Riadenie a Umelá Inteligencia

Cvičenie č. 1

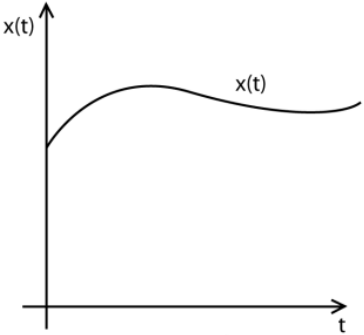
doc. Ing. Anna Jadlovská, PhD.,

Katedra kybernetiky a umelej inteligencie
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Technická univerzita v Košiciach

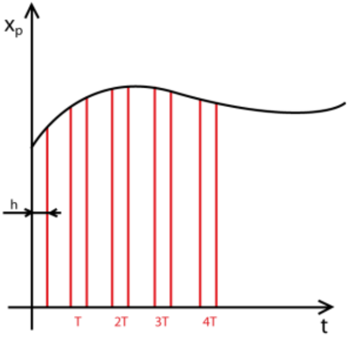
LS 2015/2016

Základné pojmy pre opis diskrétnych systémov

- Diskrétny signál - postupnosť impulzov v určitých časových okamihoch
- v diskrétnych systémoch riadenia sa využíva amplitúdovo-impulzná (A-I) modulácia, ktorá vedie na lineárne vzťahy
- na generovanie A-I modulovaného signálu sa používa spínač (vzorkovač A/Č), ktorý je spínaný s periódou T_{VZ}, $T_{VZ} = T$, $h << T$

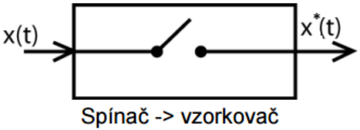


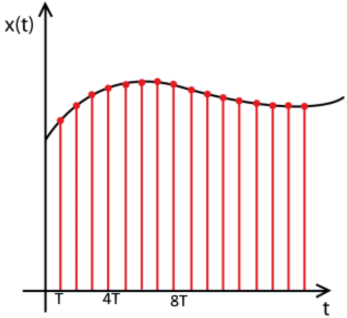
a) spojitý signál



b) diskrétny signál - postupnosť impulzov

Základné pojmy pre opis diskrétnych systémov





Na vstupe vzorkovača je spojitý signál a na výstupe je diskrétny signál

Základné pojmy pre opis diskrétnych systémov

- Diskrétna funkcia - postupnosť impulzov v okamihoch vzorkovania kT, k = 0,1,2,...

$$x^*(t) = x(kT), k = 0, 1, 2, \dots$$
$$x^*(t) = 0, kT < t < (k+1)T \tag{1}$$

- Diracov impulz $\delta(t)$ je definovaný ako:

$$\delta(t) = 0, t \neq 0$$
$$\delta(t) = \infty, t = 0 \tag{2}$$

pričom platí:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t)dt = 1 \tag{3}$$

Diracov impulz je limitným prípadom impulzu šírky h s plochou *1* (t.j výškou *1*/h).

Základné pojmy pre opis diskrétnych systémov

Skutočným diskrétnym signálom (postupnosť reálnych impulzov šírky h) aproximujeme IDEÁLNY diskrétny signál, a to postupnosťou ideálnych Diracových impulzov modulovaných okamžitými hodnotami užitočného signálu:

$$x^*(t) = \sum_{k=0}^{\infty} x(kT)\delta(t - kT), \tag{4}$$

kde

- $x^*(t)$ - výstup zo vzorkovača
- x(kT) - váhovanie
- $\delta(t - kT)$ - Diracov impulz

Po vzorkovači nasleduje člen s lineárnou prenosovou funkciou $G(s) = \frac{B(s)}{A(s)}$

Laplaceova transformácia diskrétneho signálu

Lineárny diskrétny obvod - Z-transformácia (diskrétna LT)

$$X^*(s) = \mathcal{L}\{x^*(t)\} = \int_0^\infty x^*(t)e^{-st}dt = \int_0^\infty \sum_{k=0}^\infty x(kT)\delta(t-kT)e^{-st}dt =$$
$$= \sum_{k=0}^\infty \int_0^\infty x(kT)\delta(t-kT)e^{-st}dt = \sum_{k=0}^\infty x(kT)\int_0^\infty \delta(t-kT)e^{-st}dt =$$
$$= \sum_{k=0}^\infty x(kT)e^{-skT} \Rightarrow \qquad X^*(s) = \sum_{k=0}^\infty x(kT)e^{-skT} \tag{5}$$

Z-transformácia: po označení $z = e^{sT}$ dostávame:

$$Z\{x^*(t)\} = Z\{x(kT)\} = \sum_{k=0}^\infty x(kT)z^{-k} \tag{6}$$

Výber periódy vzorkovania

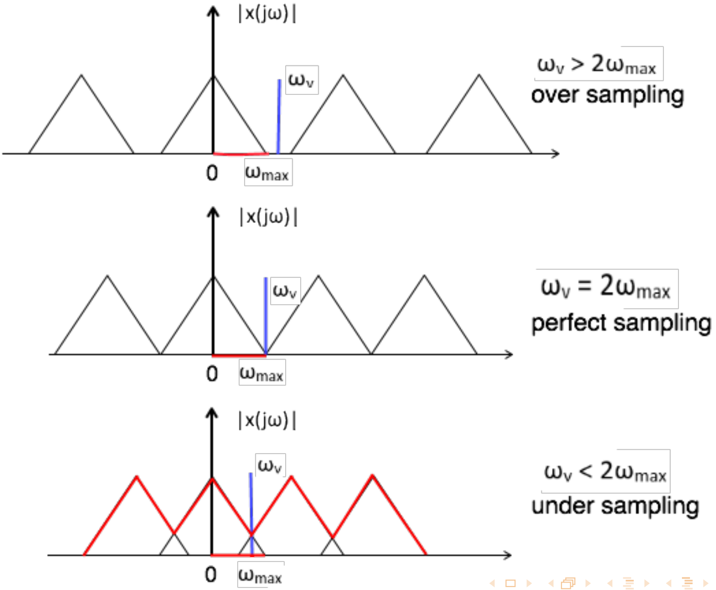
výber periódy vzorkovania je dôležitý parameter vplyvu na kvalitu a stabilitu diskrétneho regulačného obvodu:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \tag{7}$$

vplyv periódy vzorkovania na kvalitu riadenia nie je možné jednoduchým spôsobom vyjadriť, na stabilitu však áno
Frekvenčné spektrum diskrétneho reg. obvodu – jednoznačnosť výberu periódy vzorkovania
Princíp : vyjadrenie Diracových funkcií rozvojom do Fourierovho exponeciálneho radu:

$$F\{x(t)\} = X(j\omega) \tag{8}$$

Frekvenčná oblasť - frekvenčné spektrum



Shannonova – Kotelnikova teoréma:

Aby sme úplne poznali signál, ktorého najvyššia frekvencia je max postačuje merať jeho hodnoty v časových okamihoch vzdialených od seba o pol periódy kmitu najvyššej frekvencie:

$$T = \frac{1}{2}\frac{2\pi}{\omega_{max}} \tag{9}$$

Ak

$$\omega_v > 2\omega_{max} \tag{10}$$

cez spínač sa prenesie celé základné frekvenčné pásmo neskreslene.
Ak

$$\omega_v < 2\omega_{max} \tag{11}$$

cez spínač sa neprenesie ani základné pásmo v pôvodnom tvare a k amplitúdam najvyšších frekvencií základného pásma sa pridávajú amplitúdy z nasledujúceho pásma – výsledkom je skreslený tvar výstupného signálu zo vzorkovača.

Shannonova – Kotelnikova teoréma:

Ak platí pre Fourierov obraz $X(j\omega)$ signálu $x(t)$, že $X(j\omega) = 0$ pre $\omega >= \omega_{max}$ potom $x(t)$ je jednoznačne určený z diskrétnych vzoriek $x(kT)$, $k = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots$ kde $T <= \dfrac{\pi}{\omega_{max}}$ teda $\omega_v >= 2\omega_{max}$

Splnenie podmienky $\omega_v >= 2\omega_{max}$ zabezpečuje, že frekvenčné spektra sa navzájom neprekrývajú
Ak má signál neohraničené frekvenčné spektrum, pristupujeme k empirickej voľbe periódy vzorkovania:

Empirická voľba periódy vzorkovania:

- z doby regulácie T_{reg} : $T \sim \left(\frac{1}{15} - \frac{1}{6}\right) T_{reg}$
- z nevykompenzovaných časových konštánt $T \sim \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{4}\right) T_S, \quad T_S = \sum T_i$ procesu

Voľba periódy vzorkovania

Z praktického hľadiska sa pri výbere periódy vzorkovania v regulačnom obvode berie do úvahy viacero protichodných faktorov:

- typ algoritmu riadenia, požadovaná kvalita riadenia
- dynamika riadeného procesu
- frekvenčné spektrum porúch
- akčný člen a jeho pohon, použité meracie zariadenia
- výpočtové nároky na regulačný obvod
- identifikovaný model riadeného procesu