

AZS - cvičení 8

Filtrace signálu vynulováním vzorků DFT
návrh filtrů metodou oken

1. Filtrace signálu vynulováním vzorků v DFT I.

Během záznamu EKG signálu došlo k jeho kontaminaci šumem, jehož frekvence byla 60Hz. Pokuste se odstranit tento šum následujícím postupem:

- Nahrajte zašuměný záznam ze souboru **ecgo** (příkazem *load ecgo*) a zobrazte ho.
- Vypočtete 600 – bodovou DFT kontaminovaného signálu.
- Ručně vypočtete indexy položek DFT, odpovídající frekvenci 60Hz.
- Vynulujte DFT komponenty odpovídající 60Hz signálu.
- Určete zpětnou IDFT a výsledný signál porovnejte s originálním signálem, který je v souboru *ecg*

2. Filtrace signálu vynulováním vzorků v DFT II.

Během záznamu EKG signálu došlo k jeho kontaminaci šumem, jehož frekvence byla 60Hz. Pokuste se odstranit tento šum následujícím postupem:

- Nahrajte zašuměný záznam ze souboru *ecgo* a zarovnejte ho na 512 vzorků.
- Vypočtete 512 – bodovou DFT (FFT) kontaminovaného signálu.
- Ručně vypočtete indexy položek DFT, odpovídající frekvenci kolem 60Hz .
- Vynulujte DFT komponenty v okolí indexu odpovídající frekvenci 60Hz.
- Určete zpětnou IDFT (IFFT) a výsledný signál porovnejte s originálním signálem, který je v souboru *ecg*
- Diskutujte výsledky pro různý počet vynulovaných vzorků v okolí 60Hz komponenty

3. Filtrace signálu vynulováním vzorků v DFT III.

Během přenosu zprávy uložené v souboru *mystery1* došlo k její kontaminaci nízkofrekvenčním a vysokofrekvenčním šumem. Snažte se dekodovat zprávu (která je viditelná pouze v signálu zobrazeném v časové oblasti následujícím postupem :

- a) Nahrajte zašuměný záznam ze souboru *mystery1*.
- b) Určete spektrum signálu (z DFT transformace).
- c) Vynulujte komponenty odpovídající nízkofrekvenčnímu šumu.
- d) Vynulujte komponenty odpovídající vysokofrekvenčnímu šumu.
- e) Určete zpětnou IDFT, zobrazte výsledný signál a pokuste se dekodovat přenášenou zprávu.

4. Návrh filtru metodou oken. Určete okno, délku filtru a koeficienty impulzní odezvy pokud máte zadané následující požadavky na filtr:

- Dolní propust
- $f_p = 1850 \text{ Hz}$ $A_p = 1 \text{ dB}$
- $f_s = 2150 \text{ Hz}$ $A_s = 20 \text{ dB}$
- $S = 8000 \text{ Hz}$ (vzorkovací frekvence)

- 5. Návrh filtru metodou oken.** Určete okno, délku filtru a koeficienty impulzní odezvy pokud máte zadané následující požadavky na filtr:

Holní propust

$$f_p = 2500 \text{ Hz}$$

$$A_p = 0.1 \text{ dB}$$

$$f_s = 1500 \text{ Hz}$$

$$A_s = 40 \text{ dB}$$

$$S = 8000 \text{ Hz} \quad (\text{vzorkovací frekvence})$$

- 6. Návrh filtru metodou oken.** Určete okno, délku filtru a koeficienty impulzní odezvy pokud máte zadané následující požadavky na filtr:

Pásmová propust

$$f_p = [1600, 2300] \text{ Hz}$$

$$A_p = 0.05 \text{ dB}$$

$$f_s = [500, 3500] \text{ Hz}$$

$$A_s = 50 \text{ dB}$$

$$S = 8000 \text{ Hz} \quad (\text{vzorkovací frekvence})$$

- 7. Návrh filtru metodou oken.** Určete okno, délku filtru a koeficienty impulzní odezvy pokud máte zadané následující požadavky na filtr:

Pásmová zadrž

$$f_{c_1} = 1250 \text{ Hz} \quad \text{dolní mezní frekvence}$$

$$f_{w_1} = 1500 \text{ Hz} \quad \text{šířka dolního přechodového pásma}$$

$$A_p = 0.02 \text{ dB}$$

$$f_{c_2} = 2850 \text{ Hz} \quad \text{horní mezní frekvence}$$

$$f_{w_2} = 1300 \text{ Hz} \quad \text{šířka horního přechodového pásma}$$

$$A_s = 50 \text{ dB}$$

$$S = 8000 \text{ Hz} \quad (\text{vzorkovací frekvence})$$

Výsledky Př. 4

Table 7.6 FIR Filter Coefficients in Example 7.7 (rectangular and Hamming windows)	
B: FIR Filter Coefficients (Rectangular Window)	Bham: FIR Filter Coefficients (Hamming Window)
$b_0 = b_{24} = 0.000000$	$b_0 = b_{24} = 0.000000$
$b_1 = b_{23} = -0.028937$	$b_1 = b_{23} = -0.002769$
$b_2 = b_{22} = 0.000000$	$b_2 = b_{22} = 0.000000$
$b_3 = b_{21} = 0.035368$	$b_3 = b_{21} = 0.007595$
$b_4 = b_{20} = 0.000000$	$b_4 = b_{20} = 0.000000$
$b_5 = b_{19} = -0.045473$	$b_5 = b_{19} = -0.019142$
$b_6 = b_{18} = 0.000000$	$b_6 = b_{18} = 0.000000$
$b_7 = b_{17} = 0.063662$	$b_7 = b_{17} = 0.041957$
$b_8 = b_{16} = 0.000000$	$b_8 = b_{16} = 0.000000$
$b_9 = b_{15} = -0.106103$	$b_9 = b_{15} = -0.091808$
$b_{10} = b_{14} = 0.000000$	$b_{10} = b_{14} = 0.000000$
$b_{11} = b_{13} = 0.318310$	$b_{11} = b_{13} = 0.313321$
$b_{12} = 0.500000$	$b_{12} = 0.500000$

Výsledky Př. 5

Table 7.8 FIR Filter Coefficients in Example 7.9 (Hanning window)	
Bhan: FIR Filter Coefficients (Hanning Window)	
$b_0 = b_{24} = 0.000000$	$b_1 = b_{23} = 0.000493$
$b_2 = b_{22} = 0.000000$	$b_3 = b_{21} = -0.005179$
$b_4 = b_{20} = 0.000000$	$b_5 = b_{19} = 0.016852$
$b_6 = b_{18} = 0.000000$	$b_7 = b_{17} = -0.040069$
$b_8 = b_{16} = 0.000000$	$b_9 = b_{15} = 0.090565$
$b_{10} = b_{14} = 0.000000$	$b_{11} = b_{13} = -0.312887$
$b_{12} = 0.500000$	

Výsledky Př. 6

Table 7.9 FIR Filter Coefficients in Example 7.10 (Hamming Window)

Bham: FIR Filter Coefficients (Hamming Window)

$b_0 = b_{24} = 0.002680$	$b_1 = b_{23} = -0.001175$
$b_2 = b_{22} = -0.007353$	$b_3 = b_{21} = 0.000674$
$b_4 = b_{20} = -0.011063$	$b_5 = b_{19} = 0.004884$
$b_6 = b_{18} = 0.053382$	$b_7 = b_{17} = -0.003877$
$b_8 = b_{16} = 0.028520$	$b_9 = b_{15} = -0.008868$
$b_{10} = b_{14} = -0.296394$	$b_{11} = b_{13} = 0.008172$
$b_{12} = 0.462500$	

Výsledky Př. 7

Table 7.10 FIR Filter Coefficients in Example 7.11 (Blackman Window)

Black: FIR Filter Coefficients (Blackman Window)

$b_0 = b_{34} = 0.000000$	$b_1 = b_{33} = 0.000059$
$b_2 = b_{32} = 0.000000$	$b_3 = b_{31} = 0.000696$
$b_4 = b_{30} = 0.001317$	$b_5 = b_{29} = -0.004351$
$b_6 = b_{28} = -0.002121$	$b_7 = b_{27} = 0.000000$
$b_8 = b_{26} = -0.004249$	$b_9 = b_{25} = 0.027891$
$b_{10} = b_{24} = 0.011476$	$b_{11} = b_{23} = -0.036062$
$b_{12} = b_{22} = 0.000000$	$b_{13} = b_{21} = -0.073630$
$b_{14} = b_{20} = -0.020893$	$b_{15} = b_{19} = 0.285306$
$b_{16} = b_{18} = 0.014486$	$b_{17} = 0.600000$