
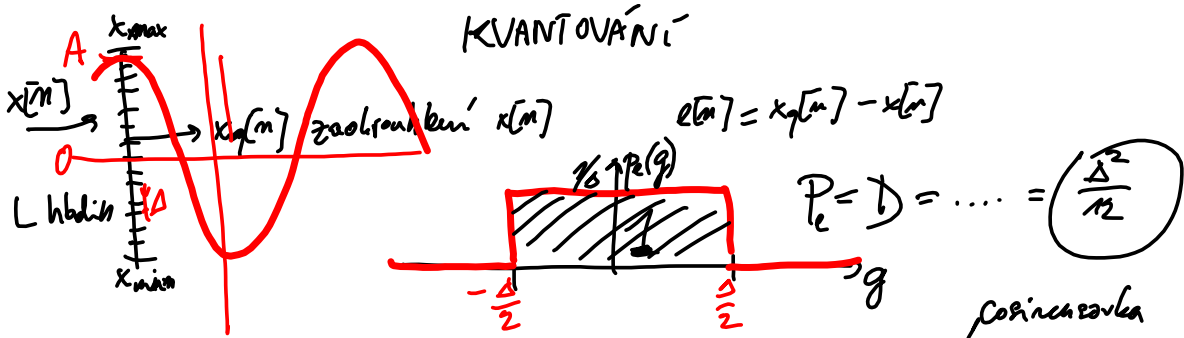


## CO DNES?

- 1) dodělat mi kvantování
- 2) obrázky 
- 3) kde děl signály, ekonšba
- 4) mega-Sonitu!



Jak moc zmírním užitečný signál?  
 poměr signálu k šumu  
 signal-to-noise ratio

$$SNR = 10 \log_{10} \frac{\text{výkon užitečného}}{\text{výkon špatného}} \quad [dB]$$

↑ kvantovací šum

$$P_{\text{zít}} = \frac{A^2}{2} \quad (\text{připosadíme } C_{\text{ef}} = \frac{A}{\sqrt{2}})$$

$$P_{\text{špatný}} = \frac{\Delta^2}{12} = \frac{(\frac{2A}{L})^2}{12} = \frac{4A^2}{12L^2} = \frac{A^2}{3L^2}$$

$$\text{SNR} = 10 \log_{10} \frac{\frac{A^2}{2}}{\frac{A^2}{3L^2}} = 10 \log_{10} \frac{3L^2}{2} = 10 \log_{10} \left( \frac{3 \cdot (2^6)^2}{2} \right) =$$

$$= 10 \log_{10} \frac{3}{2} + 10 \log_{10} 2^{26} = 1,76 + 20 \cdot 6 \log_{10} 2 =$$

$$= 1,76 + 66 \text{ dB}$$

$$\Delta = \frac{2A}{L}$$

$$L = 2^6 \leftarrow \text{počet bitů}$$

$$\log(ab) = \log a + \log b$$

$$(2^x)^y = 2^{xy}$$

$$\log t^k = k \log t$$

Signal processing  machine learning

Kursy: SUI, SUR, CŽSa, BAYa

Magosí: - machine learning  
- audio/speech/text  
- poč. vidění,

BP/DP/vizhu: speech graph Cphoto  
Černochý Hrabant/Hrubis Čadík

Rabo  
Beraň/Rozman

Biometrie  
Drahanský

přímí ultrazvukem  
Jaros

ZK 2.1. odpo 16:20 smž  
16:30 zač.

**SUMMARY ISS**

**Prekvazi analýza**

výstup = možná  
násobná  
kust. sam-  
oproti vstup

čas frekvenc  
e<sup>jωt</sup>

čas → frekv.  
frekv. → čas.

pro přímou a zpětnou transf. se mění  
jeden z obou čísel.

SPJITÝ ČAS	PERIODICKÉ SIG	DISKRÉTNÍ ČAS
$T_1 [s]$ Fourierova řada (FR) základní frekv. $f_1 = \frac{1}{T_1} [Hz]$ základní ω frekv. $\omega_1 = 2\pi f_1 [rad/s]$ $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} c_k e^{+jk\omega_1 t}$ $c_k = \frac{1}{T_1} \int_0^{T_1} x(t) e^{-jk\omega_1 t} dt$	$N$ vzorků [ ] Diskrétní FR - DFR základní norm. frekv. $f_1 = \frac{1}{N} [ ]$ základní norm. ω frekv. $\omega_1 = \frac{2\pi}{N} [rad]$ $\tilde{X}[k] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \tilde{x}[n] e^{+jk\frac{2\pi}{N}}$ $\tilde{x}[k] = \sum_{n=0}^{N-1} \tilde{x}[n] e^{+jk\frac{2\pi}{N}}$	$N$ vzorků [ ] Diskrétní FR - DFR základní norm. frekv. $f_1 = \frac{1}{N} [ ]$ základní norm. ω frekv. $\omega_1 = \frac{2\pi}{N} [rad]$ $\tilde{X}[k] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \tilde{x}[n] e^{+jk\frac{2\pi}{N}}$ $\tilde{x}[k] = \sum_{n=0}^{N-1} \tilde{x}[n] e^{+jk\frac{2\pi}{N}}$
$c_k$ - koeficienty 	$\tilde{x}[k]$ - koeficienty DFR 	$\tilde{x}[k]$ - koeficienty DFR 
Fourierova transf. FT $X(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j\omega t} dt$ $x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(j\omega) e^{+j\omega t} d\omega$ $X(j\omega)$ spektrální funkce	NEPERIODICKÉ $\tilde{X}(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n] \cdot e^{+j\omega n}$ $x[n] = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \tilde{X}(e^{j\omega}) e^{-j\omega n} d\omega$	F.T. s diskretním časem DFT $\tilde{X}(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n] \cdot e^{+j\omega n}$ $x[n] = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \tilde{X}(e^{j\omega}) e^{-j\omega n} d\omega$

**Vlastnosti:**

**Symetrie**  
 $c_k = c_{-k}^*$   
 $X(j\omega) = X^*(-j\omega)$

**Periodicita**  
 $\tilde{X}[k] = \tilde{X}[k + N]$   
 $\tilde{X}(e^{j\omega}) = \tilde{X}(e^{j(\omega + 2\pi)})$

**DFT - DFR boz operacím**

**fft**

$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{-j\frac{2\pi}{N}kn}$   
 $x[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X[k] e^{+j\frac{2\pi}{N}kn}$

násobení ↔ konvoluce  
 periodizace ↔ vzorkování (diskretizace)

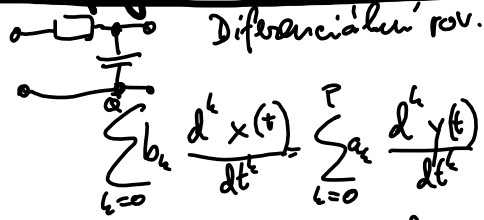
$c_k, X(j\omega), \tilde{X}[k], \tilde{X}(e^{j\omega}), X[k]$

**SPEKTRUM**

# FILTRACE

Spoj. čas

disk. čas



$$\sum_{k=0}^p b_k \frac{d^k x(t)}{dt^k} = \sum_{k=0}^p a_k \frac{d^k y(t)}{dt^k}$$

↓ Laplace transform

$$H(s) = \frac{\sum_{k=0}^p b_k s^k}{\sum_{k=0}^p a_k s^k}$$

Průběhové funkce  
s-komplex. proměnná

↓ faktorizace (hledání kořenů)

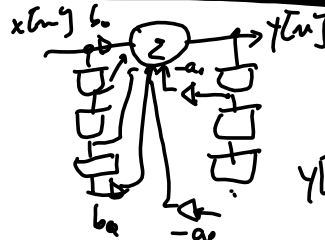
$$H(s) = \frac{(s-n_1)(s-n_2)\dots(s-n_m)}{(s-p_1)\dots(s-p_r)}$$

ulava body

Stabilita:  $\text{Re } p < 0$

$$H(j\omega) = H(s) \Big|_{s \rightarrow j\omega}$$

freqs



$$y[n] = \sum_{k=0}^p b_k x[n-k] - \sum_{k=1}^p a_k y[n-k]$$

↓ z-transformace

$$H(z) = \frac{\sum_{k=0}^p b_k z^{-k}}{1 + \sum_{k=1}^p a_k z^{-k}}$$

z - komplex. proměnná

↓ faktorizace

$$H(z) = \frac{(z-m_1)\dots(z-m_m)}{(z-p_1)\dots(z-p_r)}$$

Stabilita  $|p| < 1$

$$H(e^{j\omega}) = H(z) \Big|_{z \rightarrow e^{j\omega}}$$

freqz

