

## Lab. 6 - SSVEP

**Zadanie:** Napisać skrypt do klasyfikacji (w trybie off-line) sygnałów EEG zarejestrowanych w trakcie korzystania z interfejsu mózg komputer opartego na potencjałach SSVEP. Zadanie należy zrealizować wykorzystując dane zawarte w pliku *SSVEP\_88*, a następnie sprawdzić wykorzystując dane z plików *SSVEP\_96*, *SSVEP\_100*.

Plik *SSVEP\_88* (zmienna *dane\_wynikowe*) zawiera sygnały mózgowe zarejestrowane w trakcie sesji nadzorowanej (synchronicznej) użytkownika interfejsu SSVEP, wyposażonego w panel 4 diod migających z różnymi częstotliwościami. Sygnały zostały zarejestrowane z 5 elektrod (O1, O2, Pz, Fz, Cz) w trakcie 80 epok, każda próba trwała 2 sekundy. Częstotliwość próbkowania sygnału wynosiła 256Hz.

Znaczenie istotnych pól w strukturze *dane\_wynikowe*:

- *klasy* – ważna jest tylko 1-sza kolumna macierzy, w której zawarte są częstotliwości migania diod, które w kolejnych epokach miał obserwować użytkownik interfejsu (np. w 1-szej epoce miał obserwować diodę o częstotliwości migania 5.5Hz, a w epoce 80-tej diodę o częstotliwości migania 6.5Hz. Liczba klas jest równa 4, kolejne etykiety to: 5.5, 6.5, 7.5, 8.4999.
- *macierze O1 ... Cz* – macierze z sygnałem EEG; każda macierz zawiera 512 próbek sygnału (2 sekundy) w wszystkich 80 epok.

Pliki *SSVEP\_96*, *SSVEP\_100* mają identyczną strukturę, jak plik *SSVEP\_88*. Jedyna różnica między nimi, to długość epoki, wynosząca: 2 (*SSVEP\_88*), 3 (*SSVEP\_96*) oraz 4 (*SSVEP\_200*) sekundy.

### Zadanie 1 – widmo sygnału

Przedstawić na wykresie dane EEG zarejestrowane w kanale O1 w epoce 1-szej. Wykres ma składać się z 2 subplotów, na 1-szym subplocie ma zostać przedstawiony sygnał w dziedzinie czasu, na drugim jego widmo częstotliwościowe. Następnie, posługując się informacjami z wykładu 5-tego wyznaczyć z widma dominującą częstotliwość (prążek o maksymalnej amplitudzie) i podać ją w Hz.

### Zadanie 2 – cechy wyznaczone na podstawie filtra Butterwortha

Zbudować klasyfikator regułowy, decydujący o wyborze klasy na podstawie reguły maksymalnej mocy sygnału w paśmie częstotliwości rozciągającym się od  $-0.5 + \text{częstotliwość}$  do  $+0.5 + \text{częstotliwość}$ . W klasyfikatorze mają zostać wykorzystane sygnały z kanałów O1 i O2.

Klasyfikator ma sprawdzać, dla której z 4 możliwych częstotliwości migania diody sygnał ma najwyższą moc. W związku z tym skrypt powinien kolejno:

- wybrać z wektora klas wszystkie częstotliwości (etykiety klas) – funkcja **unique**
- zbudować macierz pasm wokół 4-rech wybranych częstotliwości (zgodnie z treścią zadania) o wymiarze: **pasma(4,2)**

- stworzyć pętlę po epokach, wewnątrz której:
  - sygnał z obu kanałów z danej epoki zostanie złożony do postaci macierzy o wymiarze: `signal(2,512)`
  - stworzona zostanie pętla po pasmach, w której
    - zaprojektowany zostanie filtr dla danego pasma częstotliwości
    - stworzona zostanie pętla po kanałach, w której
      - sygnał zostanie przefiltrowany i zostanie dla niego wyznaczona moc (struktura macierzy z mocami: `moce(pasmo,kanal)`)
  - moce z poszczególnych kanałów (dla danego pasma) zostaną zsumowane tworząc wektor o wymiarze `sumaMocy(4)`
  - z wektora `sumaMocy` wybrana zostanie częstotliwość o maksymalnej amplitudzie
  - na podstawie porównanie wybranej częstotliwości z częstotliwością zapisaną w wektorze klas określone zostanie powodzenie/niepowodzenie klasyfikacji w danej epoce.
- na zakończenie skryptu należy wyznaczyć dokładność klasyfikatora.

Korzystając z gotowego skryptu należy:

- sprawdzić czy zwiększenie liczby kanałów do 5 poprawia dokładność klasyfikacji,
- sprawdzić czy zwiększenie długości czasu prezentacji bodźca do 3 i 4 sekund poprawia dokładność klasyfikacji,
- wyniki oraz wnioski zapisać w postaci komentarza w skrypcie.

### Zadanie 3 – cechy wyznaczone na podstawie pojedynczych prążków częstotliwości

Na podstawie skryptu z zadania 2 należy stworzyć kolejny skrypt, implementujący tym razem klasyfikator wykorzystujący moc chwilową pojedynczych prążków częstotliwości. W klasyfikatorze mają zostać wykorzystane sygnały z kanałów O1 i O2.

Zmiany w skrypcie:

- macierz pasm jest już niepotrzebna
- druga pętla ma taki sam rozmiar jak poprzednio (1-4), ale przebiega po częstotliwościach, a nie po pasmach (filtr nie jest już potrzebny)
- główna zmiana jest w pętli najbardziej wewnętrznej (pętli po kanałach), gdzie należy wyznaczyć moc dla pojedynczego prążka częstotliwości posługując się wzorem z wykładu 5 (slajdy 12-14); (należy tu podstawić kolejne częstotliwości do równania Fouriera i wyliczyć ich amplitudy, a następnie na podstawie amplitud – moce chwilowe)
- wektor czasu, który jest niezbędny do wyznaczenia wartości transformaty musi oczywiście pokrywać wszystkie sekundy sygnału, czyli powinien zostać zdefiniowany jako: `t=(0:N-1)/Fs;`

Korzystając z gotowego skryptu należy:

- sprawdzić czy zwiększenie liczby kanałów do 5 poprawia dokładność klasyfikacji,
- sprawdzić czy zwiększenie długości czasu prezentacji bodźca do 3 i 4 sekund poprawia dokładność klasyfikacji,

- wyniki oraz wnioski zapisać w postaci komentarza w skrypcie.

#### **Zadanie 4 – cechy wyznaczone na podstawie CCA**

Na podstawie skryptu z zadania 3 należy stworzyć kolejny skrypt, implementujący klasyfikator korzystający z wektorów współczynników klasyfikacji zwróconych przez metodę CCA. W klasyfikatorze mają zostać wykorzystane sygnały z kanałów O1 i O2.

Zmiany w skrypcie:

- nie ma pętli po kanałach – CCA wyznacza wektor współczynników korelacji dla CAŁEJ macierzy sygnałów
- w pętli po częstotliwościach należy:
  - wyznaczyć macierz referencyjną o wymiarze: [referencja\[2,512\]](#); w 1-szym wierszu macierzy ma znaleźć się 512 próbek funkcji sinus o aktualnie badanej częstotliwości (wektor czasu jest identyczny jak w zadaniu 4), w 2-gim wierszu macierzy ma znaleźć się 512 próbek funkcji cosinus o takich samych parametrach.
  - wyznaczyć wektor współczynników korelacji macierzy sygnału EEG z macierzą referencyjną – funkcja [canoncorr](#) (struktura funkcji na wykładzie 4)
  - pobrać pierwszą wartość z wektora współczynników i wstawić ją do wektora zbiorczego iterowanego po częstotliwościach (wektor o wymiarze: [corr\(4\)](#)).
- za pętlą po częstotliwościach: z wektora *corr* wybrać częstotliwość o maksymalnej wartości współczynnika korelacji.

**Korzystając z gotowego skryptu należy:**

- sprawdzić czy zwiększenie liczby kanałów do 5 poprawia dokładność klasyfikacji,
- sprawdzić czy zwiększenie długości czasu prezentacji bodźca do 3 i 4 sekund poprawia dokładność klasyfikacji,
- sprawdzić czy zbudowanie macierzy referencyjnej w oparciu o 2 częstotliwości harmoniczne poprawia dokładność klasyfikacji (dodanie do macierzy wymaga jedynie wymnożenia częstotliwości podstawowej razy numer harmonicznej, harmoniczna o numerze 1 to częstotliwość podstawowa \* 1, harmoniczna o numerze 2, to częstotliwość podstawowa \* 2, itd.).
- sprawdzić czy zbudowanie macierzy referencyjnej w oparciu o 5 częstotliwości harmonicznych poprawia dokładność klasyfikacji,
- porównać wyniki z zadania 2, zadania 3 oraz zadania 4,
- wyniki oraz wnioski zapisać w postaci komentarza w skrypcie.

**Zaliczenie z 2 zajęć:** pojedynczy skrypt zawierający wszystkie 3 klasyfikatory (CCA w ostatecznej wersji, czyli z pełną macierzą kanałów i 5-cioma harmonicznymi) oraz wyniki i wnioski z przeprowadzonych badań.