

INTELIGENTNA ANALIZA DANYCH BIOMEDYCZNYCH- ZASTOSOWANIA

Inteligentne Systemy Decyzyjne

Dane biomedyczne

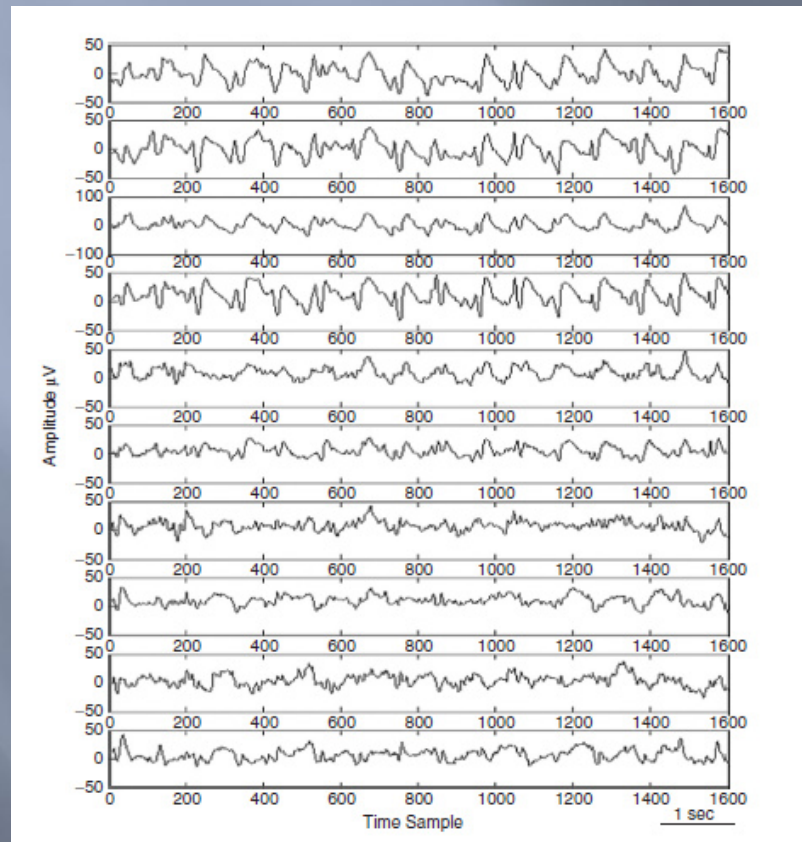
- ▣ Dane biomedyczne – informacje o stanie organizmu człowieka zebrane na podstawie przyrządów pomiarowych : aparatura medyczna, sensory, obraz wideo lub na podstawie ankiet.
- ▣ Dane biomedyczne mogą dostarczać informacji zarówno o stanie wewnętrznym organizmu (np. zastosowanie nanosensorów) jak i o symptomach zewnętrznych

Przykładowe sygnały biomedyczne

- ▣ Badające aktywność elektryczną impulsów
 - Elektrokardiogram (EKG)
 - Elektroencefalogram (EEG)
 - Elektromyogram (EMG)
- ▣ Wizyjne
 - Obraz z kamery wewnętrznej
 - Obraz zmian siatkówki oka
 - Obraz rentgen
- ▣ Informacje o ruchu
 - Dane z czujników przyspieszenia
 - Dane z czujników żyroskopowych
- ▣ Ankiety



Przykładowe dane biomedyczne



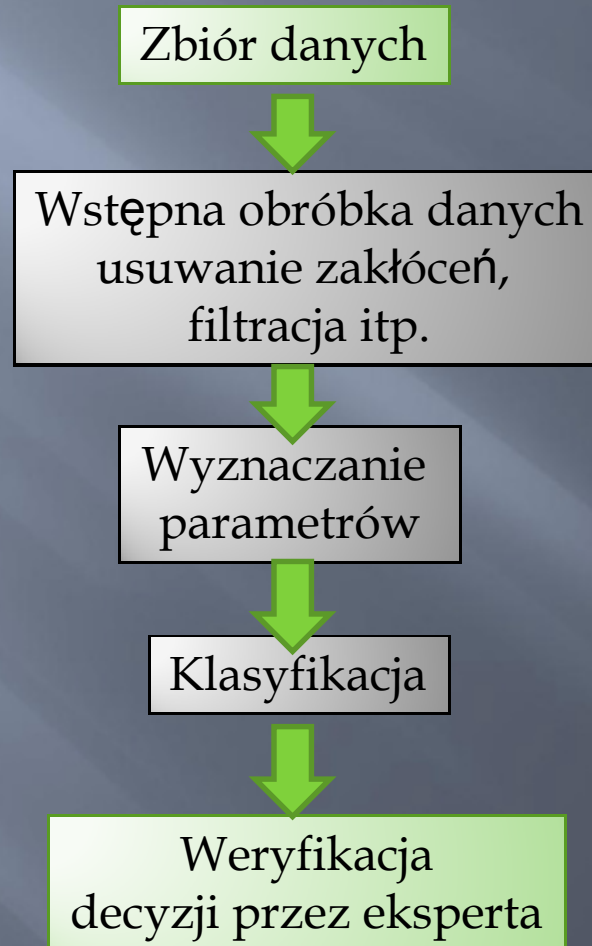
Problemy z przetwarzaniem danych

- ▣ Często ilość zgromadzonych danych jest zbyt duża by mogła być analizowana przez człowieka
- ▣ Dane są często niejednoznaczne , szczególnie w przypadku danych zebranych z ankiet
- ▣ Aby ułatwić analizę danych wykorzystywane są metody inteligentnej obróbki danych

Przetwarzanie sygnałów biomedycznych

- ▣ Ze względu na duże zróżnicowanie danych biomedycznych, ich przetwarzanie często opiera się o:
 - Przetwarzanie sygnałów
 - Przetwarzanie obrazu
 - Uczenie maszynowe
- ▣ Każdy sygnał poddawany jest wstępnej obróbce :
 - Wyznaczenie parametrów np. współczynniki falkowe,
 - Dyskretyzacja
 - Usuwanie zakłóceń

Etapy przetwarzania sygnałów



Zastosowania inteligentnego przetwarzania danych

- ▣ Wykrywanie komórek rakowych : analiza obrazu z kamery, analiza mammografu
- ▣ Wykrywanie zmian w rytmie serca – analiza EKG
- ▣ Diagnozowanie pogarszania się stanu pacjenta u osób z chorobą Parkinsona
- ▣ Diagnozowanie stanu epilepsji – analiza EEG
- ▣ Rozpoznawanie stanów koncentracji i relaksu

Inteligentne przetwarzanie danych biomedycznych – zastosowania

Diagnozowanie pogarszania się stanu osób z chorobą Parkinsona –zbiory przybliżone

- ▣ U pacjentów z chorobą Parkinsona większość decyzji związanych ze sposobem leczenia podejmowana jest na podstawie symptomów wyrażonych w 5 stopniowej skali UPDRS (43 symptomy) oraz dzienniczków prowadzonych przez pacjentów.
- ▣ Podjęcie poprawnej decyzji wymaga analizy dużej ilości danych ponieważ zmusza do przepatrywania ankiet wstecz

Diagnozowanie pogarszania się stanu osób z chorobą Parkinsona –zbiory przybliżone

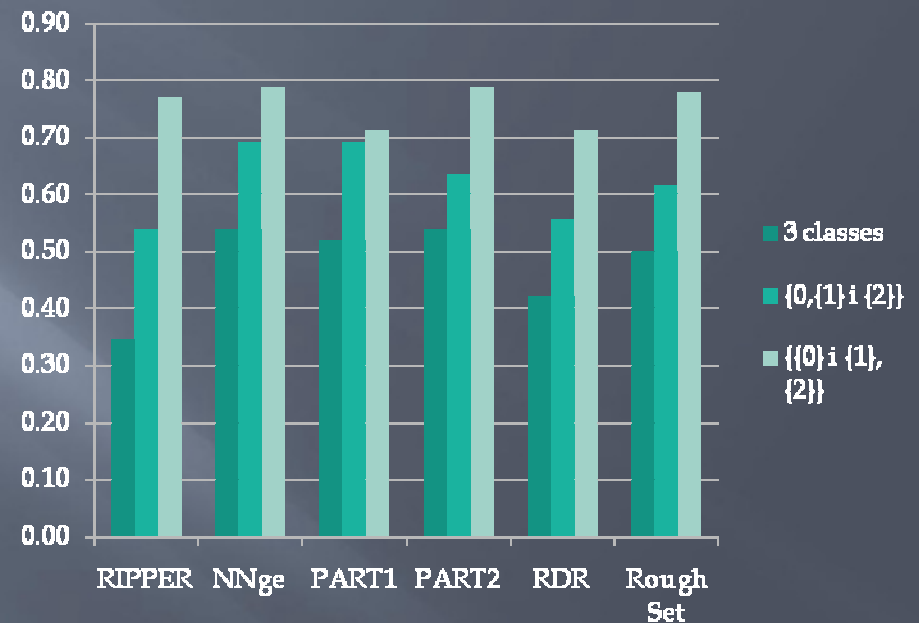
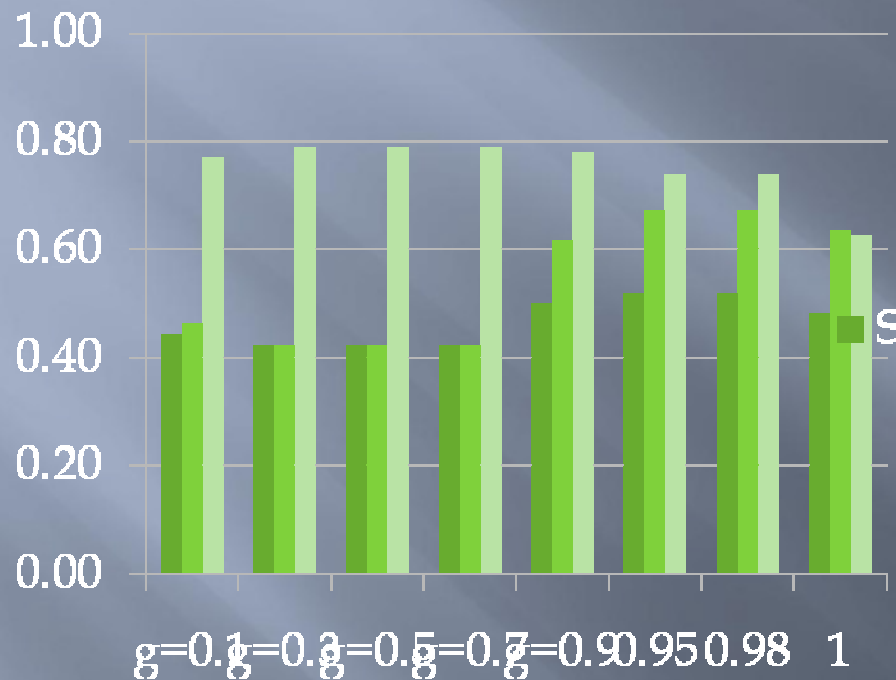
- ▣ Aby ułatwić podejmowanie decyzji opracowano system oparty o zbiory przybliżone (rough sets)



Diagnozowanie pogarszania się stanu osób z chorobą Parkinsona –zbiory przybliżone

- ▣ Umiejętność przetwarzania sprzecznych danych
- ▣ Brakujące dane nie stanowią problemu
- ▣ Konieczna jest generalizacja powstałych reguł aby nowe przypadki były poprawnie klasyfikowane

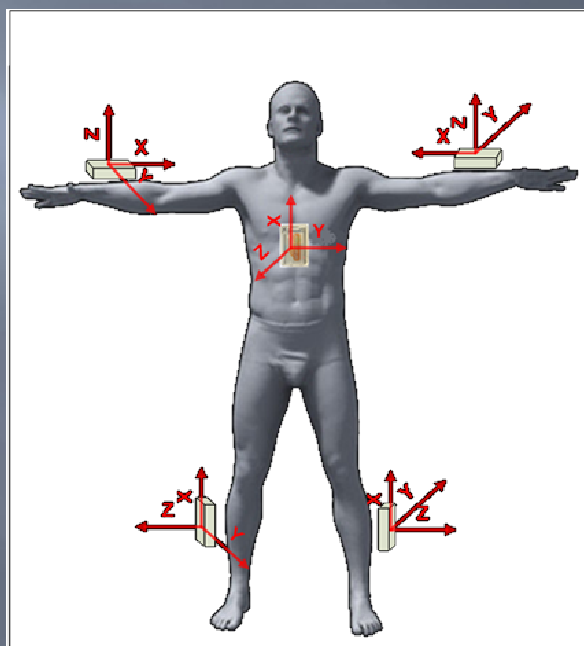
Diagnozowanie pogarszania się stanu osób z chorobą Parkinsona - zbiory przybliżone



Określanie uciążliwości symptomów choroby Parkinsona na podstawie analizy ruchu

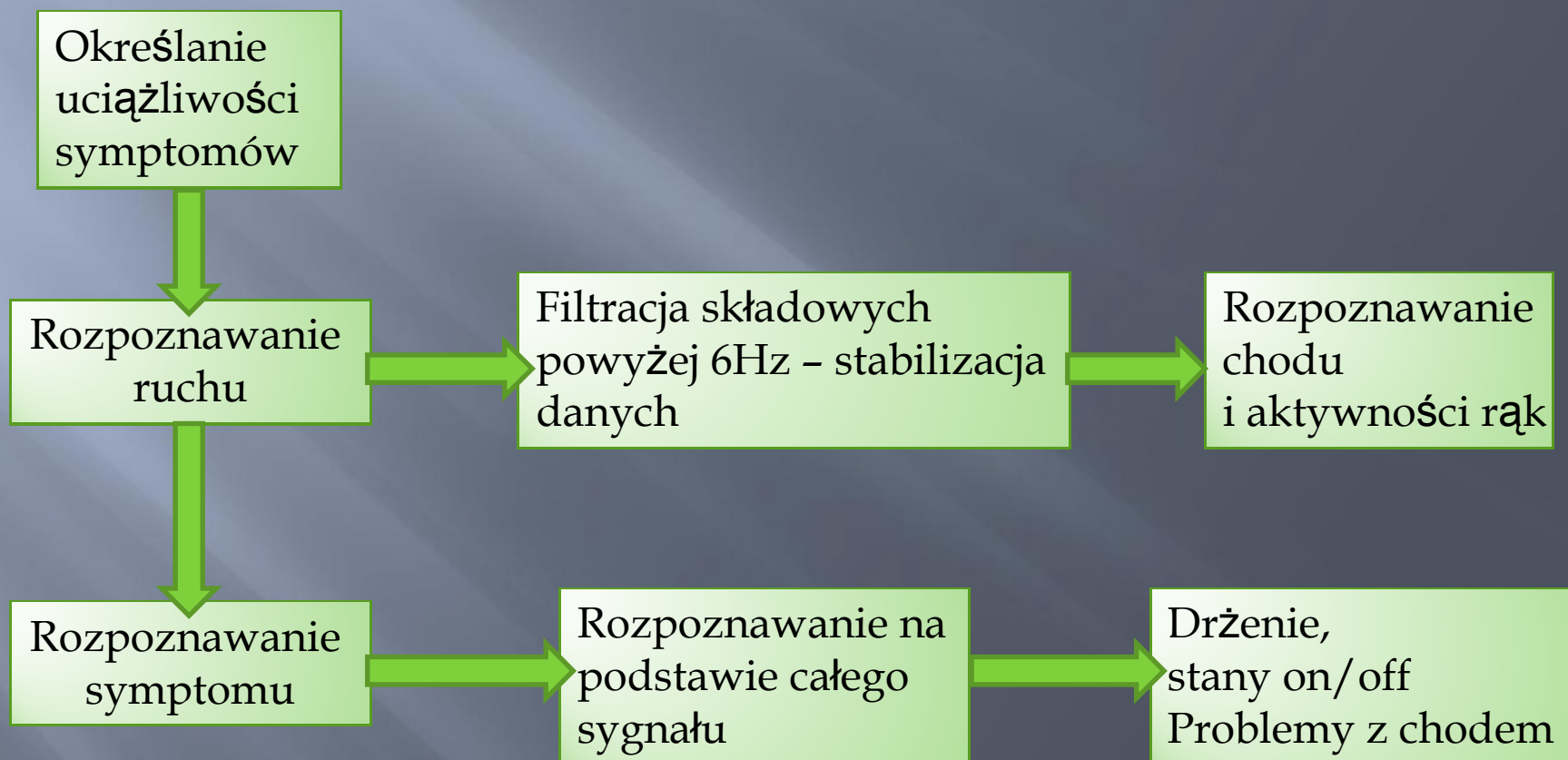
- ▣ Wypełnianie przez pacjentów dzienniczków w opisie dziennych aktywności nie daje wiarygodnych informacji o stanie pacjenta – niestaranne wypełnianie kwestionariuszy, brakujące dane, itp.
- ▣ Rozwiązaniem tego problemu jest wprowadzenie systemu, który automatycznie rozpoznawał by te symptomy.

Określanie uciążliwości symptomów choroby Parkinsona na podstawie analizy ruchu



- ▣ System opiera się na 5 trójosiowych czujnikach przyspieszenia.
- ▣ Nagrane sygnały są zsynchronizowane ze sobą i zewnętrznym zegarem

Określanie uciążliwości symptomów choroby Parkinsona na podstawie analizy ruchu



Maszyna wektorów wsparcia dla rozpoznawania ruchu

- ▣ Rozpoznawanie ruchu dokonywane jest z zastosowaniem klasyfikatora maszyny wektorów wsparcia
- ▣ Klasyfikator szuka takiej hiperpłaszczyzny, która najlepiej separuje dane klasy
- ▣ Klasyfikacja zachodzi w oparciu o parametry:
 - Entropia
 - Korelacja
 - Odchylenie średnie standardowe
 - Wartość szczytowa do wartości średniokwadratowej (peak to rms)
 - Wartość średnia

Skuteczność rozpoznawania ruchu maszyną wektorów wsparcia

f_{cut}	Act.	Both	Left	None	Right
0-6 Hz	Both	92,25	0,00	5,01	2,74
	Leftt	0,00	99,84	0,16	0,00
	None	0,38	0,12	97,87	1,63
	Right	0,00	0,00	2,86	97,14
0-3 Hz	Both	94,49	0,17	4,83	0,51
	Leftt	0,00	100,00	0,00	0,00
	None	0,47	0,36	97,37	1,81
	Right	0,00	0,00	1,86	98,14
0.5-3 Hz	Both	91,63	0,23	7,97	0,17
	Leftt	0,19	99,63	0,19	0,00
	None	0,69	0,15	97,82	1,34
	Right	0,13	0,00	2,10	97,77

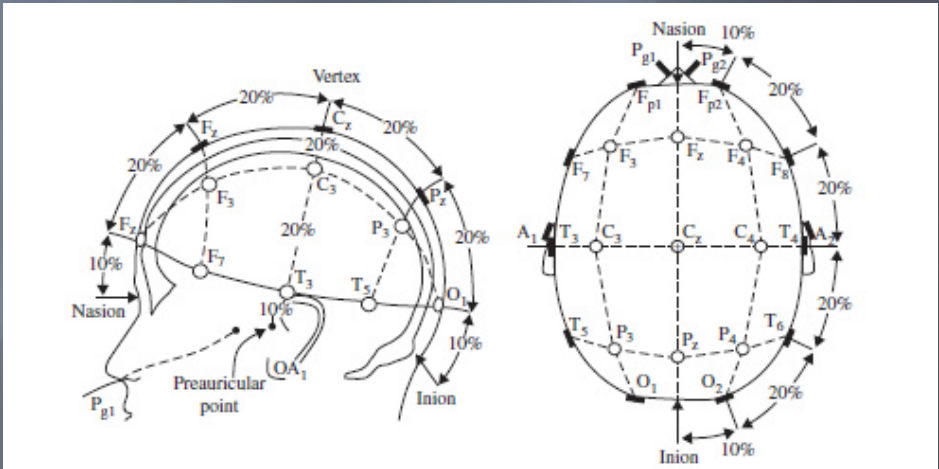
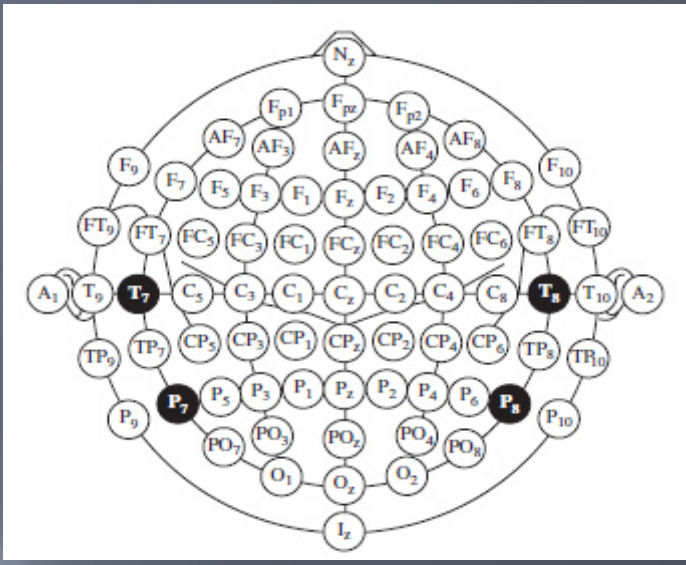
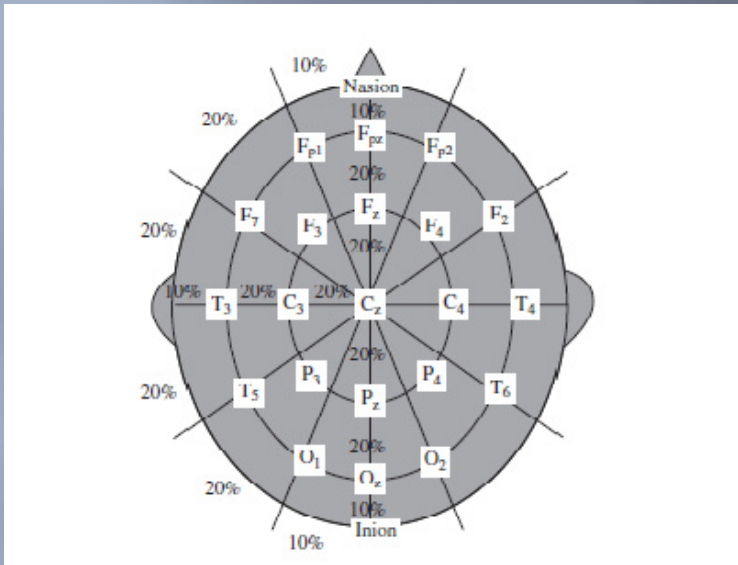
f_{cut}	0-6 Hz		0-3 Hz		0.5-3 Hz	
Act.	Walk	No	Walk	Act.	Walk	No
Walk	100,00	0,00	100,00	0,00	99,99	0,01
No	0,12	99,88	0,23	99,77	0,92	99,08

Diagnostowanie zmian w mózgu

- ▣ Diagnostowanie 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 badania 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



Sygnaly EEG

- Zarejestrowane sygnały posiadają amplitudy rzędu μV oraz składowe częstotliwościowe do 300Hz
- Dla uzyskania informacji użytecznej sygnał musi być wzmacniony przed przetwornikiem ADC i wyfiltrowany celem eliminacji zakłóceń
- Zwykle eliminuje się składowe poniżej 0.5Hz
- Konieczne jest usunięcie składowej 50Hz filtrem typu „notch” dla eliminacji zakłóceń od zasilania.

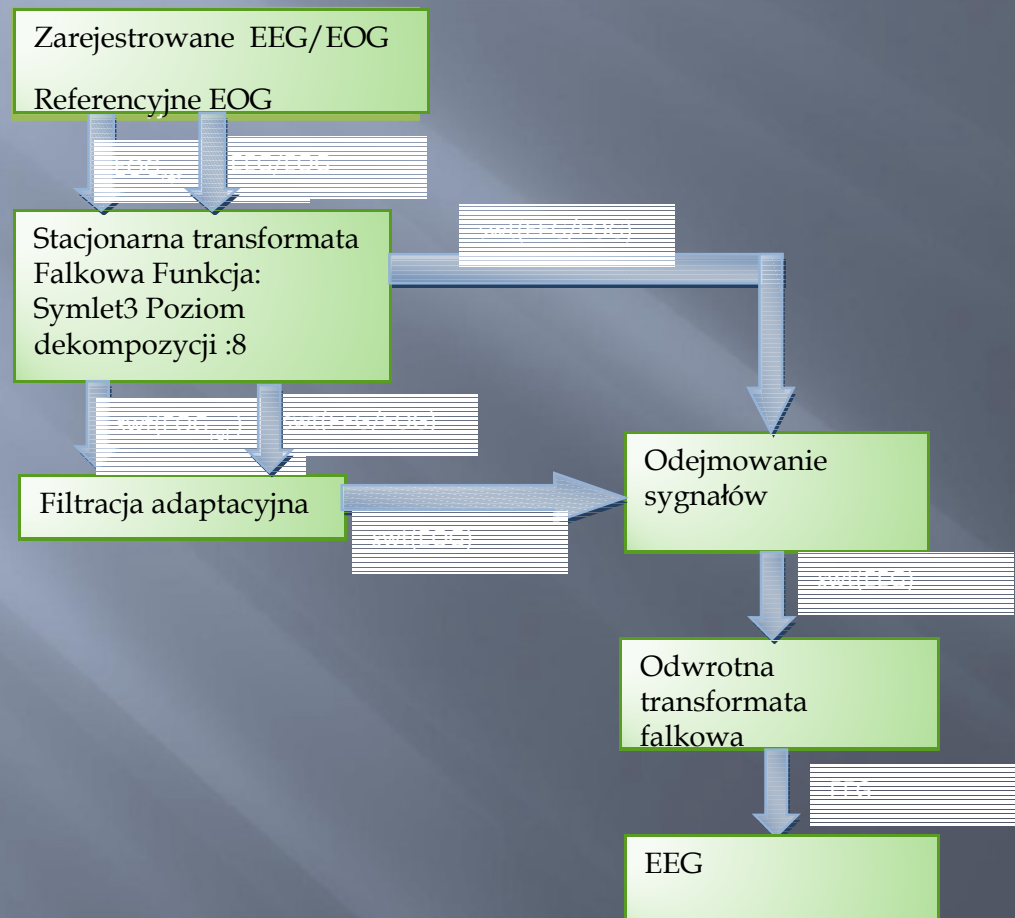
Zakłócenia EEG

- 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

Usuwanie EOG

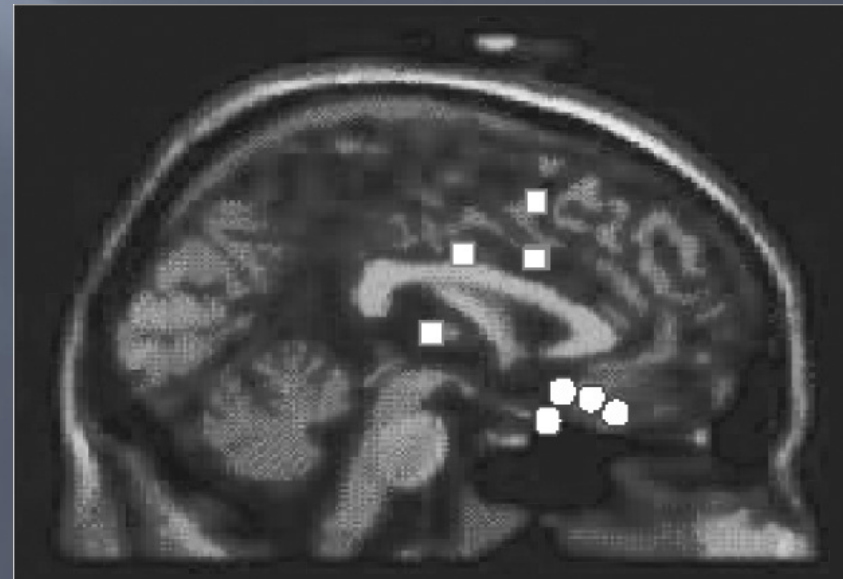
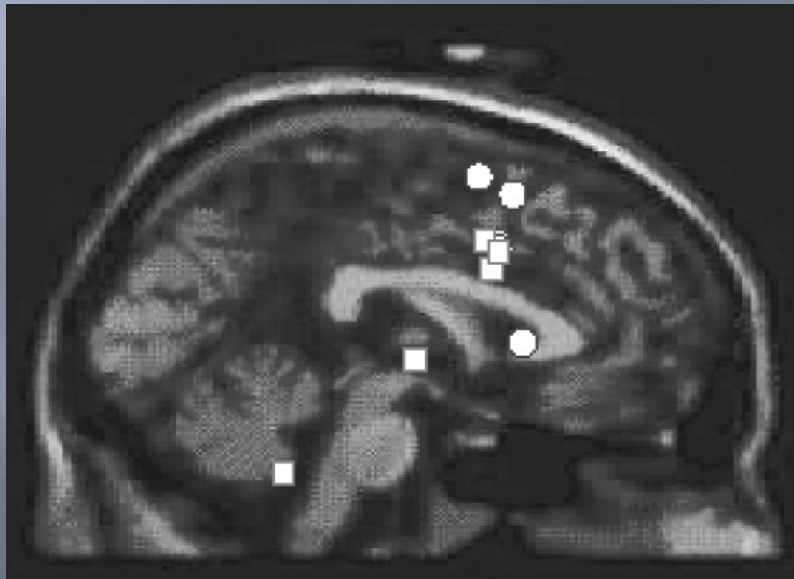


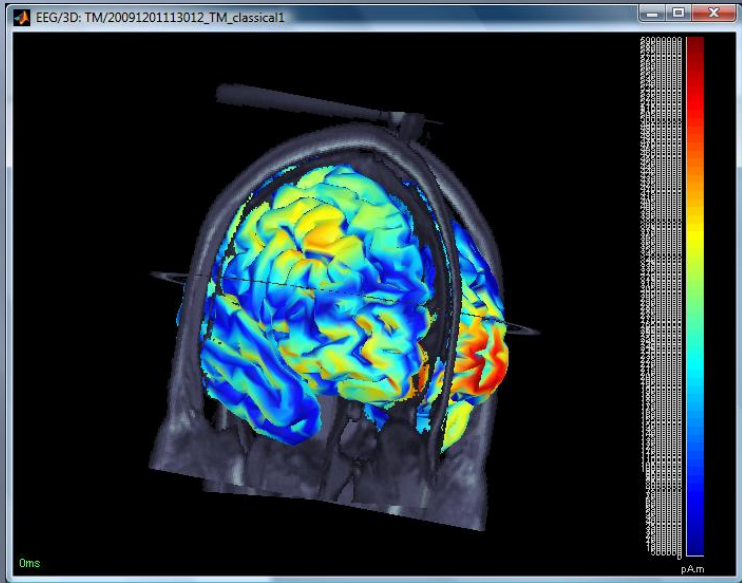
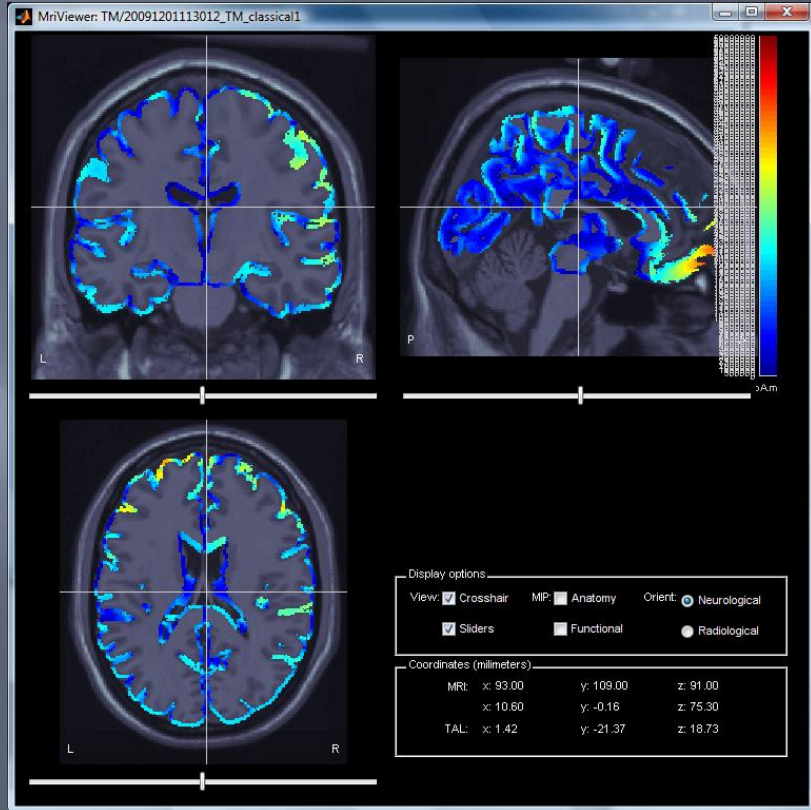
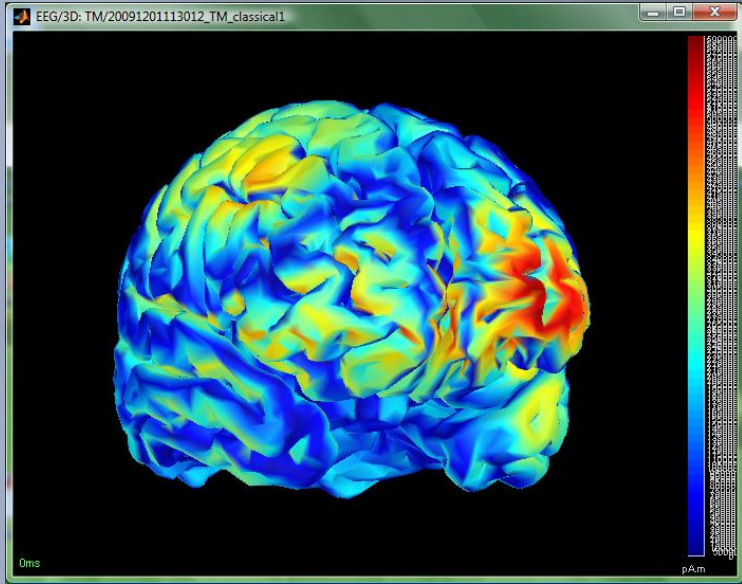
Lokalizacja głównych aktywności mózgu na podstawie badania EEG

- ▣ 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

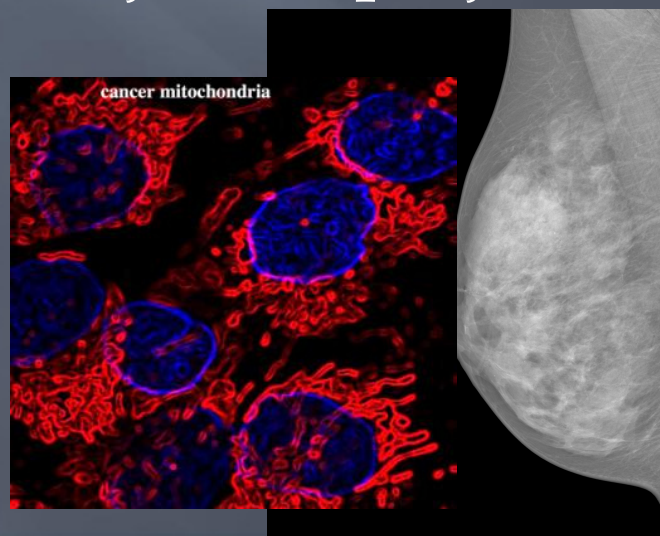
Przetwarzanie sygnałów EEG – badanie stanu koncentracji i relaksu

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

Okno	Zbiór treningowy		Cross-validation	
Klasa	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%

Automatyczne wykrywanie komórek rakowych - analiza obrazu

- ▣ Do diagnozowania wystąpienia raka często materiał wizualny (gastroskopia, mammograf, itp.) musi być analizowany przez dwóch lekarzy
- ▣ Ponownie pojawia się konieczność przeglądania danych dużej ilości pacjentów
- ▣ Obraz czarnobiały



Automatyczne wykrywanie komórek rakowych - analiza obrazu

- ▣ W analizowanym obrazie istotne jest wykrywanie krawędzi - ze względu na różnorodność obrazów stosowanie prostych metod matematycznych nie zdaje rezultatu
- ▣ Zastosowanie sieci neuronowej z wnioskowaniem rozmytym do rozpoznawania komórek krawędzi
- ▣ Konieczna opinia eksperta, system musi być regularnie walidowany

Zastosowanie reguł zagnieżdżonych do diagnozy chemicznych zmian w organizmie

- ▣ W Australii istnieje system diagnozujący 25% wszystkich przypadków zmian w gospodarce chemicznej człowieka
- ▣ Wykorzystywane są reguły zagnieżdżone
- ▣ Reguły zagnieżdżone – drzewo decyzyjne w którym w każdym węźle znajduje się reguła
- ▣ Jest to system ekspercki, po wprowadzeniu nowych i klasyfikacji nowych danych następuje weryfikacja reguł przez niezależnego eksperta
- ▣ Odświeżanie systemu pomimo dużej ilości przypadków zajmuje około 20 minut

Reguły zagnieżdzone

- ▣ Każdy nowy przypadek wpływa na rozwój drzewa decyzyjnego
- ▣ Błędne gałęzie po weryfikacji eksperta są odcinane
- ▣ Klasyfikacja zachodzi na podstawie danych zamienionych na zmienne lingwistyczne

old case

TSH high

T3 low

FTI normal

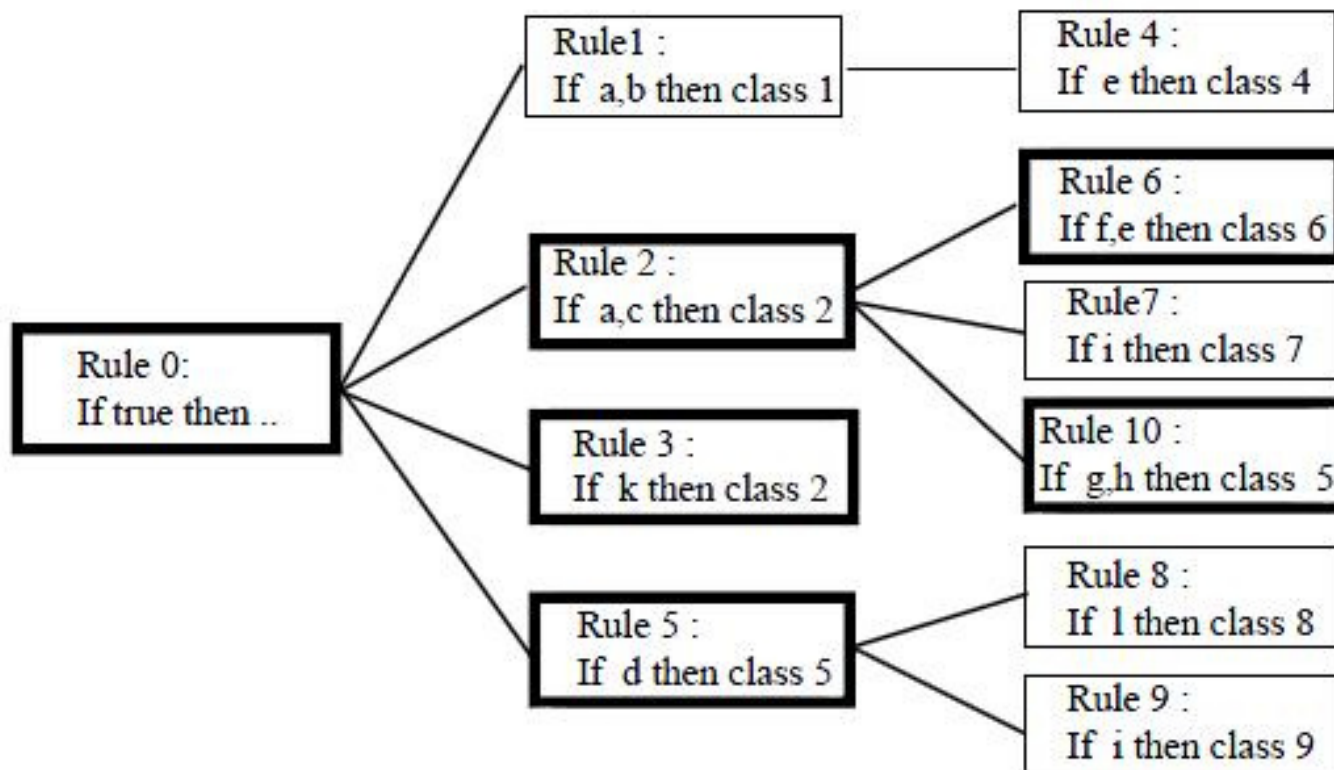
new case

TSH high

T3 low

TT4 high

Reguły zagnieżdzone



Dziękuję za uwagę