

FILTRY O SKOŃCZONEJ ODPOWIEDZI IMPULSOWEJ

Ćwiczenie zapoznaje z zagadnieniem filtracji liniowej obrazów przy pomocy filtrów o skończonej odpowiedzi impulsowej (FIR). Demonstrowane są charakterystyki częstotliwościowe filtrów dolnoprzepustowych i górnoprzepustowych oraz działanie tych filtrów na obrazy monochromatyczne. Dyskutowane jest zagadnienie separowalności filtru FIR. Studenci mają możliwość definiowania własnych filtrów przez podanie współczynników maski (odpowiedzi impulsowej).

Oprogramowanie:

Program **fir** pozwala dokonać filtracji wskazanego obrazu filtrem o strukturze zdefiniowanej w pliku *.cfg. Opcje programu wyświetlane są po wykonaniu polecenia **fir -h**.

Definicja filtru w pliku *.cfg jest opisem maski lub zestawu masek składowych filtru (w tym drugim przypadku filtracja dokonywana jest kolejno filtrami o wyszczególnionych maskach). Poniżej podano przykładową zawartość pliku:

```
[FIR:MAIN]
{
    $MASKO    HIGHPASS;
    [MATRIX:HIGHPASS]
    {
        $DIMENSION    3, 3;
        $CONST 1;
        $COEFFICIENTS
            -1, -1, -1;
            -1,  8, -1;
            -1, -1, -1;
    }
}
```

Wynik filtracji może zawierać wartości spoza przedziału 0..255. Program **fir** pozwala zdefiniować operacje wykonywane na takich wartościach:

- abs** – wartości ujemne będą poddane operacji obliczenia wartości bezwzględnej
- clip** – wartości spoza zakresu będą ograniczone i zastąpione wartościami granicznymi
- norm** – po filtracji cały obraz zostanie znormalizowany, tzn. przeskalowany liniowo tak, aby wszystkie wartości mieściły się w zakresie 0..255.

Program **freqresp** pozwala na demonstrację charakterystyki częstotliwościowej filtru. Wynikiem działania programu jest zbiór danych opisujących wartości charakterystyki amplitudowej w zakresie częstotliwości dyskretnych $[-\pi \dots \pi, -\pi \dots \pi]$. Wykres charakterystyki można obejrzeć przy pomocy programu **gnuplot**, poleceniem **splot "nazwa_pliku" with lines**.

Uwagi organizacyjne:

1. Ustawienia jasności i kontrastu w monitorach dokonane przez pracowników laboratorium gwarantują poprawne wyświetlanie skali szarości. Nie wolno samodzielnie modyfikować tych ustawień.
2. Obrazy monochromatyczne zapisywane są w formacie PGM. Pliki z obrazami źródłowymi wykorzystywanymi w ćwiczeniu znajdują się w katalogu logicznym v:\pgm\
3. Katalogiem roboczym do umieszczania własnych plików jest x:\. Przed przystąpieniem do ćwiczenia należy usunąć wszystkie pliki z tego katalogu.

Polecenia:

1. Zapoznać się z działaniem programów **fir** oraz **freqresp** (czytając teksty pomocy wyświetlane po uruchomieniu programów z opcją **-h**).
2. Obejrzeć charakterystyki częstotliwościowe filtra **lowpass3x3.cfg** dołączonego do ćwiczenia poprzez wydanie polecenia **freqresp -w1 50 -w2 50 -f lowpass3x3.cfg -o a**, a następnie uruchomienie programu **gnuplot** i wykonanie polecenia **splot "a" with lines**. Opisać charakter częstotliwościowy filtra.
3. Przetworzyć obraz **noised1.pgm** filtrem **lowpass3x3.cfg** wybierając stosowną opcję (**-clip** albo **-norm**) programu **fir**. Obejrzeć rezultat, opisać wnioski. Powtórzyć operacje dla obrazów **oversharp.pgm** oraz **blurred1.pgm**.
4. Powtórzyć operacje filtracji używając filtra **enhance3x3.cfg**. W sprawozdaniu opisać wnioski i uzasadnić zastosowanie opcji **-abs**.
5. Zapoznać się z definicją filtra zawartą w pliku **decomposed7x7.cfg**, zawierającym opis filtra separowalnego rozdzielonego na jednowymiarowe filtry składowe: pionowy i poziomy. Skonstruować odpowiadający mu filtr dwuwymiarowy. Porównać charakterystyki częstotliwościowe filtra rozdzielonego oraz zaproponowanego filtra. Zapisać wnioski.
6. Dokonując filtracji wybranego obrazu sprawdzić, czy uzyskiwane wyniki są identyczne. Porównać uzyskany obraz z obrazem otrzymanym przy użyciu filtra **lowpass3x3.cfg**. Sformułować i zapisać wnioski wyjaśniające obserwowane różnice.
7. Jeden z poniższych filtrów jest separowalny. Skonstruować dla tego filtra odpowiednią postać rozdzieloną i stworzyć odpowiedni plik z definicją. Powtórzyć dla tego filtra operacje z punktu 5.

$$\begin{array}{ccc|ccc} 0 & 1/6 & 0 & 1 & -3 & 1 \\ 1/6 & 1/3 & 1/6 & -3 & 9 & -3 \\ 0 & 1/6 & 0 & 1 & -3 & 1 \end{array}$$

Po zakończeniu ćwiczeń usunąć wszystkie pliki z katalogu x:\