

CYFROWE PRZETWARZANIE OBRAZÓW I SYGNAŁÓW

LABORATORIUM – EX3

Globalne transformacje obrazów

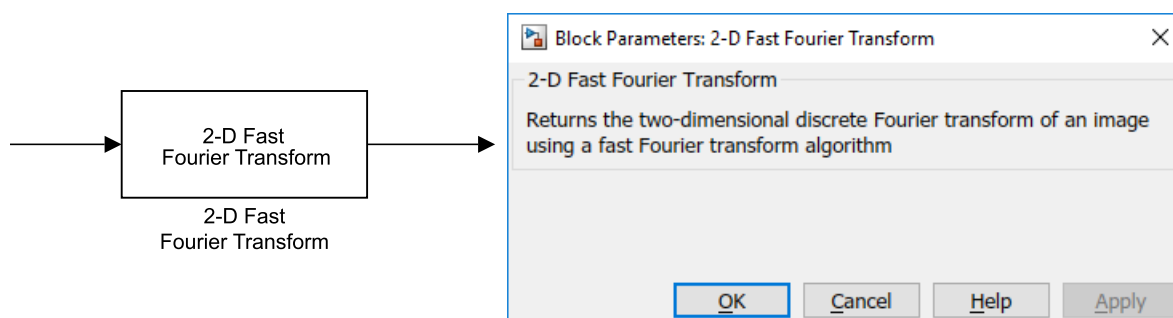
Joanna Ratajczak, Wrocław, 2018*

1 Cel i zakres ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z własnościami globalnych transformacji obrazu i ich wykorzystaniem do filtracji. Przykładem takiej transformacji jest DFT (Discrete Fourier Transform), a w szczególności jej szybka implementacja FFT (Fast Fourier Transform). Ćwiczenie obejmuje prostą i odwrotną transformację Fouriera, filtrację górno- i dolnoprzepustową w dziedzinie częstotliwości przestrzennych oraz selektywne usuwanie zakłóceń okresowych.

2 Przykłady

Realizacja prostej transformacji Fouriera jest możliwa poprzez wykorzystanie bloku *2-D Fast Fourier Transform* (rys. 1). Wejście bloku przyjmuje obrazy o wartościach rzeczywistych, nato-



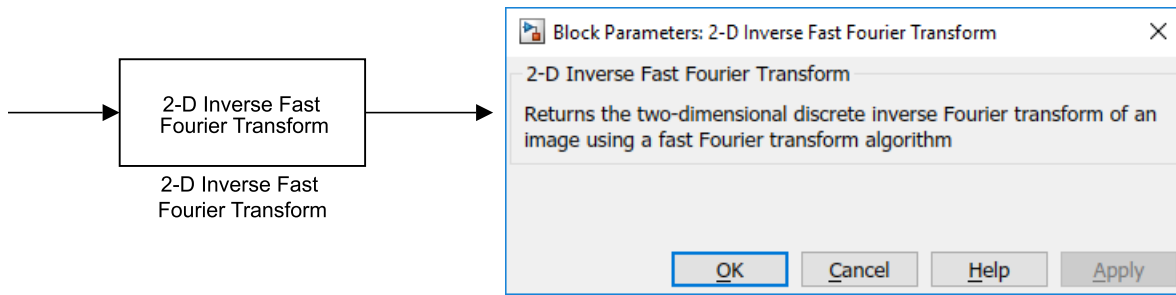
Rysunek 1: Blok *2-D Fast Fourier Transform*

miast na wyjściu otrzymuje się obraz (widmo) o wartościach zespolonych. Do działania bloku nie są potrzebne dodatkowe parametry wewnętrzne.

Dopełnieniem bloku *2-D Fast Fourier Transform* jest blok *2-D Inverse Fast Fourier Transform*, w którym realizowana jest odwrotna transformacja Fouriera. Rysunek tego bloku oraz jego okienko konfiguracyjne przedstawia rysunek 2. Tym razem na wejście bloku należy podać obraz (widmo) o wartościach zespolonych. Po wyznaczeniu odwrotnej transformacji Fouriera na wyjściu otrzymuje się obraz o wartościach rzeczywistych.

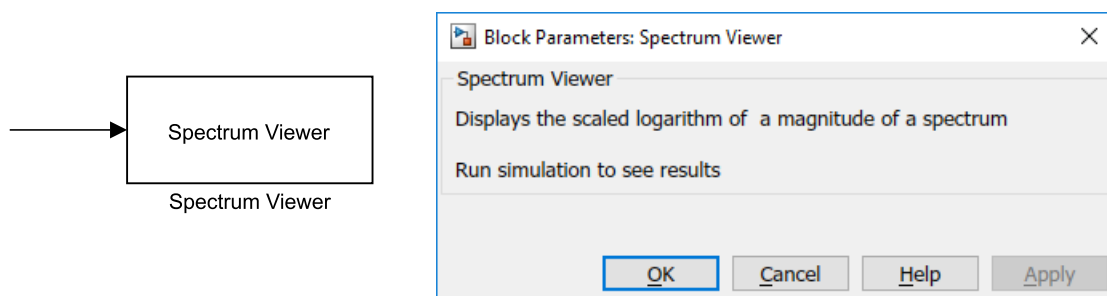
*Pierwsza wersja: 24 sierpnia 2018

Ostatnia aktualizacja: 15 września 2018



Rysunek 2: Blok *2-D Inverse Fast Fourier Transform*

Z uwagi na fakt, że widmo obrazu jest reprezentowane przez wartości zespolone to jego wyświetlenie nie jest możliwe w standardowej wyświetlance (blok *Image Viewer*). Do wyświetlenia widma służy specjalny blok *Spectrum Viewer* (rys. 3). Przed wyświetleniem widmo zostaje pod-

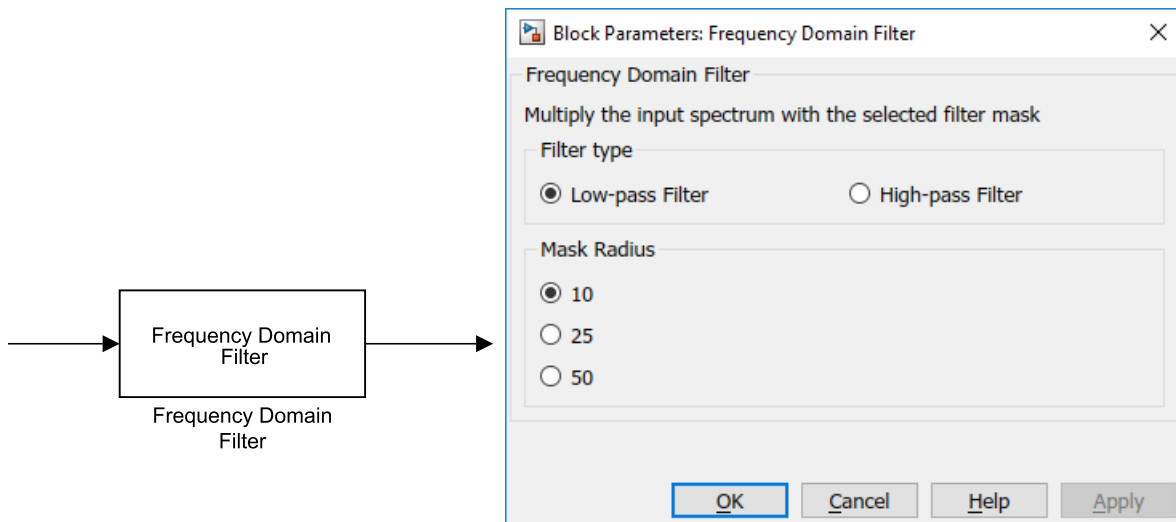


Rysunek 3: Blok *Spectrum Viewer*

dane kolejno operacjom: wyznaczenia modułu, logarytmu i przeskalowania do pełnego zakresu poziomów jasności

$$out = scale \left(\log \left(\sqrt{Re_{in}^2 + Im_{in}^2} + 1 \right) \right). \quad (1)$$

Filtrację w dziedzinie częstotliwości przestrzennych przeprowadza się poprzez przemnożenie widma obrazu (jego transformaty Fouriera) przez odpowiednią maskę, w szczególności – zerującą składowe częstotliwościowe w paśmie zaporowym i pozostawiającą bez zmian pozostałe. Do realizacji tej filtracji służy blok *Frequency Domain Filter* przedstawiony na rysunku 4. Blok *Frequency Domain Filter* generuje odpowiednią maskę, zawierającą jedynie wartości 0 i 1, o kształcie koła o środku w centrum obrazu i promieniu zadanym parametrem *Mask Radius* (rys. 4). Jeśli w parametrze *Filter type* wybrana jest wartość *Low-pass Filter* wewnątrz koła wypełnione jest wartościami 1 a tło składa się z wartości 0. Wybranie opcji *High-pass Filter* zamienia miejscami wartości 0 i 1. Blok ten toleruje na swoim wejściu obraz (widmo) o wartościach zespolonych i wystawia na swoim wyjściu obraz (widmo) również o wartościach zespolonych. W celu wyświetlenia widma po nałożeniu maski należy użyć bloku *Spectrum Viewer* analogicznie jak miało to miejsce poprzednio.



Rysunek 4: Blok *Frequency Domain Filter*

3 Zadania do wykonania

Należy stworzyć oddzielne projekty w środowisku *Simulink* dla poszczególnych zadań.

1. Prosta i odwrotna transformacja Fouriera
Wykonać transformację Fouriera dla wybranego obrazu i transformację odwrotną uzyskanego widma. Porównać wynik transformacji odwrotnej z obrazem pierwotnym.
2. Analiza widm
Wytworzyć i przeanalizować (obejrzeć) widma wybranych obrazów.
3. Filtracja
Przeprowadzić filtrację dolno- i górnoprzepustową na obrazie w celu wydzielenia wolno- i szybkozmiennych składowych. Porównać działanie filtracji dla różnych częstotliwości granicznych. Porównać sumę obrazów wynikowych z obrazem pierwotnym.
- 4.*Filtr selektywny¹
Zbudować filtr zaporowy dla częstotliwości przestrzennych. W tym celu należy wytworzyć obraz zaszumiony poprzez dodanie do obrazu pierwotnego okresowego zakłócenia wygenerowanego w bloku *Generate Expression*. Następnie, w oparciu o widmo sygnału zakłócającego należy zbudować maskę filtru złożoną z wartości 0 i 1. Widmo obrazu zakłóconego należy przemnożyć przez maskę a następnie przeprowadzić odwrotne przekształcenie Fouriera.
Uwaga: Podczas realizacji tego ćwiczenia należy wykorzystywać w stosownych miejscach bloki konwersji typów danych *To double* oraz *To uint8*. Warto również zwrócić szczególną uwagę na składową stałą w masce filtru.

¹**Uwaga:** Poprawne zrealizowanie wszystkich zadań wraz z zadaniem oznaczonym „*” jest warunkiem koniecznym ubiegania się o ocenę celującą (5.5) z niniejszego ćwiczenia.

4 Uwagi pomocnicze

Podczas analizowania widm wybranych obrazów warto również przyrzeć się widmom obrazom wytworzonym przez blok *Generate Expression* z przykładowymi funkcjami typu

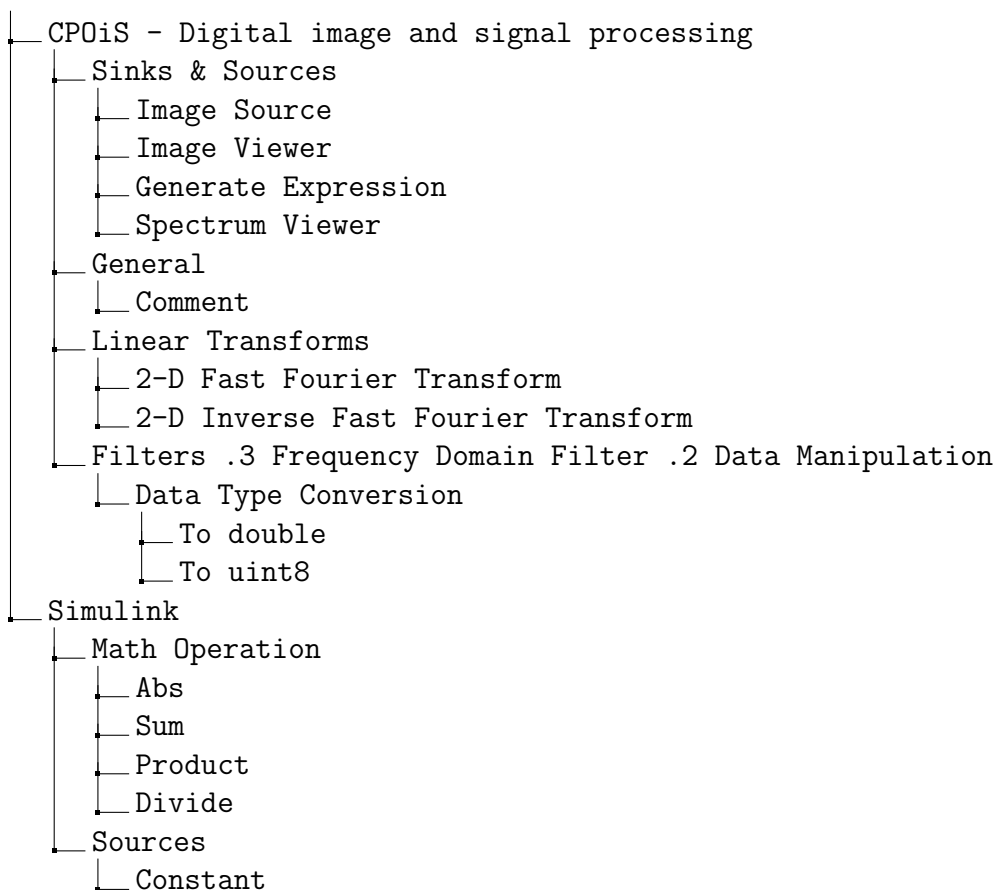
- Sinus: $128 \cdot (\sin(W)+1)$,
- Krawędź: $255 \cdot (W>128)$,
- Szachownica: $255 \cdot (\text{xor}(\text{mod}(W-1, 32)<16, \text{mod}(H-1, 32)<16))$,
- i inne.

Porównania obrazów wynikowych z obrazami pierwotnymi warto przeprowadzać w oparciu o bezwzględną wartość różnicy obrazów

$$AbsDiff = |im_1 - im_2|. \quad (2)$$

Warto również zwrócić uwagę, że zbyt małe różnice mogą być nie widoczne bezpośrednio w wyświetlarce obrazów.

Przydatne bloki można znaleźć w niżej podanych podgrupach biblioteki.



5 Pytania otwarte

- Czy transformacja Fouriera jest operacją liniową? Czy w związku z poprzednim jest również odwracalną? Czy można to pokazać eksperymentalnie?
- W którym miejscu widma obrazu umiejscowione są niskie, a w którym wysokie częstotliwości? Gdzie na widmie znajduje się składowa stała?
- Co można powiedzieć o obrazie pierwotnym, gdy jego widmo jest jaśniejsze w centrum niż na obrzeżach?
- Uzasadnij pojawienie się ukośnych linii w widmie obrazu `ball.png`. Dlaczego przebiegają one akurat pod takimi kątami? Podobne kwestie można rozważać dla obrazu `cameraman.tif`.
- Skąd biorą się cztery maksima widoczne w pobliżu krawędzi widma obrazu `marine.png`? Dlaczego jest ich cztery, a nie dwa czy jedno? Podobne efekty można zaobserwować na widmie obrazu `foggysf2.jpg`.
- Dlaczego widmo obrazu jest tego samego rozmiaru co obraz pierwotny?
- Z jakimi elementami obrazu pierwotnego związane są niskie, a z jakimi elementami wysokie częstotliwości występujące na obrazie?
- Jakie zastosowanie praktyczne może mieć filtracja dolnoprzepustowa w dziedzinie częstotliwości a jakie filtracja górnoprzepustowa?
- Czy suma rezultatów filtracji dolnoprzepustowej i górnoprzepustowej powinna w efekcie dać obraz pierwotny? Uzasadnij odpowiedź.

6 Forma sprawozdania

Sprawozdanie należy sporządzić analogicznie jak w ćwiczeniu EX0, zamieniając w odpowiednich miejscach „EX0” na „EX3”. Proszę pamiętać o zapisaniu wszystkich niezbędnych plików we właściwym katalogu, który następnie należy odpowiednio spakować. Przed wysłaniem sprawozdania proszę upewnić się, że w obszarach roboczych wykonywanych modeli został dodany blok komentarza (*Comment*), w którym zostały zapisane dane osobowe oraz zwięzły opis spostrzeżeń oraz wnioski.