

# Cyklická konvoluce - OLS, OLA

## Úkoly:

### Lineární konvoluce

Vytvořte posloupnost reprezentující impulzní odezvu filtru klouzavého průměru (MA = *Moving Average* filtru) řádu  $M = 100$ , tj. impulzní odezvu délky  $N_1 = M + 1 = 101$ .

Vytvořte posloupnost délky  $N_2 = 4000$  vzorků reprezentující signál  $x[n]$ , která bude obsahovat součet:

- Sinusového signálu s nulovým fázovým posuvem ( $\varphi = 0$ ) a parametry  $A = 1$ ,  $f = 12\text{Hz}$ ,  $f_s = 8000\text{Hz}$
- Bílého šumu s normálním rozdělením s nulovou střední hodnotou a jednotkovým rozptylem, tj.  $\mu = 0$ ,  $\sigma^2 = 1$ .

Realizujte filtraci na bázi lineární konvoluce (funkce `conv`) výše uvedeným MA-filtrem pro potlačení periodického náhodného šumu ve směsi těchto dvou signálů.

```
% help conv
% Definice signál :
M = 100;
N1 = M+1; % = 101
N2 = 4000;

A = 1;
f = 12; % Hz
fs = 8000; % Hz

% Filtrace lineární konvolucí:
```

Zobrazte:

- Frekvenční charakteristiku v dB filtru klouzavých průměrů  $h[n]$
- Impulzní odezvu filtru klouzavých průměrů  $h[n]$
- Vstupní signál  $x[n]$
- Výstupní signál  $y[n]$ , tj. výsledek lineární konvoluce  $y[n] = x[n] * h[n]$

```
% Zobrazení charakteristik:
```

VE VOLNÉM ASE nebo DOMA:

Zvažte, jak by se realizovala výše uvedená filtrace pomocí IIR filtru na bázi exponenciálního zapomínání ( $y[n] = p \cdot y[n-1] + (1-p) \cdot x[n]$ , parametr zapomínání volte  $p = 0.98$ ). Opakujte s filtrem aproximujícím exponenciální zapomínání na bázi FIR filtru s exponenciální impulzovou odezvou konečné délky  $N_1 = 101$  vzorků.

## Cyklická konvoluce

Vypočítejte cyklickou konvoluci mezi posloupnostmi  $x[n]$  a  $h[n]$  pomocí DFT o těchto délkách:

- NDFT =  $N_1 + N_2 - 1$
- NDFT =  $N_2$
- NDFT = 512 (případně kratším, například 256)
- NDFT >  $N_1 + N_2 - 1$

Vykreslete dosažené výsledky na bázi lineární a cyklické konvoluce do jednoho obrázku a vysvětlete pozorované rozdíly.

```
% Výpočet cyklické konvoluce:  
NDFT1 = 512; % Případně 256  
NDFT2 = N2;  
NDFT3 = N1+N2-1;  
% NDFT4 =
```

## Realizace cyklické konvoluce pro dlouhé signály (on-line zpracování)

- Proveďte filtraci na bázi cyklické konvoluce nezávislým zpracováním v **krátkodobých segmentech** délky NDFT = 512 vzorků. Segmentaci realizujte **bez překryvu** a **srovnějte oproti dosažené výsledky na bázi lineární a cyklické konvoluce.**

```
% Cyklická konvoluce po segmentech bez překryvu
```

- Proveďte filtraci na bázi cyklické konvoluce nezávislým zpracováním v krátkodobých segmentech s překryvem na bázi metody **OLS (Overlap-And-Save, tj. metoda uschování přesahu)**. Délka FFT volte oproti NDFT = 512 vzorků a srovnějte oproti dosažené výsledky na bázi lineární a cyklické konvoluce.

```
% Cyklická konvoluce po segmentech s překryvem metodou OLA
```

- Proveďte filtraci na bázi cyklické konvoluce nezávislým zpracováním v krátkodobých segmentech s překryvem na bázi metody **OLA (Overlap-And-Add, tj. metoda překryvu)**. Před FFT volte počet NDFT = 512 vzorků a srovnajte opět dosažené výsledky na bázi lineární a cyklické konvoluce.

```
% Cyklická konvoluce po segmentech s překryvem metodou OLS
```

Zobrazte a srovnajte výstupní signály vypočtené na bázi lineární konvoluce a cyklické konvoluce po segmentech s využitím metody **OLS** i **OLA**.

```
% Srovnání
```

## Modelování dozvuku

Na bázi cyklické konvoluce a metody **OLA** nebo **OLS** realizujte filtraci **modelující signál snímaný v místnosti s tvrdým dozvukem**. Níže odkazované wav-soubory načtete pomocí funkce `audioread`, pro případný poslech uchovejte je například v adresáři `audios` a informujte o vzorkovacím kmitočtu.

Pro naměřenou impulsní odezvu `ir_iim03.wav` (vhodně zkrácenou) a vstupní signál `guitar_dry.wav` zobrazte a srovnajte výstupní signály vypočtené na bázi:

- Lineární konvoluce
- Cyklické konvoluce po segmentech s využitím metody OLA
- Cyklické konvoluce bez překryvu

Srovnajte počítačově zpracované výsledky pro výpočet lineární a cyklické konvoluce na bázi OLA.

Vstupní a výstupní signály srovnajte poslechem.

```
% Modelování dozvuku
% Signál pro filtraci
[sig1, fs] = audioread("guitar_dry.wav");

% Naměřená impulzová odezva
h1 = audioread("ir_iim03.wav");

% Lineární konvoluce

% Cyklická konvoluce OLA

% Cyklická konvoluce bez překryvu

% Srovnání
```

Vyzkoušejte také pro následující signály:

- Impulzní odezvy: [ir\\_iim01.wav](#), [ir\\_iim02.wav](#), [ir\\_betlem.wav](#)
- Zpracovávané signály: [voice\\_dry.wav](#)