

Zadanie RMS č.4 : Mostový žeriav - reálny

Niki Popara 11.12.2021



Obsah

Zadanie:	2
Popis riešenia	3
Identifikácia	
Úvodná teória	4
Identifikácia vozíka	4
Identifikácia bremena	7
Simulačný model získaný z identifikácie	8
Návrh vybranej riadiacej štruktúry polohy bremena žeriavu	8
Simulačné overenie kvality riadenia pre navrhnutý typ regulátora	10
Štvorec ABCD	11
Vplyv poruchy	13
Záver	
7.droje	14



Zadanie:

Identifikujte reálny žeriav z nameraných údajov. Navrhnite model žeriava. Navrhnite riadiacú štruktúru

pre polohovanie bremena žeriavu a overte na modeli.

Simulačne overte na modeli žeriava vlastnosti navrhnutého riešenia. Vypracujte písomný referát.

Úloha:

- 1. Identifikácia reálnej sústavy žeriava z nameraných údajov.
- 2. Simulačný model získaný z identifikácie.
- 3. Návrh vybranej riadiacej štruktúry polohy bremena žeriavu a overenie na simulačnom modeli.
- 4. Simulačné overenie kvality riadenia pre navrhnutý typ regulátora pomocou trajektórie Štvorec ABCD A[0.1, 0.1], B[0.3, 0.1], C[0.3, 0.3], D[0.1, 0.3] [m]. Čas celkového polohovania < 1 minúta.
- 5. Simulačne vplyv poruchy (napr. úder rukou do bremena, vplyv ventilátora na bremeno).
- 6. Vyhodnotenie dosiahnutých výsledkov.
- 7. Uveďte použitú literatúru.

Opis riadeného systému Žeriav pozostáva z polohovacieho mechanizmu, z výkonovej jednotky, jednosmerného motora s

prevodovkou, IRC snímača polohy pojazdu a snímača výchylky kyvadla.

Mechanické obmedzenie polohovacieho mechanizmu v osi X: <0, 0.499m>

Mechanické obmedzenie polohovacieho mechanizmu v osi Y: <0, 0.629m>

Signál vstupujúci z PC do meniča: u(t) = <-1,1>.

Rozlišovacia schopnosť IRC snímača výchylky bremena: 15e-4 [rad]

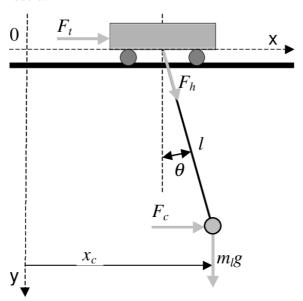
Rozlišovacia schopnosť IRC snímača polohy vozíka: 5.8157e-5 [m]

Perióda vzorkovania: Tvz=10 ms.



Popis riešenia

Jedná sa o systém, ktorý má viac výstupov ako vstupov. V prípade ak je žeriavu dodaný impulz tak sa začne pohybovať a popri tom rozkýva visiace bremeno. Rovnice reprezentujúce daný systém sú získane pomocou Lagrangeovej metódy. Na Obr. 1 je uvedený 2-D model. Avšak 3-D model sa môže získať pomocou spojenia dvoch 2-D modelov. V tomto prípade bola použitá práve táto reprezentácia 3-D modelu.



Obr. 1: Schéma systému

Fyzikálna reprezentácia žeriava resp. pohybové rovnice. [1]

$$(m1+m2)\ddot{x} + m1l\ddot{\theta}\cos\theta - m1l\dot{\theta}^2\sin\theta + B\dot{x} = F \tag{1}$$

$$m1l^2\ddot{\theta} + m1l\ddot{x}cos\theta + m1glsin\theta = 0 \tag{2}$$

kde m1 a m2 sú hmotnosti, l je dĺžka lana, horizontálna poloha vozíka, uhol bremena, B tlmenie a F sila

Rovnica vozíka

$$G = \frac{1}{s} \frac{K}{Ts+1} \tag{3}$$

Rovnica bremena

$$G = \frac{Kv*\omega^2}{s^2 + 2\omega bs + \omega^2} \tag{4}$$

V prvom rade je potrebné identifikovať systém na základe zadaných vstupno výstupných dát. Po získaní štimovaného modelu sa môže prejsť na návrh riadenia celého systému pomocou dvoch 2-D systémov. Regulácia je umožnená pomocou PID riadenia polohy a PID riadenia bremena resp. kompenzovanie pre kmitu bremena. Následne sa odsimuluje riadenie žeriava po trajektórií štvorca s cieľom čo najmenších pre kmitov.



Identifikácia

Úvodná teória

Identifikácia slúži na modelovanie reálneho modelu. Pri identifikácií vytvoríme model, ktorý napodobňuje systém a hlavne pre nás doležíté vlastnosti tohto daného systému. Identifikácia využíva dáta na vytvorenie modelu dynamického systému namiesto využívania fyziky. Identifikácia systému sa môže aplikovať pre lineárny systém, nelineárny systém a online systém.

Model je zjednodušeným systémom reálneho systému. Dôležité je aby namodelovaný systém bol schopný zachytiť pre nás potrebné vlastnosti. Ďalej sa tento namodelovaný systém môže použiť na riadenie, destináciu výstupu alebo na simuláciu daného systému.

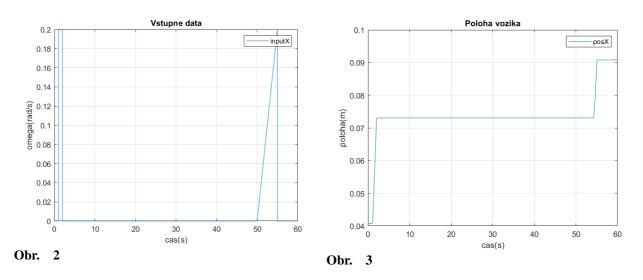
Vytváranie modelu môže byť uskutočnené pomocou niekoľkých spôsobov. Spôsob identifikácie sa vyberá na základe toho čo vieme o reálnom systéme. V prípade ak vieme parametre a fyzikálnu reprezentáciu tak hovoríme o white box metóde. V prípade ak nevieme nič o danom systéme hovoríme o black box metóde. Príkladom black box metódy sú Neurónové siete. V prípade ak poznáme fyzikálnu podstatu systému ale nevieme jeho parametre tak hovoríme o gray box metóde.

Identifikácia vozíka

Na identifikáciu systému boli použité vstupno výstupné dáta. Vstupom bola rýchlosť na Obr. 2 a výstupom poloha vozíka na Obr. 2. Na identifikáciu daného systému sa najprv uväzoval lineárny systém a následne sa doplnil o nelinearity. Vďaka nelinearitám sa model priblížil k reálnemu systému (nikdy nie je schopný ho plne reprezentovať). Na modelovanie daného systému sa použila prechodová funkcia bez nuly a s jedným pólom. Využitá metóda na identifikáciu v tomto prípade bola pomocou 63.2 % hodnoty z maximálnej ustálenej:

$$F = \frac{K}{Ts+1} \tag{5}$$

kde K je zosilnenie T je časová konštanta. Časová konštanta je 0.02 s a K je rovné 0.17



Ďalšou možnosťou identifikácie je zvolenie K ako ustálenej hodnoty a výpočet časovej konštanty nasledovne:

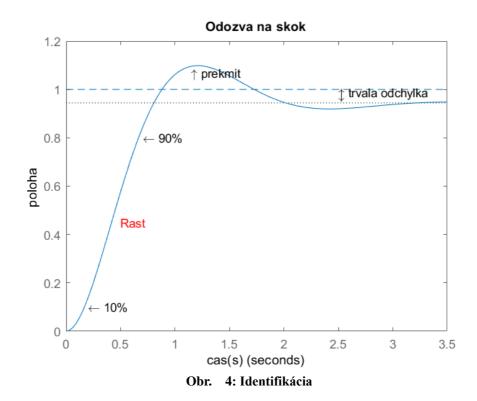


$$0.1K = K(1 - e^{\tau t \cdot 1}) \tag{6}$$

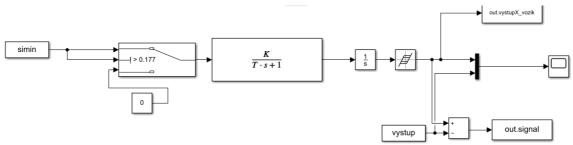
$$0.9K = K(1 - e^{\tau t2}) \tag{7}$$

$$\tau = K/(t2 - t1) \tag{8}$$

Na Obr. 3 je uvedená teória k identifikácií. Podobne sa postupovalo aj pri riešení nášho problému. Pri identifikácií sa získali hodnoty 0.9K a 0.1K z oblasti rastu a dbalo sa na to aby sa nevyskytovala trvalá odchýlka. Tento obrázok sa uplatnil aj pri riadení daného systému, kde sme chceli zamedzil prekmitu a trvalej odchýlke.



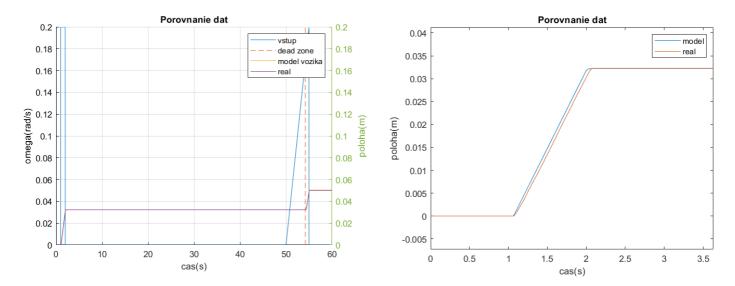
Model pre vozík bol vytvorený pomocou prechodovej funkcie, ktorá bola následne doplnená o nelinearity *dead zone* a *backlash*.



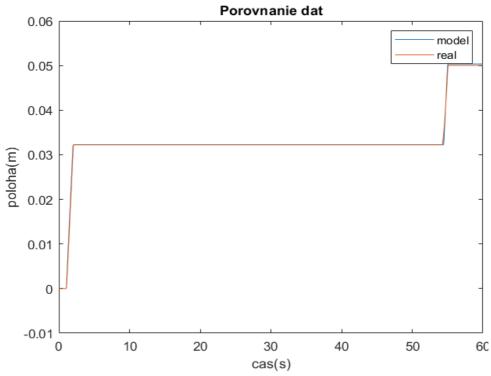
Obr. 5: Model vozík



Identifikácia Vozíka



Obr. 6: Identifikácia

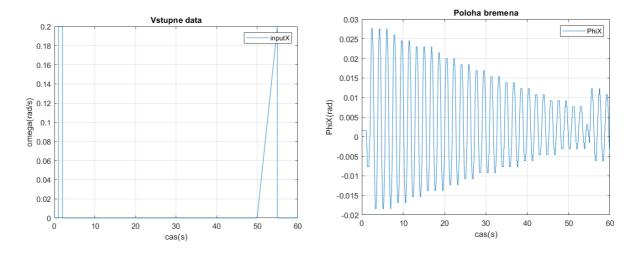


Obr. 7: Identifikácia celé



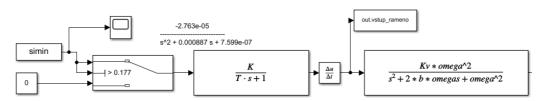
Identifikácia bremena

Pre identifikáciu bremena bol použitý identification toolbox v matlabe. Taktiež bolo vyskúšané využitie Genetických algoritmov ale v tomto prípade boli lepšie a rýchlejšie výsledky pomocou matlabovského toolboxu. Na Obr. 8 sú zobrazene poskytnuté dáta na identifikáciu.

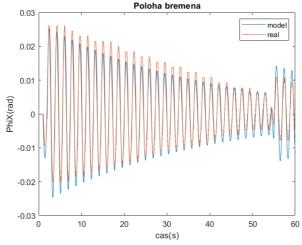


Obr. 8: Dáta na identifikaciu

Simulinkovký model pre bremeno je na Obr. 9. Časová konštanta je 0.02 s a K je rovne 0.17, omega je 3.4799 rad/s a tlmenie je 0.0078. Kv nadobúda hodnotu -0.1107.



Obr. 9: Model bremeno

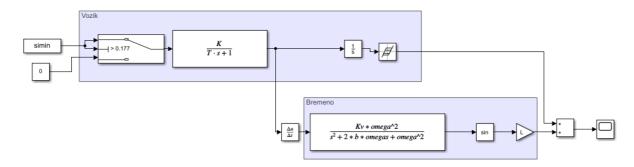


Obr. 10: Dáta z modelu



Simulačný model získaný z identifikácie

Model žeriavu s bremenom je na Obr. 11

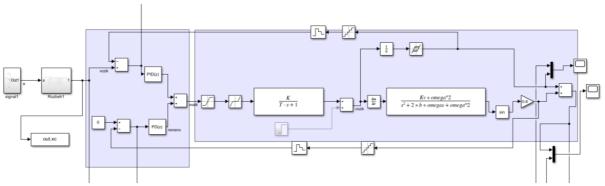


Obr. 11: Model celé

Návrh vybranej riadiacej štruktúry polohy bremena žeriavu

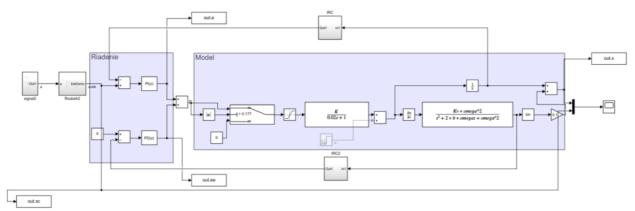
Na návrh parametrov PID regulátora polohy vozíka a regulácie prekmitu bremena bola použitá metóda Genetického algoritmu a ručné hľadanie vhodných parametrov. Pri použití genetického algoritmu sa použil model z minulého cvičenia. Pri manuálnom hľadaní sa najprv pomocou P regulátora navrhovalo riadenie pre vozík a postupne sa dodávali ďalšie zložky. Po získaní vhodnej regulácie vozíka sa postupovalo s reguláciou bremena. Na Obr. 12 je regulácia c. 1, ktorá mala len malé oscilácie pri riadení. Ďalej regulácia c. 2 na Obr. 13 je získaná pomocou manuálnej metódy hľadania PID hodnôt. A Ďalej regulácia c. 3 bola zvolená pomocou Genetického algoritmu.

Regulácia	Kp1	Ki1	Kd1	Kp2	Ki2	Kd2
1	360.8781	60.2976	69.86	239.97		70.822
2	100	40		10		0.3
3	111	90		4	170	

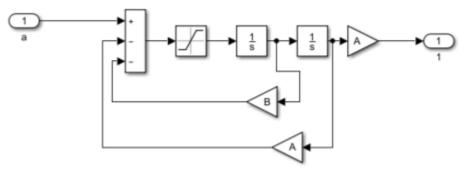


Obr. 12 Regulácia 1





Obr. 13 Regulácia 2 a 3



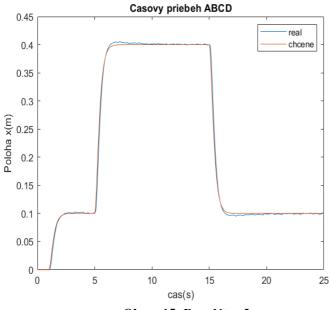
Obr. 14 Korekcia vstupu

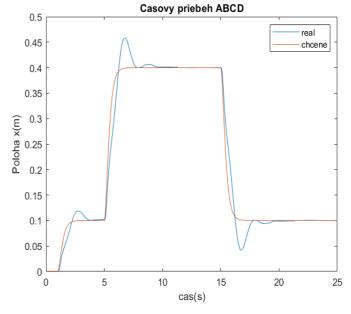
Model bol najprv vytvorený ako lineárny a spojitý systém. Následne sa vďaka identifikácií získali nelinearity a model sa doplnil. Po doplnení nelinearit model bol schopný viac reprezentovať systém žeriav + bremeno. Model doplnený o nelinearity bol regulovaný pomocou spojitého riadenia 3 druhou PID regulátorov a ich kombináciou viď tabuľku. Spojité riadenie bolo nahradene diskrétnym riadením a IRC snímačmi.



Simulačné overenie kvality riadenia pre navrhnutý typ regulátora

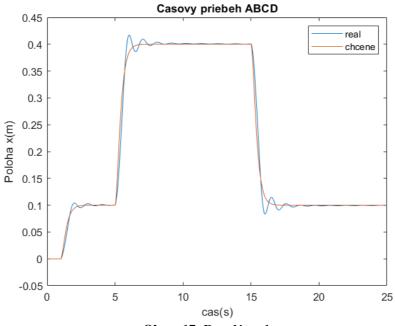
Porovnanie jednotlivých regulátorov v časovej oblasti. Najlepším je regulátor 2. Neobsahuje veľký prekmit ale obsahuje malé oscilácie počas celej regulácie.





Obr. 15: Regulátor 2

Obr. 16: Regulátor 3

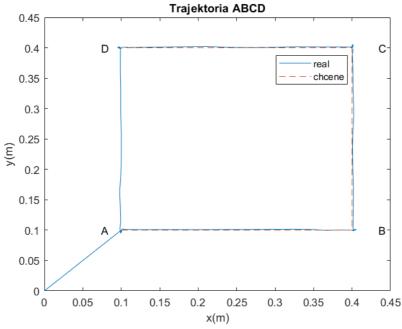


Obr. 17: Regulátor 1

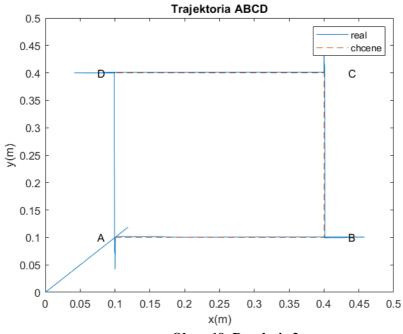


Štvorec ABCD

Vykreslenie trajektórie ABCD pomocou simulačného modelu. Najlepším regulátorom je reg. 1 a reg. 2.

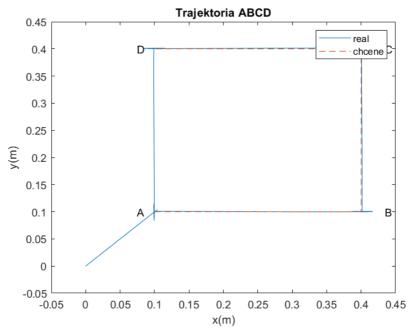


Obr. 18: Regulácia 2

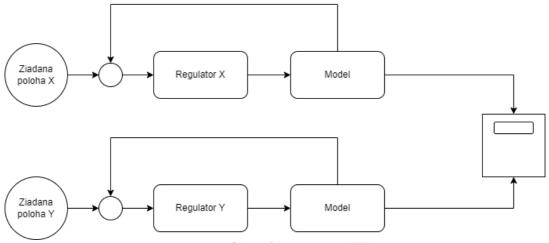


Obr. 19: Regulacia 3





Obr. 20: Regulácia 1

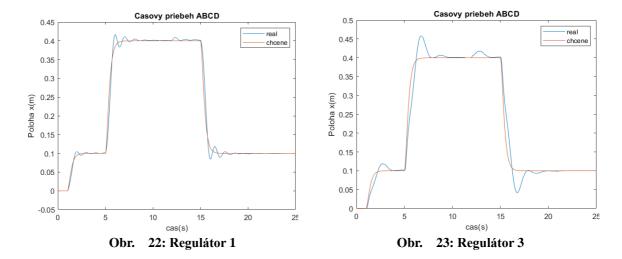


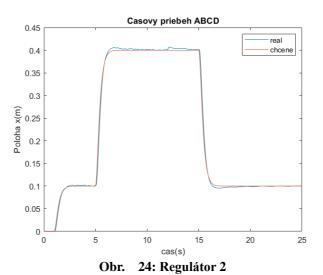
Obr. 21: Regulátor XY



Vplyv poruchy

Porucha bola implementovaná v podobe skokovej zmeny napr. niekto by vychýlil bremeno.







Záver

Projekt sa zaoberal v prvej časti identifikáciou reálneho systému. Cieľom bolo vytvoriť model, ktorý by bol schopný čo najpresnejšie reprezentovať reálny systé. V prvej časti sa identifikoval vozík pomocou vstupno-výstupných dát a prechodovej funkcie. Podobne sa postupovalo aj pri identifikácií parametrov prenosovej funkcie bremena. S identifikovaným modelom sa postupovalo k regulácií žeriavu prostredníctvom PID regulátora vozíka a PID regulátora bremena. Vytvorili sa tri regulačné štruktúry, ktoré sa následne porovnali. Najlepšia regulačná štruktúra bola reg. 2. Naopak najhoršou regulačnou štruktúrou bola reg. 3. Všetky tri regulátory boli schopné reagovať na poruchu.

Zdroje

Prednášky a cvičenia

[1] LI, X., B. S. LIM, J. H. ZHOU, S. HUANG, S. J. PHUA, K. C. SHAW a M. J. ER. Fuzzy neural network modelling for tool wear estimation in dry milling operation. *Annual Conference of the Prognostics and Health Management Society, PHM 2009* [online]. 2009, 1–11 [vid. 2021-04-26]. Dostupné z: https://papers.phmsociety.org/index.php/phmconf/article/view/1403