Adaptivní kalibrace “impulsgeberu”

Kamil Dedecius

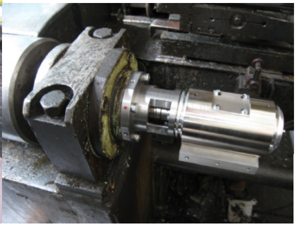
Ústav teorie informace a automatizace

Oddělení adapt. systémů

Úvod

Impulsgeber

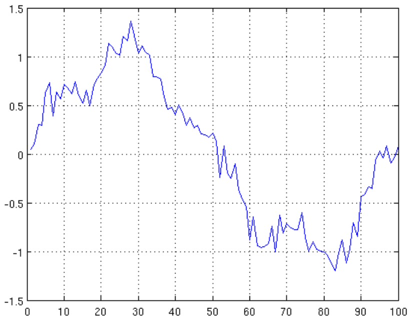
- zařízení k měření úhlové rychlosti rotujících zařízení
- používá se zejména v průmyslových aplikacích


- trpí řadou nectností
- . . . nesouosost, ovalita, vady ložisek, nepřesnost střídy PWM atd.

Úvod

Příklad výsledného signálu (velmi zjednodušeno)



Všechny nectnosti soustavy se projeví na výsledném signálu. Chyby jsou korelované, nízkofrekvenční jsou na delších oknech stálé (relativně pomalá proměnnost).

Ideálem je vyfiltrovat opět čistou sinusovku.

Navrhovaná řešení

Navrhovaná řešení

- Fourierova transformace (FFT)
  - Zamítnuto – problém nekonečného okna
- Krátkodobá Fourierova transformace (SFTF)
  - Viz dále
- Waveletová analýza
  - Viz dále
- $+$ Bayesovský aparát pro adaptivitu

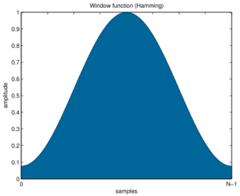
STFT

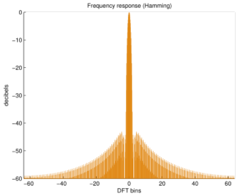
Krátkodobá Fourierova transformace

- Rozklad do prostoru s unitární bází tvořenou vektory $e^{-2\pi ik/n}$.
- Cíl: lokalizace frekvence v čase
- Narozdíl od klasické FT využívá plovoucí okno fixní délky.

$$x_w(\tau) = \int_{-\tau/2}^{\tau/2} w(\tau - t)x(t)dt$$

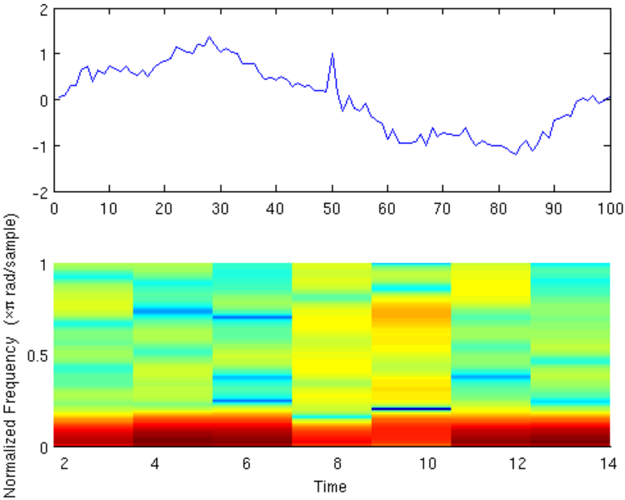
- Nutnost volit vhodné okno (obdélníkové, Hammingovo, Hannovo...), jeho délku, překryv atd.
- Heisenberg to ale stejně zkazí ;)





STFT

Příklad

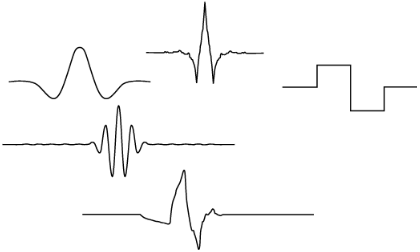


Zamítnuto

Wavelety

Wavelet

- operace dilatace (škálování), translace
- vlastnosti



$$E = \int_{-\infty}^{\infty} |\psi(t)|^2 dt < \infty$$

$$c_g = \int_{0}^{\infty} \frac{\hat{\psi}(f)}{f} df < \infty$$

CWT: $$T(a,b) = w(a) \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \psi^* \left(\frac{t-b}{a} \right) dt$$

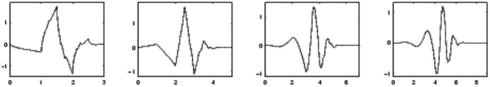
ICWT: $$x(t) = \frac{1}{c_g} \int_{\infty}^{\infty} \int_{0}^{\infty} \frac{T(a,b)}{a^2} \psi \left(\frac{t-b}{a} \right) dadb$$

Omezíme-li nosič a resp. b, můžeme ze signálu extrahovat pouze žádoucí složky (jenže to u CWT není triviální).

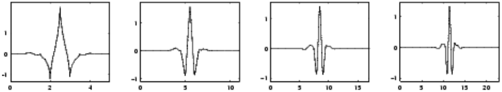
Wavelety

Aplikace na “impulsgeber”

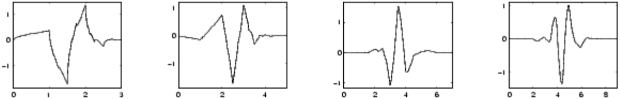
- Předpokládáme sinusový signál, reprezentovatelný polynomem vyššího stupně.
- ⇒ Daubechieové wavelety s vyššími nulovými momenty (D4 a výše).
  - Kompaktní nosič, vysoké nulové momenty k jejich velikosti, ortogonální (CWT, DWT).



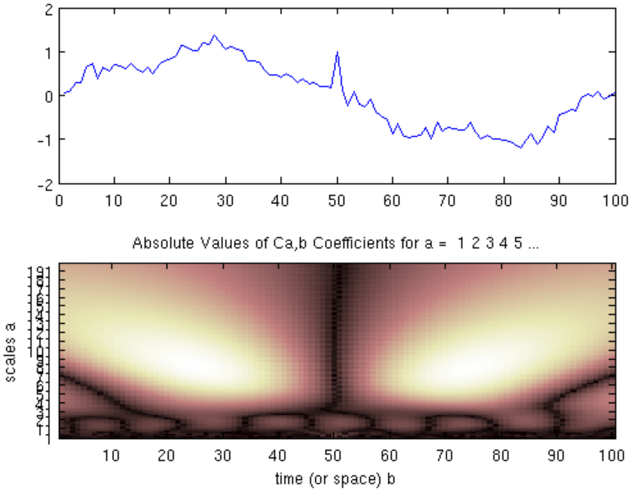
- ⇒ symetrie – Daubechiové coiflety



- ⇒ . . . nebo symlety



Příklad


2
1
0
-1
-2
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
Absolute Values of Ca,b Coefficients for a = 1 2 3 4 5 ...
scales a
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
time (or space) b

Wavelety

- CWT je náročné (a výpočetně je to stejně DWT)
- DWT má následující optimalizace:
  - MRA – multiresolution analysis (půlení spektra v každém kroku)
  - WP – wavelet packets (hledání optimální struktury)
  - vždy se hledá minimální obal (dimenze) a potlačuje redundance (Haarova báze. . .)

- Doposud by to šlo relativně snadno. . .
- . . . jenže:
- nelze dosáhnout stálé úhlové rychlosti na "impulsgeberu"
- ideálem by bylo kalibrovat za běhu
- problém vysoké rychlosti (lookup table)
- $\Rightarrow$ prostor pro Bayesovství