

Zaproszenie do udziału w projekcie

Neuronalne podłoże świadomości - automatyczna klasyfikacja stanu świadomości przy użyciu metod BCI

Kierownik: Marcin Koculak
Laboratorium Badań Świadomości C-Lab
Instytut Psychologii UJ

Poszukuję osób zainteresowanych **udziałem w projekcie badawczym** finansowanym w ramach grantu NCN PRELUDIUM 12, który zakłada zdobycie nowej wiedzy na temat sposobu, **w jaki mózg człowieka wytwarza i podtrzymuje świadomość**.

Naszym podstawowym narzędziem jest **EEG** (elektroencefalogram), za pomocą którego rejestrujemy aktywność mózgu osób w różnych stanach świadomości. Zebrane dane posłużą nam do prób stworzenia **automatycznego klasyfikatora** potrafiącego odróżnić osoby przytomne od tych, które znajdują się w stanie nieświadomości (np. podczas snu, anestezji czy w wyniku urazu mózgu).

Będziemy wykorzystywać zarówno zaawansowaną **analizę danych psychofizjologicznych** jak również różne podejścia z zakresu **uczenia maszynowego** (ang. machine learning) oraz **interfejsów mózg-komputer** (ang. Brain-Computer Interfaces, BCI).

Przede wszystkim poszukujemy:

- 1) osób chcących wykorzystać uczenie maszynowe do analizy danych biomedycznych (zarówno doświadczonych jak i początkujących), które pomogą nam przy budowie klasyfikatorów do sygnału EEG (projekt zakłada użycie sieci RNN, ale jesteśmy otwarci na wszystkie pomysły).
- 2) osób doświadczonych w konstrukcji urządzeń elektronicznych (np. opartych o Arduino), które pomogą w konstrukcji specjalnych stymulatorów somatosensorycznych niezbędnych w kolejnych etapach projektu. Za budowę tych urządzeń przewidziane jest wynagrodzenie finansowe.
- 3) ale także osoby po prostu zainteresowane tematyką i chcące się zaangażować w projekt.

Co możemy zaoferować:

- udział w interdyscyplinarnym projekcie badawczym
- dostęp do różnorodnych danych biomedycznych dobrej jakości
- współautorstwo publikacji naukowych przy odpowiednim zaangażowaniu
- wsparcie udziału w konferencjach naukowych w celu prezentacji wyników projektu
- możliwość realizacji własnych projektów badawczych
- współpracę z zagranicznymi ośrodkami badawczymi

Szczegółowe informacje i zgłoszenia można kierować na adres: marcin.koculak@doctoral.uj.edu.pl

STRESZCZENIE

Cel prowadzonych badań/hipoteza badawcza

Celem projektu jest zbadanie neuronalnych markerów świadomości i wypracowanie metod wykorzystujących je do **automatycznej klasyfikacji poziomu świadomości**. Wiadomo, że aktywność mózgowa powiązana z występowaniem świadomości nie ogranicza się do pojedynczego obszaru mózgu czy jednej charakterystyki aktywności neuronalnej. Konieczne jest poszukiwanie miar świadomości, odpowiadających złożonym charakterystykom organizacji funkcjonalnej mózgu. Dlatego główny problem badawczy skupiony jest wokół zastosowania najnowszych metod analizy sygnałów oraz uczenia maszynowego do wyodrębnienia unikalnych charakterystyk obecności lub braku świadomości.

Odpowiedni dobór metod wykorzystywanych z powodzeniem przy **interfejsach mózg-komputer** (brain-computer interface, BCI) pozwoli nie tylko na poszerzenie wiedzy o neuronalnych mechanizmach leżących u podstaw tego fenomenu, ale jednocześnie dostarczy narzędzi do konstrukcji nowych metod diagnozy np. pacjentów z zaburzeniami świadomości.

Zastosowana metoda badawcza/metodyka

Projekt przewiduje uzyskanie zróżnicowanego sygnału elektroencefalograficznego (EEG) dzięki pomiarowi aktywności mózgowej osób zdrowych (przytomnych oraz śpiących). Podstawowym narzędziem pomiarowym będzie EEG, charakteryzujące się bardzo dobrą rozdzielczością czasową, niskim kosztem eksploatacji, niską inwazyjnością i łatwością akwizycji sygnału.

Projekt podzielony jest na trzy etapy, podczas których analizowany będzie sygnał spoczynkowy mózgu w różnych stanach świadomości (np. przytomność, senność, głęboki sen) jak również aktywność mózgowa pojawiająca się w odpowiedzi na zewnętrzną stymulację sensoryczną. Kolejnym krokiem będzie wykorzystanie wypracowanych rezultatów do automatycznej klasyfikacji poziomu świadomości oraz do opracowania protokołów wspierających diagnozę np. pacjentów z zaburzeniami świadomości.

Projekt wykorzystuje stymulację słuchową, dotykową oraz ich kombinację w celu uzyskania rzetelnych i różnicujących stan świadomości odpowiedzi mózgowych. Testowane będą nowatorskie rozwiązania wykorzystujące bodźce modulowane kodem (ang. code-modulated) czy oparte o przestrzenno-czasowy charakter stymulacji (np. wirtualnego ruchu), które z powodzeniem wykorzystuje się w BCI.

Analiza sygnału i klasyfikacja nakierowana są na wykorzystanie nowych podejść, przede wszystkim metody oparte o geometrię informacji, które bardzo dobrze nadają się do złożonych sygnałów biomedycznych. Projekt przewiduje również wykorzystanie zaawansowanych algorytmów uczenia maszynowego, np. głębokich rekurencyjnych sieci neuronowych (ang. deep recurrent neural networks). Podstawą do pracy będzie doświadczenie zdobyte podczas stażu w RIKEN w Japonii, które będzie dalej rozwijane dzięki współpracy z drem Tomasz Rutkowskim (RIKEN AIP, Tokyo, Japonia).

Wpływ spodziewanych rezultatów na rozwój nauki, cywilizacji, społeczeństwa

Nadrzędnym efektem projektu będzie poszerzenie wiedzy na temat neuronalnych korelatów świadomości. Możliwa też będzie ewaluacja nowych narzędzi służących do badania mechanizmów leżących u podstaw świadomości. Ocena przydatności nowych metod stymulacji opartych na słuchu i dotyku, jak również innowacyjnych metod analizy danych będzie miała kluczowe znaczenie dla późniejszego przekształcenia tej wiedzy na zastosowania praktyczne.

Wyniki projektu mają również bezpośrednie konsekwencje dla diagnostyki świadomości, szczególnie w kontekście jej zaburzeń. Automatyczna klasyfikacja stanu świadomości będzie mogła później posłużyć np. do monitorowania stanu pacjentów, co jest szczególnie istotne dla osób w stanie minimalnej świadomości (MCS), gdzie poziom świadomości fluktuuje, utrudniając precyzyjną diagnozę. Nowe metody stymulacji i analizy danych mogą doprowadzić również do powstania nowych protokołów komunikacyjnych z pacjentami na bazie BCI oraz poprawić działanie już istniejących rozwiązań.