

# Instrukcja do laboratorium nr 7

## Przetwarzanie Sygnałów Diagnostycznych

### Parametryzacja sygnału w dziedzinie częstotliwości.

#### 1. Wprowadzenie.

Duża liczba szczegółów, jaką niesie ze sobą analiza widmowa utrudnia interpretację i rozpoznanie istotnych informacji zawartych w tym sygnale. Dlatego podobnie jak w przypadku dziedziny czasu, wyznacza się z funkcji widma (częstotliwościowego), lub mulitiwidma (czasowo-częstotliwościowego) te cechy, które są przydatne w analizowanym problemie.

#### 2. Parametry kształtu

Posiadając określone widmo sygnału  $G(t, f)$  można wyznaczyć parametry opisujące jego kształt:

##### Moment widmowy m-tego rzędu:

$$M_m(t) = \sum_{i=0}^{\infty} |G(t, f_i)| [f_i]^m$$

gdzie:  $G(t, f)$  – widmo czasowo-częstotliwościowe w chwili czasowej  $t$ ,  
 $f_i$  – częstotliwość środkowa i-tego pasma wyróżnionego w analizie częstotliwościowej,  
 $f_0, f_{\infty}$  – częstotliwość dolna, częstotliwość górna - odpowiednio w dyskretnej skali częstotliwości ograniczają pasmo wyznaczenia momentu widmowego.

##### Moment zerowy (tzw. średnia amplituda widma):

$$M_0(t) = \sum_{i=0}^{\infty} |G(t, f_i)|$$

Moment zerowego rzędu  $M(0)$  używany do normalizacji momentów wyższych rzędów. Wygodnie jest, bowiem stosować momenty unormowane:

$$M_u(m) = \frac{M(m)}{M(0)}$$

##### Moment unormowany pierwszego rzędu:

$$M_1(t) = \frac{\sum_{i=0}^{\infty} |G(t, f_i)| \cdot f_i}{M_0(t)}$$

Moment  $M_1(t)$  może być interpretowany jako środek ciężkości widma (średnia częstotliwość ważona). Jest używany we wzorach do obliczeń momentów centralnych wyższych rzędów.

##### Moment unormowany centralny drugiego rzędu:

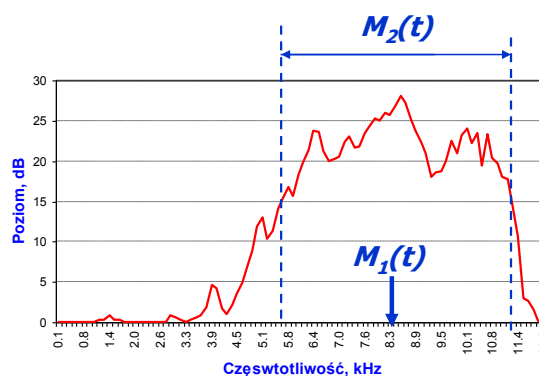
$$M_2(t) = \frac{\sum_{i=0}^{\infty} |G(t, f_i)| \cdot [f_i - M_1(t)]^2}{M_0(t)}$$

Moment  $M_2(t)$  może być interpretowany jako kwadrat szerokości widma.

##### Moment unormowany centralny trzeciego rzędu:

$$M_3(t) = \frac{\sum_{i=0}^{\infty} |G(t, f_i)| \cdot [f_i - M_1(t)]^3}{M_0(t)}$$

Moment  $M_3(t)$  może być interpretowany jako niesymetria widma - skośność (ang. skewness).



### Parametr miary spłaszczenia widma (kurtoza):

$$\text{kurtoza} = \frac{M_4(t)}{M_2(t)^2}$$

Mniej przydatne są momenty widmowe wyższych rzędów, nawet unormowane, gdyż są one ze sobą skorelowane.

### Współczynniki mocy względnej:

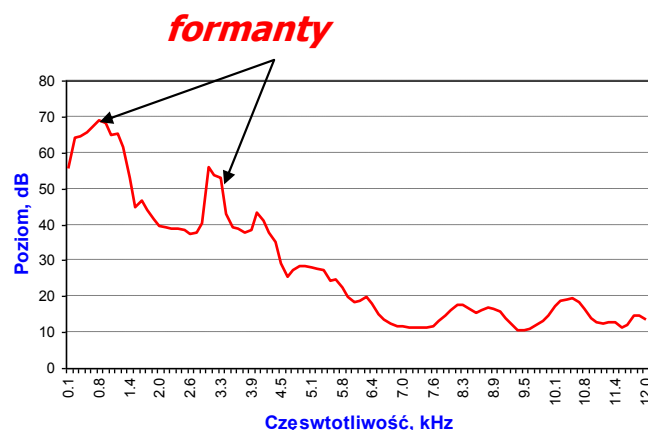
$$W_m(t) = \frac{\sum_{i=d}^{i=g} G(t, f_i)}{\sum_{i=0}^{\infty} G(t, f_i)}$$

gdzie:  $f_d, f_g$  – częstotliwość dolna, częstotliwość górna zakresu wybranego pasma częstotliwościowego,

Współczynnik mocy względnej określa stosunek mocy sygnału w wybranym paśmie częstotliwościowym  $\langle f_d, f_g \rangle$  do mocy sygnału w całym paśmie  $\langle f_0, f_{\infty} \rangle$ .

### Formanty:

Lokalne maksima obwiedni widma nazywane są formantami. M.in. formanty stanowią podstawową grupę parametrów używanych do analizy, przetwarzania i rozpoznawania sygnałów mowy. Formanty definiujemy jako lokalne maksima obwiedni charakterystyki amplitudo-częstotliwościowej sygnału, a wartości częstotliwości, przy których występują – częstotliwościami formantowymi (oznaczone są kolejno jako  $F_1, F_2, F_3, \dots$  itd.).



Tablica 1. Zakresy występowania częstotliwości formantowych samogłosek polskich.

Samogłoska	F <sub>1</sub> [Hz]		F <sub>2</sub> [Hz]		F <sub>3</sub> [Hz]		F <sub>4</sub> [Hz]	
	$f_d$	$f_g$	$f_d$	$f_g$	$f_d$	$f_g$	$f_d$	$f_g$
a	680	1020	1130	1570	2330	2860	3100	4090
e	520	630	1580	2230	2470	3150	3070	4030
i	190	275	2080	2840	2670	3430	3320	4140
o	490	680	790	1100	2410	3030	3200	3960
u	240	340	560	790	2270	3190	2940	4058

Ogólna postać definiująca formanty przedstawia zależność:

$$F_{ij} \equiv f_{ij} \Leftrightarrow \left[ \left( \frac{\partial G(t_j, f)}{\partial f} = 0 \right) \wedge \left( \frac{\partial^2 G(t_j, f)}{\partial f^2} < 0 \right) \wedge (f_d \leq F_{ij} \leq f_g) \right]$$

gdzie:  $G(t, f)$  – widmo czasowo-częstotliwościowe (spektrogram)

i-ty formant  $i=1, 2, 3, 4$ .

j-ta chwila czasu  $t$

$f_d, f_g$  – są odpowiednio w dyskretnej skali częstotliwościami ograniczającymi pasmo poszukiwań formantu (np wg tab.1.)

### 3. Zadania do wykonania

a) wykonać parametryzację wybranej grupy sygnałów (stworzyć m-plik funkcyjny realizujący ekstrakcję parametrów z przebiegów czasowych):

samogłosek {a, e, i, u}.wav, słów {dziś, jest, ładna, pogoda}.wav

b) przedstawić w sposób graficzny przebieg wybranych parametrów – np. „mapa” przebiegu formantów, momentów widmowych.

### 4. Sprawozdanie

Sprawozdanie z laboratorium obejmuje kod źródłowy oraz wykresy z wykonanych zadań z punktu 3. Sprawozdanie (jedno na osobę) wyłącznie w wersji PDF przesłanej przez stronę kursu Platformy e-Learningowej AGH.