

Filtracja częstotliwościowa

1 Filtracja w domenie częstotliwości

Filtracja w domenie częstotliwości polega na odpowiedniej modyfikacji widma transformaty Fouriera. Ze względu na pasmo przepuszczania filtra wyróżniamy filtry: dolno-, górno- i pasmoprzepustowe. Szczególnym przypadkiem są filtry wycięciowe (pasmowozaporowe), których zadaniem jest eliminacja konkretnej składowej częstotliwościowej.

Filtracja w domenie częstotliwości sprowadza się do wymnożenia widma sygnału z widmem filtra. Jeżeli filtr jest zdefiniowany w postaci widm transformaty Fouriera, filtracja sprowadza się do poniższej relacji (X - sygnał, F - Filtr):

$$X_{new} = (WA(X) \cdot WA(F)) \cdot e^{i(WF(X)+WF(F))} \quad (1)$$

2 Przykłady filtrów

- idealny filtr dolnoprzepustowy:

$$LP(f) = \begin{cases} 1 & \text{dla } f \leq f_0 \\ 0 & \text{dla } f > f_0 \end{cases} \quad (2)$$

- idealny filtr pasmoprzepustowy:

$$BP(f) = \begin{cases} 1 & \text{dla } f \in \langle f_{low}, f_{high} \rangle \\ 0 & \text{dla } f < f_{low} \mid f > f_{high} \end{cases} \quad (3)$$

- filtr dolnoprzepustowy Butterwortha N-tego rzędu:

$$LP(f) = \frac{1}{1 + (\frac{f}{f_0})^{2N}} \quad (4)$$

- filtr pasmowozaporowy Butterwortha o szerokości W:

$$BS(f) = \frac{1}{1 + (\frac{f \cdot W}{f^2 - f_0^2})^{2N}} \quad (5)$$

- filtr dolnoprzepustowy Gaussa

$$LP(f) = \exp\left(\frac{-f^2}{2f_0^2}\right) \quad (6)$$

- filtr pasmowoprzepustowy Gaussa

$$BP(f) = \exp\left(\frac{-(|f| - f_0)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (7)$$

3 Zadania

1. Stwórz sygnał o czasie trwania $T = 10s$ i $F_S = 100Hz$ złożony z dwóch sygnałów harmonicznym o następujących parametrach: $Amp_1 = 5$, $f_1 = 10Hz$ i $Amp_2 = 1$, $f_2 = 30Hz$. Korzystając z filtrów z rozdz.2 odfiltruj część wysokoczęstotliwościową.
2. Stwórz sygnał prostokątny ($T = 10s$, $F_S = 100Hz$, $Amp = 1$, środek=5, szerokość=1). Przetnij sygnał filtrami idealnymi dolno- i górnoprzepustowymi o zmiennej szerokości pasma przepuszczania.
3. Dla dowolnego sygnału prostokątnego oceń wpływ rzędu filtru Butterwortha na wynik filtracji. Porównaj z działaniem filtrów idealnych.
4. Zbadaj wpływ zmiany widma fazowego (przy zachowaniu stałości widma amplitudowego) na wynik filtracji.
5. Wczytaj sygnał *trasa_01.txt* o kroku próbkowania $dt=0.25ms$. Dokonaj filtracji dolnoprzepustowej celem poprawy jakości sygnału. Wynik porównaj z rezultatami filtracji w domenie przestrzeni.
6. Wczytaj dowolny plik muzyczny: `[y, Fs]=audioread('plik.mp3')`. Spróbuj przetworzyć go częstotliwościowo tak, by wyodrębnić poszczególne składowe (np. tylko głosy męskie/żeńskie lub poszczególne instrumenty). Do odtwarzania użyj funkcji: `sound(y,Fs)`; lub zewnętrzny odtwarzacz. Zapis do pliku umożliwia funkcja `audiowrite('plik.mp3',y,Fs)`;