

B2B31CZS cvičení 12 - Zpracování signálu ve více frekvenčních pásmech

Úkoly:

I) Rozdělení signálu do jednotlivých pásem

Rozdělte signál SA107S06.CS0 (fs = 16 kHz, bez hlavičky, 16-bit PCM, pro načtení do MATLABu použít funkci loadbin.m) do dvou stejně širokých frekvenčních pásem, tj. $0 - fs/4$ a $fs/4 - fs/2$.

Filtry navrhnete jako základní FIR filtry metodou okna, tj. pomocí funkce fir1. Délka filtru volte $M = 50$.

```
sig = loadbin("SA107S06.CS0");  
fs = 16000; % 16kHz
```

KROK 1: Vytvoření signálu v dolním kmitočtovém pásmu

Navrhnete filtr pro filtraci do DKP $0 - fs/4$ a filtrujete výše odkazovaný signál.

Výsledek:

- Vykreslete frekvenční charakteristiku navrhového filtru do DKP.
- Vykreslete časový průběh a spektrogram zpracovávaného signálu (pro výpočet spektrogramu volte délku krátkodobého segmentu tlen = 32ms).
- Vykreslete do jednoho obrázku spektrogramy původního a filtrovaného signálu.

```
% Vytvoření signálu v DKP  
M = 50;  
  
% časový průběh a spektrogram  
tlen = 0.032;
```

KROK 2: Vytvoření signálu v horním kmitočtovém pásmu

Navrhnete filtr pro filtraci do HKP $fs/4 - fs/2$ a filtrujete výše odkazovaný signál.

Filtr do HKP navrhnete transformací filtru do DKP.

Výsledek:

- Vykreslete do jednoho obrázku frekvenční charakteristiky obou navrhových filtrů (do DKP i HKP) a ověřte splnění podmínky perfektní rekonstrukce.
- Srovnajte spektrogramy signálů filtrovaných do DKP i HKP.

```
% Vytvoření signálu v HKP
```

```
% Vykreslení frekvenční charakteristiky filtru a spektrogramu filtrovaného  
% signálu
```

II) Změna vzorkovacího kmitočtu

KROK 3: Proveďte decimaci 1:2 vypočítáním sudých vzorků signálu v obou frekvenčních pásmech.

- Pozorujte spektrogramy všech signálů před decimací a po decimaci v obou frekvenčních pásmech - **vysvětlete!**
- Poznámka: **Nepoužívat funkci decimate**, která nerealizuje jenom prosté vypuštění vzorků!

Výsledek:

- Zobrazte časové průběhy a spektrogramy signálů v DKP a HKP před decimací a po decimaci.

```
% Decimace v DKP a HKP - nepoužívejte funkci decimate!  
  
% Zobrazení čas. průběhu a spektrogram před a po decimaci
```

KROK 4: Proveďte interpolaci 1:2 pro obnovení původního vzorkovacího kmitočtu v následujících dílích kroků:

- Proložte decimované signály v jednotlivých pásmech nulami a sledujte jejich spektrogramy.
- Proveďte interpolaci filtrací pro oba pásma. Pro filtraci použijte stejné filtry jako pro rozdělání vstupního signálu do dvou frekvenčních pásem. Sledujte opět spektrogramy výsledných signálů.
- Sledujte výkony signálů před a po decimaci s následnou interpolací. Vysvětlete rozdíl a navrhněte správnou korekci úrovně signálu.

Výsledek - Srovnajte spektrogramy v jednotlivých pásmech u signálů :

- Po decimaci
- Po 1. kroku interpolace (proložení nulami)
- Po 2. kroku interpolace (filtraci)

```
% Interpolace v DKP a HKP  
  
% Srovnání spektrogram
```

III) Složení signálu z obou zpracovávaných pásem

Signály z jednotlivých pásem se třeba vyíslejte míru zkreslení na bázi výkonu chybového signálu (tj. po rozdílu vstupního a výstupního signálu).

POZOR! Nezapomejte při výpočtu chybového signálu na zpoždění generované FIR filtrem.

Výsledek:

- asový průběh a spektrogram finálního složeného signálu.
- Určete $SNR_e = 10 \cdot \log\left(\frac{P_s}{P_e}\right)$ pro zpracovávané signály (tj. poměr výkonu původního signálu ku chybovému signálu po rekonstrukci v dB - nezapomejte na správnou synchronizaci signálu pro výpočet chybového signálu).

```
% Složení signálu

% asový průběh a spektrogram složeného signálu

% Určení SNR
```

Zvažte chybu vzniklou decimací a interpolací, srovnajte s chybovým signálem signálu složeného z pásmových signálů bez decimace a interpolace (vyíslejte opět SNR_e pro tento případ).

IV) Banka filtrů s perfektní rekonstrukcí

Pro filtraci do dolního kmitočtového pásma použijte filtr s koeficienty:

```
b0 = [ -0.0059, 0.0129, 0.0013, -0.0274, 0.0086, 0.0510, -0.0338, -0.1001,
0.1243, 0.4688, 0.4688, 0.1243, -0.1001, -0.0338, 0.0510, 0.0086, -0.0274,
0.0013, 0.0129, -0.0059 ];
```

- Pro filtraci do horního kmitočtového pásma použijte filtr vycházející z výše uvedeného prototypu dolní propusti.
- Pozorujte splnění podmínky perfektní rekonstrukce, tj. $|H_0|^2 + |H_1|^2 = 1$, pro banku filtrů vycházející z tohoto prototypu a pro FIR filtry navržené v předchozím kroku metodou okna.

```
% Filtrace s pomocí filtru pro perfektní rekonstrukci
b0 = [ -0.0059, 0.0129, 0.0013, -0.0274, 0.0086, 0.0510,...
-0.0338, -0.1001, 0.1243, 0.4688, 0.4688, 0.1243, -0.1001,...
-0.0338, 0.0510, 0.0086, -0.0274, 0.0013, 0.0129, -0.0059 ];
```

PRÁCE NA DOMA:

Prove te rozklad v etn decimace a interpolace pro 4 lineární frekven ní pásma. Zam íte se zejména na následující problémy:

- *Jaký bude stupe decimace?*
- *Jak se m ní spektra signál po decimaci v jednotlivých pásmech?*
- *Jak se zm ní postup interpolace? Sledujte spektra signál po proložní nulami a ur ete vhodnou následnou filtraci.*
- *Vlastní p íklady a motivace pro zpracování signálu ve více frekven ních pásmech.*