

Zadanie RMS č.3 : Kyvadlo na pojazde

Niki Popara 14.11.2021



Zadanie:

Navrhnite simulačný model kyvadla na pojazde a k nemu navrhnite riadiaci systém polohy konca kyvadla.

Úlohy:

- 1) Vytvorte matematický model všeobecného kyvadla na pojazde (v jednej osi) . Parametre systému si zvoľte ľubovoľné.
- 2) Simulačne overte funkčnosť modelu.
- 3) Navrhnite aspoň dva polohové riadiace systémy pre polohovanie kyvadla na pojazde.
- 4) Simulačne overte riadenie pre rôzne zmeny polohy a rôzne poruchy.
- 5) Vyhodnoď te dosiahnuté výsledky.
- 6) Uveďte použitá literatúru.

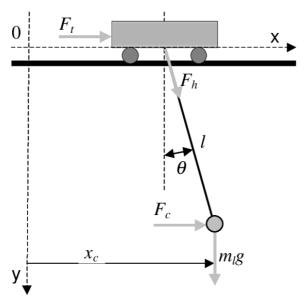
Zvolené parameter:

Označenie	Hodnota		Názov
g	9,81	Nm	Gravitačne zrýchlenie
T _m	3	S	Časová konštanta
b	0,01	Nm/rad/s	Tlmenie na kĺbe ramena
I	3	m	Dĺžka bremena
Α	21		
В	9.18		
Jerk	6		Zmena zrýchlenia
N _{el}	10 000	imp/ot	Počet impulzov IRC na jednu otáčku po štvornásobení
T _{vz}	1	ms	Perióda vzorkovania

1. Popis riešenia

Model bez regulácie bol zvolený na obrázku nižšie. Po simulácií modelu bez regulácie sme dostali nasledovné grafy. Cieľom je regulovať daný systém (vozík + kyvadlo resp. bremeno).





Obr. 1: Schéma systému

Rovnica vozíka

$$G = \frac{1}{s} \frac{1}{Tms + 1}$$

Rovnica bremena

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

Výpočet pre bremeno

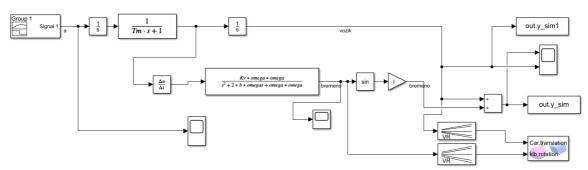
$$\omega = \sqrt{g/l}$$

$$Kv = -1/g$$

$$Kv = -1/c$$

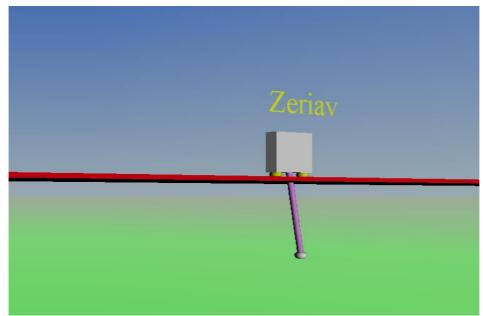
b = 0.01

Model bez riadenia v simulinku



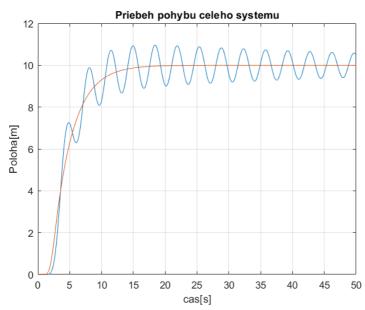
Obr. 2: Schéma





Obr. 3: Simulácia a animácia v matlabe

Výstup:



Obr. 4: Priebeh

Riadenie

Pomocou dvoch regulátorov založených na princípe PID regulátoru a jeho kombináciách. Jednotlivé parametre regulátora boli získané pomocou genetického algoritmu. Genetický algoritmus bol navrhnutý v matlabe. Výhodou genetického algoritmu je jeho adaptívnosť. Po navrhnutí algoritmu nie je potrebné pri zmene systému znova odvodzovať rovnice ako je to v prípade metódy Pole placement. Taktiež v prípade polynómu vyšších rádov ako 4 je metóda pole placement nevýhodná kvôli zložitosti odvodzovania rovníc pre výpočet parametrov PID regulátora.



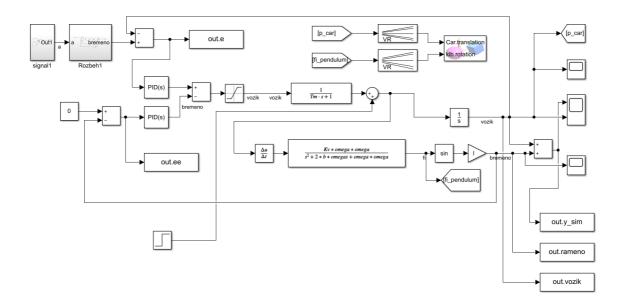
Popis metódy GA:

V prípade tohto riešenia boli zvolené nastavenia GA nasledovne. Miera mutácie bola zvolená na 10 %. Počet generácií resp. cyklov bol 50. Veľkosť jednej populácie bola zvolená na hodnotu 25 a veľkosť jedného reťazca sa menila v závislosti zvoleného regulátora. V prípade PID regulátora vozíka a PID regulátora bremena by mal reťazec veľkosť 6. Každý prvok reprezentuje jeden parameter regulátora. Ďalšou dôležitou zložkou GA je fitness funkcia, ktorej úlohou je vyhodnotiť vhodnosť daných parametrov PID regulátora. V tomto prípade bola zvolená fitness funkcia ako plocha medzi žiadaným priebehom a dosiahnutým. V simulinku sa použila funkcia to. Workspace, ktorá dodávala hodnoty rozdielom medzi nameranou polohy bremena a nulou a to isté platilo pre nameranú hodnotu polohy vozíka a požadovanej polohy vozíka. Kvôli správnosti výpočtu bolo potrebné si nastaviť v simulinku fix-step size.

Tvar fitness funkcie:

$$F = \sum |e1| + v * \sum |e2|$$

2. Spojité riadenie



Obr. 5: Schéma

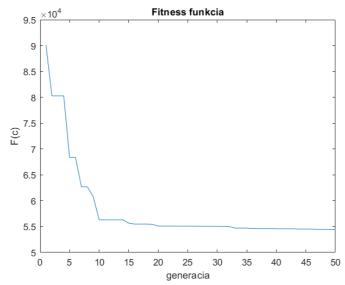
2.1. Spojitý regulátor PDPI

V Prvom prípade sa použilo riadenie prostredníctvom PD a PI regulátora. PD regulátor pre vozík a PI regulátor pre bremeno. Regulácia nie je úplne optimálna nakoľko sa nachádza malá oscilácia systému. Avšak za krátky čas sa táto oscilácia stlmí na požadovanú hodnotu (približne optimálnu hodnotu).

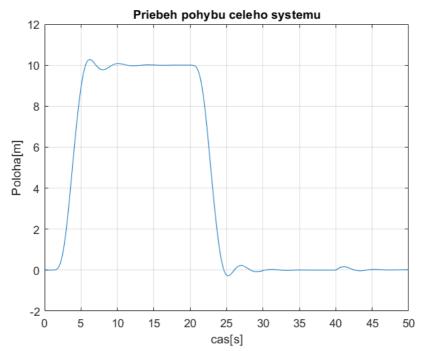


Hodnoty regulátora:

Č.	P	Ι	D
Vozík	29.9304	0	36.7652
Bremeno	38.1358	0.7314	0

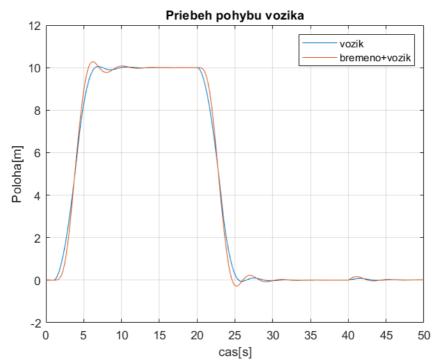


Obr. 6: Fitness

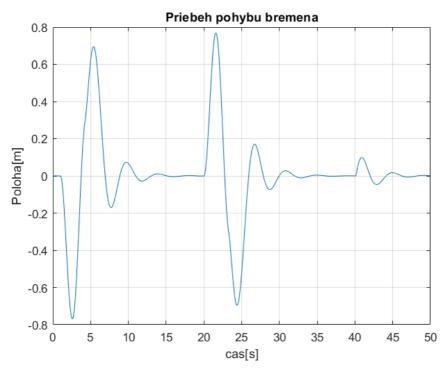


Obr. 7: Simulácia





Obr. 8: Simulácia



Obr. 9: Simulácia

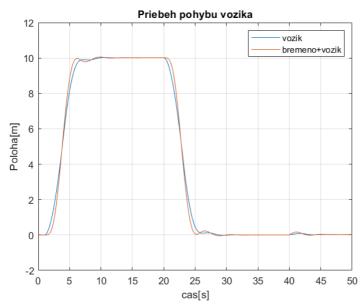


1.1. Spojitý regulátor PDPI

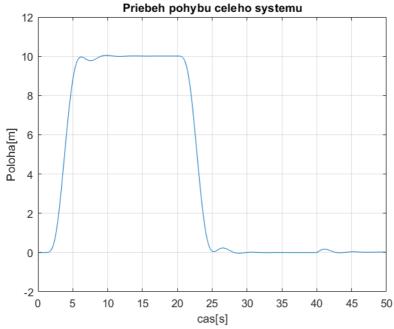
V tomto prípade sa použilo riadenie prostredníctvom PID a PI regulátora. PID regulátor pre vozík a PI regulátor pre bremeno. Regulácia neobsahuje prekmit nad požadovanú polohu avšak bremenu trvá dlhšie docieliť požadovanú polohu. Pohyb je plynulí.

Hodnoty regulátora:

Č.	P	I	D
Vozík	19.7448	0.0100	27.9719
Bremeno	28.7800	1.7600	0

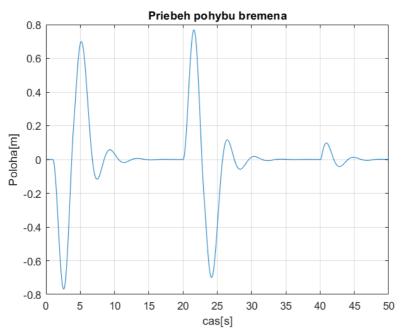


Obr. 10: Simulácia



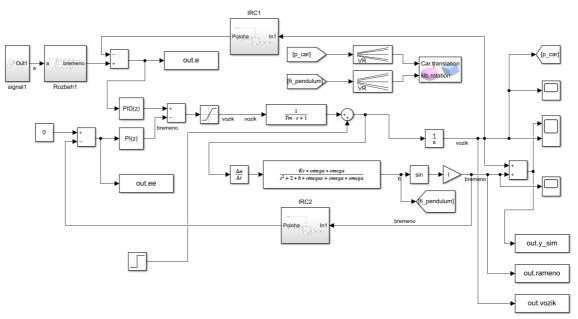
Obr. 11: Simulácia





Obr. 12: Simulácia

3. Diskrétne riadenie

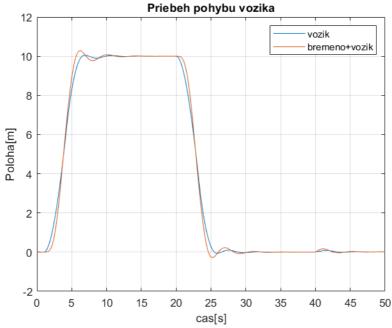


Obr. 13: Schéma

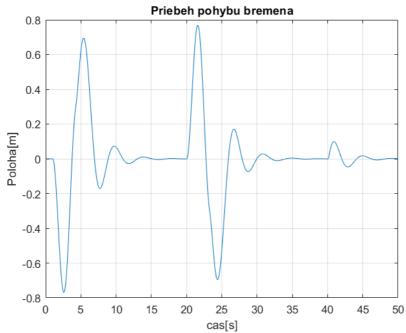


3.1. Regulátor PDPI

Hodnoty sú rovnaké ako pri spojitom riadení



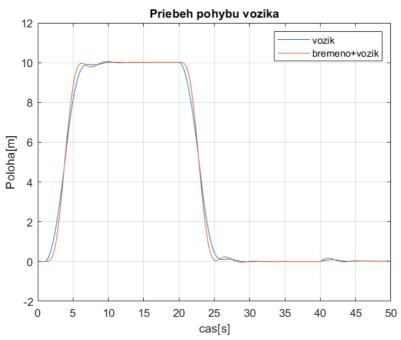
Obr. 14: Simulácia



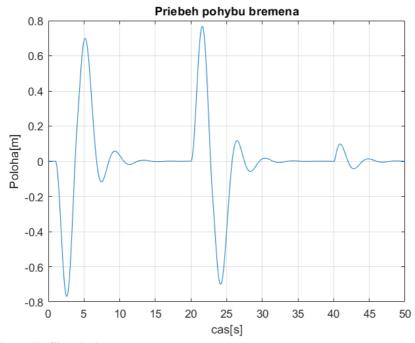
Obr. 15: Simulácia



3.2. Regulátor PIDPI



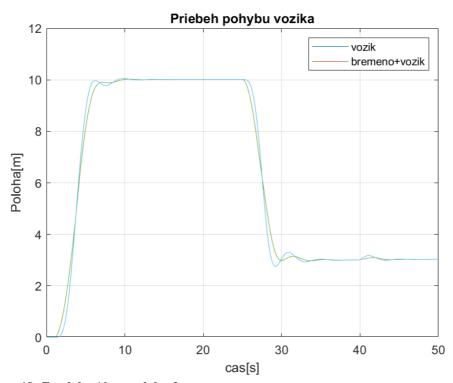
Obr. 16: Simulácia



Obr. 17: Simulácia

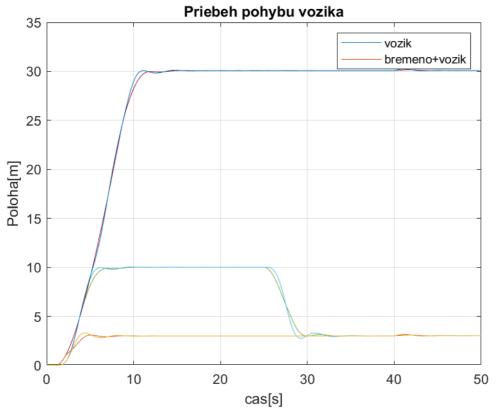


4. Ďalšie experimenty s polohou a poruchou

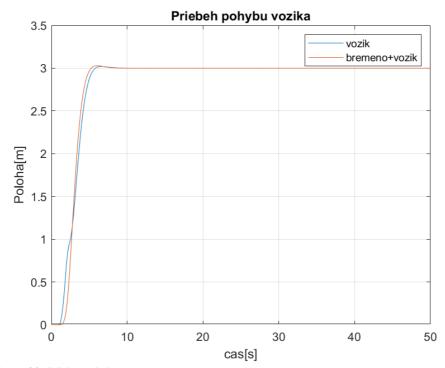


Obr. 18: Z polohy 10 na polohu 3



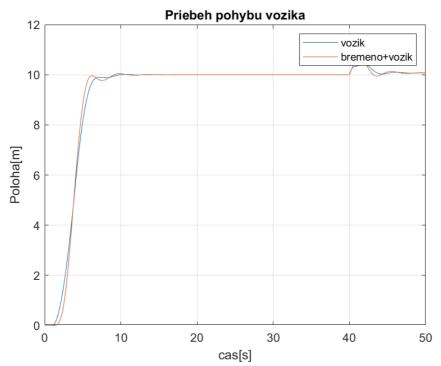


Obr. 19: Porovnanie veľkej, malej a strednej polohy

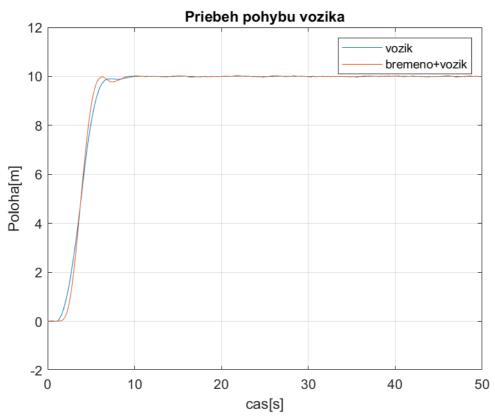


Obr. 20: Malá poloha po úprave





Obr. 21: Veľká porucha na skokovú zmenu 2



Obr. 22: Porucha vo forme bieleho šumu



5. Záver

Regulátory pre tento systém boli navrhnuté pomocou genetického algoritmu. Metóda riešenia bola zvolená na základe jej schopnosti sa ľahko adaptovať na zmenu problému alebo požiadavkou. Nevýhodou je potreba dlhšieho času na prípravu samotného algoritmu. Avšak po vytvorení algoritmu je možné ho ďalej modifikovať pomerne jednoducho. Ďalšou nevýhodou je vysoký nárok na čas a pamäť počítača RAM. V prípade komplikovanejšieho systému by bolo za potreby výkonnejšieho počítača a samotný výpočet by dlhšie trval. Avšak počas vypočutou človek nemusí byť prítomní. Metoda GA sa preberala simultánne na predmete UI a z tohto predmetu boli čerpané vedomosti na riešenie tohto problému.

6. Zdroje

Prednášky a cvičenia