

Metody autotuningu regulatora PID

Krystian Piszczela, Władysław Młynik, Michał Ciupak

Plan prezentacji

- 1 Ogólny przegląd metod
- 2 Metoda Lambda Tuning
- 3 Użycie algorytmów ewolucyjnych
- 4 Podsumowanie

Ogólny przegląd metod

- ④ Metody proste (bez modelu)
 - ① Metoda Zieglera-Nicholsa
 - ② Metoda przekąźnikowa
 - ③ Metoda Lambda Tuning
- ② Metody wykorzystujące model obiektu
 - ① Metody gradientowe
 - ② Metody ewolucyjne

Metoda Lambda Tuning

Wyznaczanie parametrów regulatora PID:

$$K_P = \frac{\lambda}{K(\lambda + T)} \quad (1)$$

$$T_I = \lambda \quad (2)$$

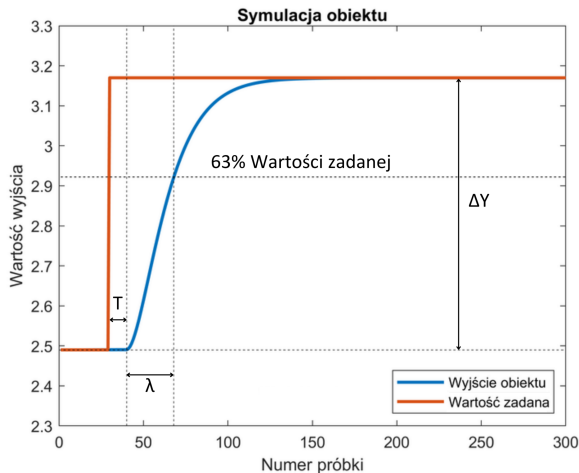
$$T_D = 0 \quad (3)$$

$$K = \frac{\Delta Y}{\Delta U} \quad (4)$$

Gdzie:

- λ – czas narastania,
- K – wzmacnienie procesu,
- T – opóźnienie regulowanego obiektu,
- ΔY – przyrost wyjścia obiektu podczas skoku sterowania,
- ΔU – wartość skoku sterowania.

Metoda Lambda Tuning



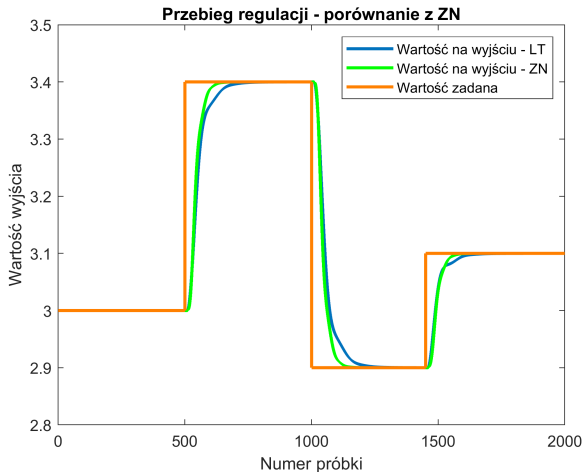
Rysunek: Wyznaczanie parametrów metody na podstawie odpowiedzi skokowej

Metoda Lambda Tuning - porównanie z metodą Zieglera-Nicholsa

Metoda — Parametr	K_P	T_I	T_D	Błąd regulacji
Lambda Tuning	0.4937	14	0	16.8076
Ziegler-Nichols	1.2	15	3.75	15.5128

Tabela: Porównanie parametrów metod Lambda Tuning i Zieglera-Nicholsa

Metoda Lambda Tuning - porównanie z metodą Zieglera-Nicholsa



Rysunek: Porównanie jakości regulacji dla obu metod

Algorytm PSO

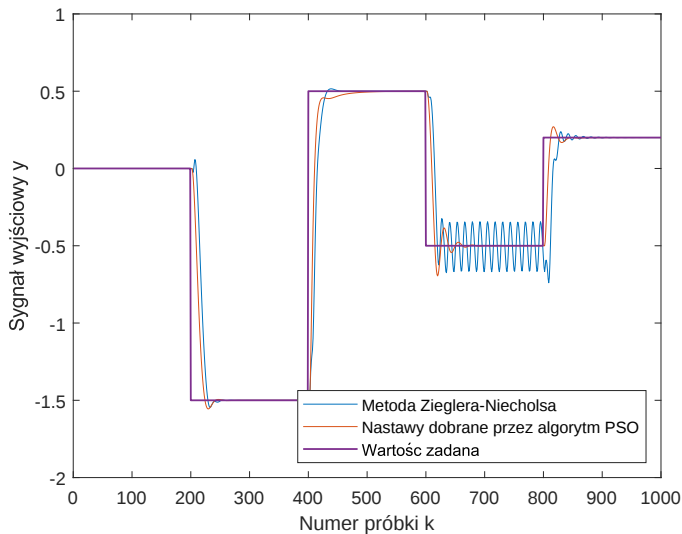
Algorytm PSO wyznacza nową prędkość dla każdej cząstki ze wzoru:

$$v = \omega v + \phi_l r_l (l - x) + \phi_g r_g (g - x)$$

Gdzie:

- v – prędkość cząstki,
- ω – współczynnik bezwładności, który określa wpływ prędkości w poprzednik kroku,
- ϕ_l – współczynnik dążenia do najlepszego rozwiązania lokalnego,
- ϕ_g – współczynnik dążenia do najlepszego rozwiązania globalnego,
- l – położenie najlepszego rozwiązania lokalnego,
- g – położenie najlepszego rozwiązania globalnego,
- x – aktualnie położenie cząstki,
- r_l, r_g – współczynniki losowości z przedziału $\langle 0, 1 \rangle$.

Algorytm PSO vs metoda Zieglera-Nicholsa



Wskaźnik jakości regulacji E

Metoda — Numer próbki	1:399	400:599	600:799	800:1000	1:1000
PSO	21.9317	26.1040	8.7187	2.9816	59.7360
Ziegler-Nichols	35.4543	38.1682	15.2699	9.9012	98.7937

Tabela: Tabela przedstawiająca uzyskaną wartość błędu E

Bibliografia

- [1] Wudhichai Assawinchaichote, Chrissanthi Angeli, and Jirapun Pongfai. "Proportional-Integral-Derivative Parametric Autotuning by Novel Stable Particle Swarm Optimization (NSPSO)". In: *IEEE Access* 10 (2022), pp. 40818–40828. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3167026.
- [2] Massimiliano Veronesi and Antonio Visioli. "Improving lambda tuning of PI controllers for load disturbance rejection". In: *2021 26th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*. 2021, pp. 1–6. DOI: 10.1109/ETFA45728.2021.9613648.
- [3] Stanislav Vrána and Bohumil Šulc. "PID controller autotuning based on nonlinear tuning rules". In: *2011 12th International Carpathian Control Conference (ICCC)*. 2011, pp. 443–446. DOI: 10.1109/CarpathianCC.2011.5945897.
- [4] Min Zhu, Chunling Yang, and Weiliang Li. "Autotuning algorithm of particle swarm PID parameter based on D-Tent chaotic model". In: *Journal of Systems Engineering and Electronics* 24.5 (2013), pp. 828–837. DOI: 10.1109/JSEE.2013.00096.