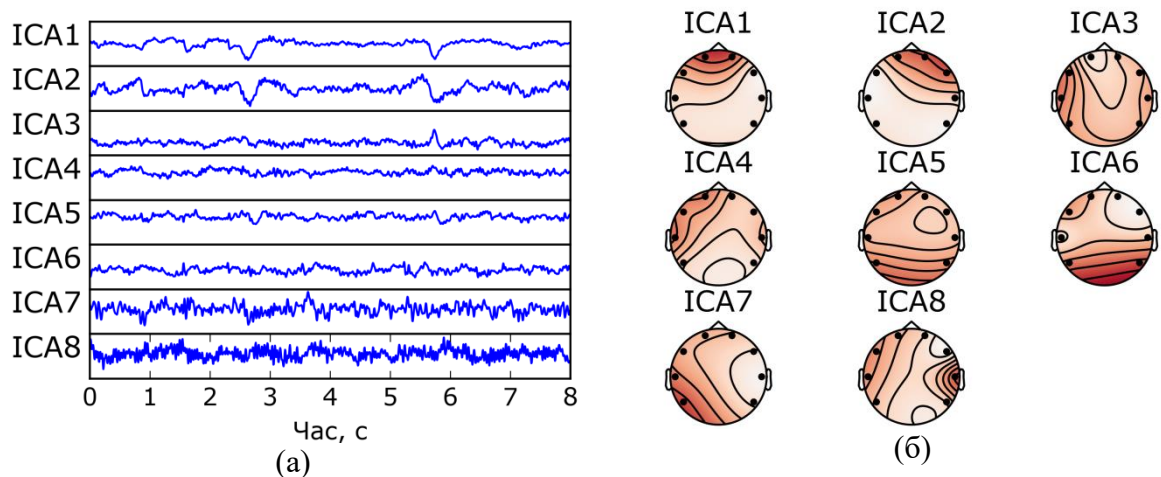


Рисунок 2. Вектор незалежних компонент, виділених з фрагменту запису ЕЕГ алгоритмом TDSEP (а) та розрахована локалізація джерела кожної компоненти (б). Компоненти ICA1 та ICA2, були ідентифіковані як артефактні та виключені при відновленні сигналу ЕЕГ.

Порівняння ефективності проводилося за участю двох експертів — лікарів функціональної діагностики. Лікарі оцінювали наявність у фрагменті

артефактів, пов'язаних з рухами очей, та якість їх видалення за п'ятибальною шкалою. Фрагменти, при обробці яких використовувався TDSEP, отримали середній бал — 4.83, FastICA — 4.58.

Таким чином можна зробити висновок, що запропонований алгоритм з використанням моделі МНК для часових рядів TDSEP є більш ефективним та його використання для видалення артефактів ЕЕГ є доцільним. Наступним етапом роботи планується розробка системи реєстрації ЕЕГ, в якій видалення артефактів запропонованим методом буде відбуватися у реальному часі.

Перелік посилань

1. Обнаружение артефактов в сигнале электроэнцефалограммы с помощью вейвлет-преобразования / А. М. Канайкин, А. А. Попов, К. А. Рощина и др. // Электроника и связь. — 2011. — 4. — С. 126–130.
2. Ziehe A. TDSEP — an efficient algorithm for blind separation using time structure / A. Ziehe, K.-R. Müller // Proceedings of the 8th International Conference on Artificial Neural Networks, ICANN'98. — Berlin: Springer Verlag, 1998. — P. 675–680.
3. Onton J. Information-based modeling of event-related brain dynamics. / J. Onton, S. Makeig // Progress in brain research. — 2006. — Vol. 159. — P. 99–120.
4. Automatic and direct identification of blink components from scalp EEG. / W. Kong, Z. Zhou, S. Hu et al. // Sensors (Basel, Switzerland). — 2013. — Vol. 13, 8. — P. 10783–801.

Анотація

В роботі запропоновано алгоритм автоматичного видалення артефактів ЕЕГ, пов'язаних з рухами очей, який ґрунтується на використанні моделі методу незалежних компонент для часових рядів TDSEP. Алгоритм був апробований на реальних записах ЕЕГ та показав свою ефективність.

Ключові слова: ЕЕГ, ЕОГ, видалення артефактів, МНК.

Аннотация

В работе предложен алгоритм автоматического удаления артефактов ЭЭГ, связанных с движением глаз, который основывается на использовании модели метода независимых компонент для временных рядов TDSEP. Алгоритм был апробирован на реальных записях ЭЭГ и показал свою эффективность.

Ключевые слова: ЭЭГ, ЭОГ, удаление артефактов, МНК.

Abstract

The novel method of automatic EEG eye movement artifacts removal based on Independent Component Analysis is proposed. The method was tested on real EEG records and has shown its efficacy.

Keywords: EEG, EOG, artifacts removing, ICA.