

Politechnika Śląska  
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki

Krzysztof Kotowski

ANALIZA SYGNAŁU EEG DLA POTRZEB  
ROZPOZNAWANIA EMOCJI

Rozprawa doktorska pod kierunkiem  
prof. dr hab. inż. Katarzyny Stąpor

Dyscyplina główna: Informatyka

Gliwice, 2022

# ANALIZA SYGNAŁU EEG DLA POTRZEB ROZPOZNAWANIA EMOCJI

**Krzysztof Kotowski**

Politechnika Śląska  
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki

Promotor: prof. dr hab. inż. Katarzyna Stąpor

## **Streszczenie rozprawy doktorskiej**

Ludzki mózg składa się z około 86 miliardów neuronów generujących aktywność elektryczną, która jest biologiczną podstawą uczenia, pamięci, zachowania, percepcji, świadomości i emocji. Odkrycie jak miliardy impulsów elektrycznych kształtują nasz umysł i emocje jest najważniejszym celem neuronauki. Ta elektryczna aktywność mózgu może być mierzona nieinwazyjnie za pomocą elektroencefalogramu (EEG). Jednak sygnały z dziesiątek elektrod umieszczonych na głowie byłyby niemożliwe do zdekodowania bez użycia zaawansowanych metod obliczeniowych. Moja teza skupia się na metodach przetwarzania mózgowych potencjałów wzbudzonych (ERP) generowanych przez synchroniczną i powtarzalną aktywność neuronów w odpowiedzi na emocjonalne ekspresje twarzy.

W mojej rozprawie dowodzę, że odpowiednia adaptacja taniego urządzenia Emotiv EPOC+ EEG (tj., specjalny obwód do oznaczania bodźców), falkowa filtracja zakłóceń oraz odporne ważone uśrednianie (RWA, z ang. robust weighted averaging) pozwalają na rozróżnianie pomiędzy ERP indukowanymi przez prezentację różnych emocjonalnych ekspresji twarzy (złość/radość kontra neutralna) modulujących komponent EPN (z ang. early posterior negativity). Zaproponowany obwód do oznaczania bodźców pozwala na precyzyjny pomiar czasu odpowiedzi mózgowych za pomocą tanich urządzeń, który jest kluczowy w analizie ERP, a zaproponowana falkowa filtracja zakłóceń i RWA znacząco zwiększają stosunek sygnału do szumu w przebiegach ERP. Dodatkowo, poprawki wprowadzone w metodzie RWA pozwoliły zmniejszyć błąd średniokwadratowy w badaniach symulacyjnych o 45% i zwiększyć odporność na obserwacje odstające.

W drugiej części rozprawy prezentuję odpowiednie przetwarzanie EEG, zawierające nową metodę filtracji mrugnięć, dla celów analizy pojedynczych amplitud komponentu N250 związanego z neuronalnymi procesami uczenia się twarzy. Komponent ten stanowi zakłócający komponent EPN, więc jego lepsze zrozumienie jest kluczowe dla rozdzielenia procesów nabywania znajomości i emocjonalnego przetwarzania twarzy. Analiza pojedynczych amplitud komponentu N250 z bardzo dużą rozdzielczością czasową wymaga implementacji zaawansowanego przetwarzania sygnału, które prezentuję w mojej rozprawie. Jego częścią jest półautomatyczna filtracja mrugnięć sterowana poziomem korelacji pomiędzy składowymi niezależnymi sygnałami EEG i sygnałem z elektrookulografu (EOG). Filtracja ta pozwala na osiągnięcie wysokiej klasy poprawy stosunku sygnału do szumu i 25% mniejszych odchyłek standardowych w seriach czasowych amplitud komponentu N250.

Wszystkie zaproponowane metody mogą być użyte nie tylko w rozpoznawaniu emocji, ale również w niezliczonych innych zastosowaniach wykorzystujących ERP, np. interfejsach mózg-komputer, diagnostyce medycznej i badaniach psychologicznych. Metody te pozwolą neuronaukowcom i psychologom na projektowanie lepszych eksperymentów ERP, stanowiąc wkład do lepszego zrozumienia ludzkiego mózgu.