

# Laboratorium nr 6

## Przetwarzanie Sygnałów Diagnostycznych

### Analiza cepstralna sygnałów.

#### 1. Wiadomości wstępne.

Analiza cepstralna sygnałów należy do grupy analizy widmowej sygnałów.

W jej wyniku otrzymuje się tzw. cepstrum, które pozwala na wykrycie periodyczności w widmie częstotliwościowym (np. jego harmonicznych).

Cepstrum w dziedzinie ciągłej definiuje się jako:

$$C(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \log[X(f)] e^{j2\pi f\tau} df$$

gdzie:  $X(f)$  jest widmem mocy

Dyskretne cepstrum wyznacza się z zależności:

$$c(k) = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} \left[ \log \left[ \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j2\pi \frac{mn}{N}} \right] \right] e^{j2\pi \frac{mk}{N}}$$

W praktyce wykreśla się cepstrum jako  $|c(k)|$ .

W powyższych zależnościach argumentem funkcji logarytm mogą być liczby ujemne i zespolone (jest to standardowa implementacja pakietu Matlab).

Jeżeli  $z = x + iy$ ,  $i = \sqrt{-1}$  to:  $\log(z) = \log(|z|) + i \cdot \varphi$ ,  $z = |z| e^{i\varphi}$

Nazwa „cepstrum” stanowi anagram angielskiego słowa „spectrum” tj. **cepstrum-spectrum**. Praktyczne znaczenie cepstrum polega na tym, że umożliwia ono w wielu przypadkach bardziej przejrzystą interpretację danych zwartych w widmie sygnału niż pozwala na to szczegółowa analiza samego widma. Jedną z charakterystycznych cech cepstrum, odróżniających go od funkcji korelacji jest to, że zachowuje ono, przy stosunkowo małych zmianach punktu odbioru sygnału (małych zmianach drogi przejścia) prawie stałą postać, podczas gdy np. funkcja korelacji lub też obwódka widma mocy, przy niedużej niekiedy zmianie punktu pomiarowego ulega często dość dużym zmianom.

Szczególną cechą cepstrum jest możliwość rozseparowania za jego pomocą efektów związanych z działaniem samego źródła dźwięku od efektów związanych z jego transmisją.

W wielu dziedzinach miernictwa i telekomunikacji sygnały są transmitowane w warunkach, w których dochodzi do powstawania pogłosu. W tych przypadkach sygnał może być przedstawiony jako suma pewnej liczby zachodzących na siebie opóźnionych wersji sygnału podstawowego zwanych echami. Przykłady dziedzin, w których występują tej klasy sygnały to: nagrania sygnałów akustycznych, telefonia konferencyjna, radiolokacja i hydrolokacja, miernictwo sejsmiczne oraz biomedycyna. Jeżeli pogłos traktowany jest jako zakłócenie istotne staje się wydzielenie sygnału podstawowego.

Na przykład, w analizie sygnału mowy, oznaczając przez  $G_z(f)$  widmo mocy źródła dźwięku (głosu) oraz przez  $H(f)$  charakterystykę częstotliwościową kanału głosowego podczas wypowiedzania określonego dźwięku mowy, wypadkowe widmo emisji dźwięku przedstawia zależność:

$$G_{EMISJA}(f) = G_z(f) \cdot H(f)$$

W zapisie logarytmicznym powyższe wyrażenie przyjmuje postać:

$$\log(G_{EMISJA}(f)) = \log(G_z(f)) + \log(H(f))$$

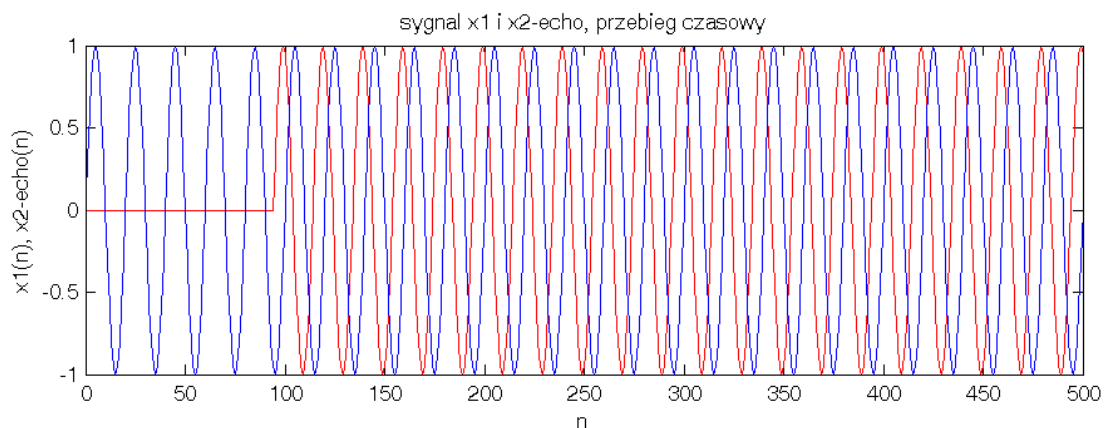
Stosując przekształcenie Fouriera oraz korzystając z jego liniowości otrzymujemy:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \log(G_{EMISJA}(f)) e^{j2\pi f\tau} df = \int_{-\infty}^{+\infty} \log(G_z(f)) e^{j2\pi f\tau} df + \int_{-\infty}^{+\infty} \log(H(f)) e^{j2\pi f\tau} df$$

Zatem, dla tego samego mówcy wypowiadającego różne wypowiedzi (różne widma) cepstrum powinno być jednakowe.

2. Zadania do wykonania:

- opracować funkcję (mplik) liczący cepstrum dowolnego sygnału rzeczywistego,
- porównać działanie własnej funkcji z wbudowaną w pakiet MATLAB (patrz Signal Processing Toolbox / Cepstrum Analysis)
- wygenerować i wyznaczyć cepstrum dla sygnału  $x(n) = x_1(n) + x_2\text{-echo}(n)$ .  
Sygnały  $x_1(n)$  i  $x_2\text{-echo}(n)$  przedstawiono na poniższym rysunku,



- pobrać pliki z nagraniami samogłosek j.polskiego „sygnały\_cepstrum.zip”  
Na podstawie wyznaczonych cepstrum określić, które wypowiedzi należą do tej samej osoby.  
Zaprezentować przykładowe zestawienie dla jednej osoby.

### 3. Sprawozdanie

Sprawozdanie z laboratorium obejmuje zadanie z punktu 2 d). Sprawozdanie (jedno na osobę) wyłącznie w wersji PDF przesłanej przez stronę kursu Platformy e-Learningowej AGH.