

Multimedialne Systemy Medyczne

Brain-Computer Interfaces (BCI)

mgr inż. Katarzyna Kaszuba

Interfejsy BCI

- Interfejsy BCI – Interfejsy mózg-komputer. Zwykle wykorzystują sygnał elektroencefalografu (EEG) do komunikacji z urządzeniem.
- BCI znajduje zastosowanie w medycynie oraz rozrywce
- Interfejsy BCI bazują na diagnozowaniu zmian zachodzących w ludzkim mózgu

Diagnozowanie zmian w mózgu

- Diagnozowanie zmian zachodzących w ludzkim mózgu jest czynnością trudną ze względu na niedoskonałości możliwych metod pomiarowych:
 - EEG duża rozdzielczość czasowa, mała rozdzielczość przestrzenna
 - Rezonans magnetyczny – dobra rozdzielczość przestrzenna, słaba rozdzielczość czasowa
- Zastosowanie metod inteligentnych pozwala poprawić rozdzielczość przestrzenną badania EEG

Badanie EEG

- Konwencjonalne badanie EEG zakłada używanie minimum 21 elektrod rozmieszczonych w konwencji 10-20
- Do padania wykorzystywane jest 19 elektrod aktywnych i 2 referencyjne
- Do badania wykorzystuje się elektrody Ag/AgCl
- Zwykle wykorzystywane są tzw. „mokre elektrody” – do badania używa się żelu elektrolitycznego
- Badanie EEG wykonywane może być z częstotliwościami próbkowania:
100,250,500,1000 i 2000 Hz

Zakłócenia EEG

- Sygnał encefalogramu jest bardzo czuły na zakłócenia zewnętrzne – dlatego konieczne jest zapewnienie optymalnych warunków jego rejestracji.
- Do zakłóceń zalicza się:
 - Zakłócenia związane z ruchem osoby badanej:
 - Elektrookulogram – mrugnięcia, ruchy oka
 - Balistokardiogram
 - Pocenie się
 - Zakłócenia systemowe to:
 - Zakłócenia od zasilania -50/60Hz

Usuwanie składowych EOG

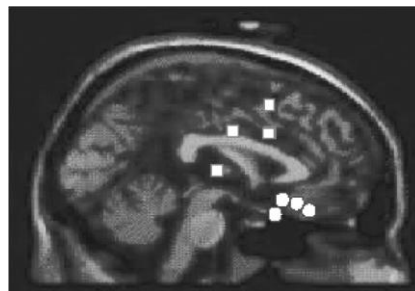
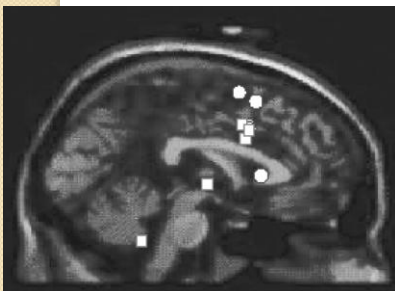
- Składowe okulogramu zakłócają pomiar w bardzo dużym stopniu
- Wpływa to negatywnie na ocenę sygnału
- Sposoby usuwania EOG:
 - Odejmuwanie sygnałów – konieczny sygnał referencyjny – duże straty w sygnale
 - Filtracja adaptacyjna – konieczny sygnał referencyjny
 - Filtracja górnoprzepustowa – niedokładny wynik
 - Zastosowanie filtracji adaptacyjnej po stronie transformaty falkowej

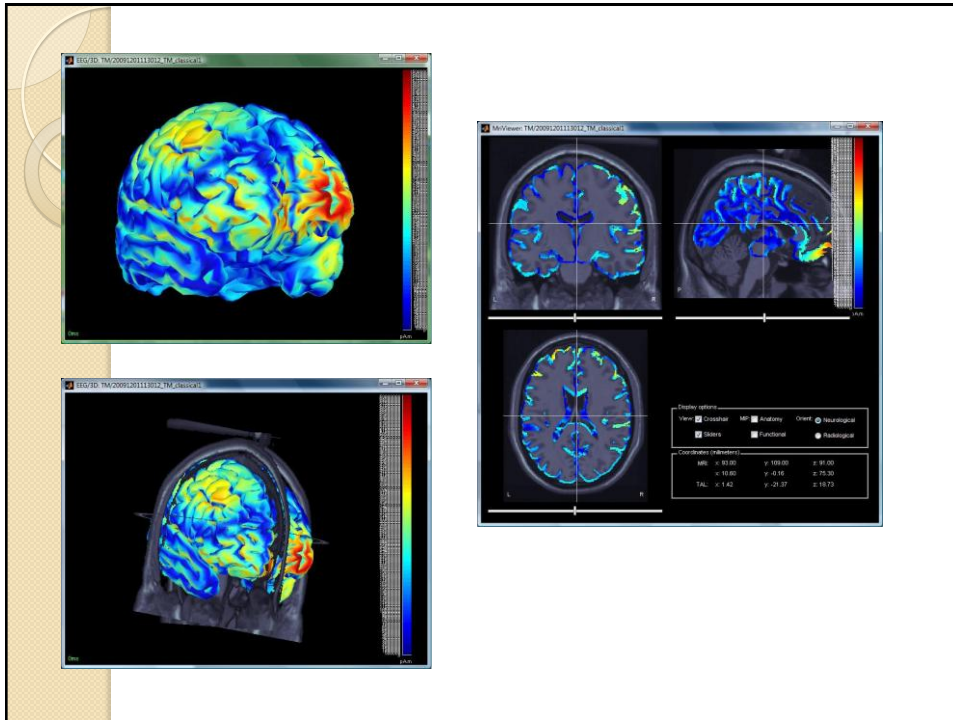
Lokalizacja głównych aktywności mózgu na podstawie badania EEG

- Aby polepszyć możliwości badania EEG stosuje się metody lokalizacji źródeł aktywności mózgu
- Do poprawnego określenia, który obszar mózgu jest aktywny niezbędne jest stworzenie indywidualnego modelu głowy
- W pierwszym etapie na podstawie modelu głowy tworzony jest ogólny model propagacji dipoli elektromagnetycznych

Lokalizacja głównych aktywności mózgu na podstawie badania EEG

- Na podstawie zarejestrowanych danych i modelu głowy obliczana jest macierz wsteczna (inverse matrix)





Przetwarzanie sygnałów EEG – badanie stanu koncentracji i relaksu

- Biofeedback – dostarczanie informacji o stanie organizmu do człowieka, celem umożliwienia mu kontroli nad organizmem
- Neurobiofeedback – biofeedback oparty o badanie aktywności mózgu
- Często pożądaną informacją przy realizacji treningu biofeedback jest to czy człowiek znajduje się w stanie koncentracji/relaksu

Przetwarzanie sygnałów EEG – badanie stanu koncentracji i relaksu

- Podział sygnału na podpasma częstotliwości:
 - Fale delta – dominują głównie podczas głębokiego snu
 - Fale teta- przeważają w czasie snów na jawie, w fazie bardzo głębokiego relaksu
 - Fale alfa-8-12Hz – stan relaksu, odpoczynku
 - Fale beta- 12-30Hz – stres, koncentracja, aktywność
- Aby poprawnie diagnozować stany na podstawie fal konieczne jest zastosowanie dużej ilości elektrod

Przetwarzanie sygnałów EEG – badanie stanu koncentracji i relaksu

- Diagnozowanie w oparciu o statystyki współczynników falkowych
- Zastosowanie inteligentnego klasyfikatora łączącego metody modeli regresyjnych z drzewem decyzyjnym (LMT)

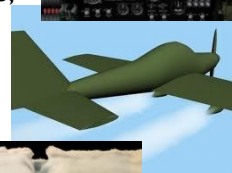
Okno	Zbiór treningowy		Cross-validation	
	Alfa	Beta	Alfa	Beta
5s	100.0%	100.0%	99.5%	92.3%
2s	100.0%	100.0%	99.7%	96.2%
1s	100.0%	100.0%	99.7%	98.1%
0,5s	100.0%	100.0%	99.5%	97.2%

Aplikacje medyczne a aplikacje komercyjne – warunki badania

Aplikacje medyczne	
Ciemne pomieszczenie	Dowolne pomieszczenie
Brak bodźców zewnętrznych	Dowolność bodźców zewnętrznych
Unikanie wszelkiego ruchu	Ruch wspomaga klasyfikację
Stan wyciszenia	Brak wyciszenia
Minimum 21 elektrod	Obecnie 14 elektrod
Zwykle stosowane elektrody podłączone przewodowo	Elektrody bezprzewodowe

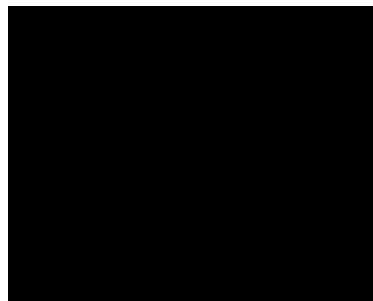
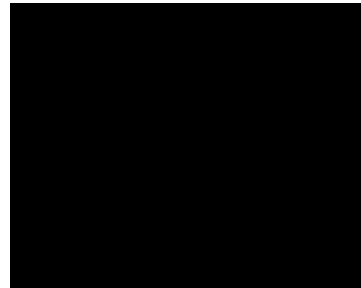
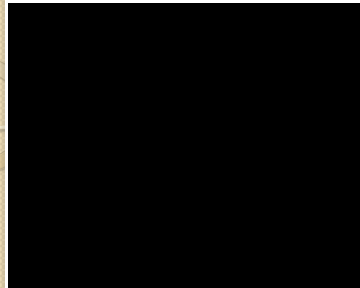
Tradycyjna aplikacja biofeedback

- Tradycyjna aplikacja biofeedback wymaga by jej obsługa zachodziła w warunkach: **relaksu, braku ruchu, braku bodźców zewnętrznych, najlepiej przy zamkniętych oczach.**
- Scenariusz zakłada realizację **symulacji ruchu pojazdu.**
- Pojazd przyspiesza gdy występuje pożądaný stan mózgu, pogoda w świecie jest dobra, jasne tło, stymulacja bodźców pozytywnych.
- Trening realizowany jest na **kilku etapach trudności**



Propozycje aplikacji HCI a BCI

- Aplikacja **nie analizuje „myśli”** a jedynie przetwarza impulsy elektryczne w mózgu pochodzące od ruchu mięśni na ruch kursora
- Aplikacja bazująca na takim przetwarzaniu zakłada stworzenie gry komputerowej , w której postać po każdym poziomie zyskuje nową umiejętność
- trenowany jest dodatkowy moduł klasyfikatora





Dziękuję za uwagę