

# Nastavení regulátorů

Adam Jáneš

# Obsah

- Vysvětlení grafiky
- On/off regulátor
- P regulátor
- PD regulátor
- PID regulátor
- Ziegler-Nicholson metoda
- Vliv konstant na chování regulátoru

# Případy, kdy se používají regulátory

- Tempomat v automobilu (sleduje rychlost)
- Sledování černé čáry (sleduje světelný senzor)
- Balancování předmětu na plošině (sleduje vzdálenost nebo úhel)
- Ovládání motoru (sleduje otáčky motoru)
- Termostatické prvky (sleduje teplotu)
  - Termostat
  - Termostatická hlavice topení
  - Termostatická baterie)

# Světelný senzor

- Používá se pro sledování černé čáry
- Vrací hodnoty od 0 do 100
  - kolik procent vyslaných paprsků senzor zpět přijal
- Hodnoty v ideálním případě
  - Černé pozadí = 0
  - Bílé pozadí = 100
- Vhodné umístění
  - Cca 1 centimetr od podkladu
  - Senzor je kolmo k podkladu

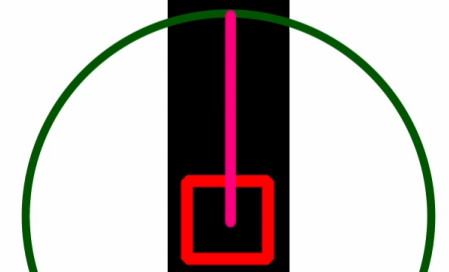
# On/off regulátor

- U sledování černé čáry také „cik-cak“ regulátor
- Nebere v potaz velikost výchylky od požadované hodnoty
- Nedosáhne nikdy požadované hodnoty
  - Stále kolem hodnoty kmitá
- Princip:
  - Hodnota ze senzoru je vyšší než požadovaná
    - Uděláme předem konstantní akci, která hodnotu senzoru sníží (např. zatoč doleva)
  - Hodnota ze senzoru je nižší než požadovaná
    - Uděláme předem konstantní akci, která hodnotu senzoru zvýší (např. zatoč doprava)

Hodnoty:  
rychlost 1x  
Kp= 0.3  
světelný senzor: x%  
úhel = Kp \* error  
úhel: 0°

# P regulátor

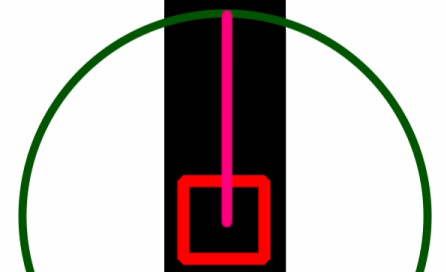
- Obsahuje pouze proporcionální složku
- Síla reakce na hodnotu senzoru závisí na výchylce od požadované hodnoty
  - Jak moc velká je odchylka, tak moc robot zatočí
- V nekonečném čase stále existuje nenulová chyba od požadované hodnoty



# PD regulátor

- Obsahuje proporcionální a derivační složku
- Derivační složka reaguje na změnu hodnot senzoru
- Zvyšuje reakci regulátoru na zatáčky

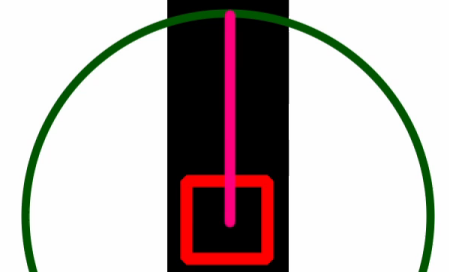
Hodnoty:  
rychlost 1x  
Kp= 0.7  
Kd= 0.4  
světelný senzor: x%  
úhel = Kp\*er + Kd\*dif  
úhel: x°



# PID regulátor

- Obsahuje proporcionální, integrační a derivační složku
- Integrační složka sčítá výchylky od požadované hodnoty.
- Čím déle se nacházíme vzdáleny od požadované hodnoty, tím větší má integrační složka vliv na řízení
- Integrační složka zaručí nulovou odchylku v nekonečném čase

Hodnoty:  
rychlost 1x  
Kp= 0.5  
Kd=0.15  
Ki=0.1  
poslední hodnota: 0%  
suma: 0  
světelný senzor: x%  
úhel =  $K_p * er + K_d * diff + K_i * sum$   
úhel: 0°





# Ziegler-Nicholson metoda

- Metoda pro určení koeficientů PID regulátoru
- Vytvoříme P regulátor a získáme hodnotu  $K_c$ , kdy robot kmitá kolem rovné černé čáry, ale stále je dokáže sledovat
- S tímto proporcionálním koeficientem určíme periodu kmitu robota  $P_c$  a periodu získání hodnot ze senzoru  $dT$
- Z konstant  $K_c$ ,  $P_c$  a  $dT$  lze vypočítat koeficienty pro P, PI, PD, a PID regulátor
- Výpočet koeficientů regulátorů na následujícím slidu

# Výpočet koeficientů

Regulátor	Proporcionální koeficient $K_p$	Integrační koeficient $K_i$	Derivační koeficient $K_d$
<b>P</b>	$0.5 \cdot K_c$	0	0
<b>PI</b>	$0.45 \cdot K_c$	$1.2 \cdot K_p \cdot dt / P_c$	0
<b>PD</b>	$0.8 \cdot K_c$	0	$K_p \cdot P_c / (8 \cdot dt)$
<b>PID</b>	$0.6 \cdot K_c$	$2 \cdot K_p \cdot dt / P_c$	$K_p \cdot P_c / (8 \cdot dt)$

- Pro lepší chování regulátoru je možné koeficienty měnit až o 30%

# Experimentální určení koeficientů

- Určit koeficienty pro samostatné chování složek
  - Vynulovat I a D složku a určit koeficient P složky
  - Vynulovat P složku a určit koeficient D složky
  - Vynulovat D složku a určit koeficient I složky
- Určené koeficienty použijeme v PID regulátoru a upravíme chování podle následující tabulky

# Ovlivnění řízení jednotlivými složkami

Složka	Doba dosažení	Překmit	Čas ustálení	Chyba v nekonečném čase
Proporcionální	Snižuje	Zvyšuje	Malý efekt	Snižuje
Integrační	Snižuje	Zvyšuje	Zvyšuje	Eliminuje
Derivační	Malý efekt	Snižuje	Snižuje	Bez efektu