

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):

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

2 Przykłady filtrów

- idealny filtr dolnoprzepustowy:

$$H(\omega) = \begin{cases} 1 & \text{dla } \omega \leq \omega_0 \\ 0 & \text{dla } \omega > \omega_0 \end{cases} \quad (2)$$

- idealny filtr pasmoprzepustowy:

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

- filtr dolnoprzepustowy Butterwortha n-tego rzędu:

$$H(\omega) = \frac{1}{1 + (\frac{\omega}{\omega_0})^{2n}} \quad (4)$$

- filtr pasmowozaporowy Butterwortha o szerokości W:

$$H(\omega) = \frac{1}{1 + (\frac{\omega \cdot W}{\omega^2 - \omega_0^2})^{2n}} \quad (5)$$

- filtr dolnoprzepustowy Gaussa

$$H(\omega) = \exp\left(\frac{-\omega^2}{2\omega_0^2}\right) \quad (6)$$

- filtr pasmowoprzepustowy Gaussa

$$H(\omega) = \exp\left(\frac{-\left(|\omega| - \omega_0\right)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (7)$$

3 Implementacja w pakiecie MatLAB

Do projektowania filtrów w pakiecie MatLAB można wykorzystać narzędzie `fdatool` i eksportować wynik do przestrzeni roboczej (workspace). Użycie zaprojektowanych w ten sposób filtrów odbywa się przy użyciu poleceń `filter` lub `filtfilt`.

4 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.
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 sygnał *trasa_01.txt*. Korzystając z narzędzia `fdatool` stwórz filtry pasmo-przepustowe, a następnie wykonaj filtrację z ich udziałem.
7. 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)`;