



Akademia Górniczo-Hutnicza
Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i
Inżynierii Biomedycznej

Przetwarzanie Sygnałów

Studia Podyplomowe, Automatyka i Robotyka



Proste filtry cyfrowe

Filtracja jest podstawową metodą obróbki wstępnej w analizie sygnałów. W praktyce, sygnały pochodzące z instalacji przemysłowych są zwykle zaszumione, często w stopniu uniemożliwiającym ich zastosowanie w układzie sterowania. W takiej sytuacji niezbędna staje się filtracja zakłóceń.

Poniżej przedstawione są trzy proste filtry cyfrowe, które należy zaimplementować w Matlabie i porównać ich działanie na przykładowym przebiegu czasowym.

1. Filtr wykładniczy I rzędu

Filtr wykładniczy I rzędu wyraża się następującym wzorem rekurencyjnym:

$$y(i) = \alpha u(i) + (1 - \alpha) y(i - 1)$$

gdzie y jest sygnałem wyjściowym filtru, u jest sygnałem wejściowym filtru, α jest współczynnikiem wygładzania, przybierającym wartości z przedziału $(0,1)$.

Zaletą filtru wykładniczego jest możliwość regulowania wielkości redukcji szumu poprzez zmianę współczynnika α . Im mniejsze α , tym większa redukcja szumu i zarazem, tym wolniej filtr odpowiada na zmiany w sygnale wejściowym. Wymagany jest więc kompromis między redukcją szumu a odpowiedzią systemu.

2. Filtr typu „średnia ruchoma”

Tego typu filtr uśrednia założoną liczbę przeszłych próbek sygnału z jednakową wagą dla każdej próbki. Filtr taki można traktować jako średnią w ruchomym oknie o stałej szerokości:

$$y(i) = \frac{1}{W} \sum_{j=i-W+1}^i u(j)$$

gdzie W jest szerokością okna (liczbą uśrednianych próbek).

Podpowiedź: można wykorzystać funkcję Matlabu **mean**.

3. Filtr medianowy

Algorytm filtracji medianowej przebiega następująco:

- oknem prostokątnym o długości W wybiera się z sygnału W próbek,
- porządkuje się wybrane próbki rosnąco,
- oblicza się medianę uporządkowanych próbek (wartość środkową ciągu),
- przesuwa się okno o jedną próbkę do przodu i powtarza punkty b) c).

Wartości obliczane w punkcie c) są sygnałem przefiltrowanym.

Ponieważ na początku okno „nachodzi” na filtrowany sygnał (tzn. np. dla $W = 3$ w pierwszych krokach z sygnału wybiera się próbki $\{x_1\}, \{x_1, x_2\}$ a dopiero potem całe okno $\{x_1, x_2, x_3\}, \{x_2, x_3, x_4\}, \dots, \{x_{N-2}, x_{N-1}, x_N\}$) a na końcu „schodzi”, więc w wyniku filtracji otrzymuje się sygnał o długości $W + N - 1$, (N - długość sygnału do filtracji). Z przefiltrowanego sygnału należy odrzucić $\left\lfloor \frac{W}{2} - 1 \right\rfloor$ pierwszych i ostatnich próbek.

Definicja mediany:

$$\text{med}(x_1, x_2, \dots, x_N) = \begin{cases} x_{k+1}, & N = 2k + 1 \\ \frac{1}{2}(x_k + x_{k+1}), & N = 2k \end{cases}$$

Przykład obliczania mediany:

- długość wektora nieparzysta: $\text{med}(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) = 4$
- długość wektora parzysta: $\text{med}(1, 2, 3, 4, 5, 6) = 3.5$

Podpowiedź: można wykorzystać funkcję Matlaba **median**.

4. Wykonanie ćwiczenia

Na zajęciach należy wygenerować sygnał sinusoidalny $u = \sin(2\pi ft)$ zakłócony szumem białym, o wariancji 0.5. Następnie przefiltrować go za pomocą filtru wykładniczego, średniej ruchomej i medianowego.

- a) Zbadać działanie filtrów dla różnych parametrów α oraz W , porównać możliwości filtracyjne
 - b) Zbadać wpływ parametrów na przesunięcie fazowe
 - c) Przedstawić wyniki w postaci rysunków jak poniżej dla dwóch zestawów parametrów α i W
- Przyjąć następujące dane: $N = 1000$ (liczba próbek sygnału u), $f = 5$, $t = 0.001$.

