

Controle PID Aplicado ao Robô Scorbot

Emanuel B. Carvalho¹, Márcio A. Bazani²
UNESP, Ilha Solteira, SP

Este projeto terá como foco a implementação de um controlador PID para o braço robótico Scorbot-ER 5 Plus, um robô composto por cinco articulações. O controle PID atuará no auxílio da determinação da trajetória de um ponto a outro do manipulador, realizando-a da maneira mais suave possível. O sistema PID é amplamente utilizado na indústria devido à sua simplicidade de operação e bom desempenho em diversas condições [1] [2]. Ele visa manter uma variável próxima a um valor desejado, sendo composto pelos componentes proporcional, integral e derivativo. A parte proporcional trata o erro em função do tempo, ajustando a ação de controle proporcionalmente à entrada. A parte integral é proporcional à integral do erro no tempo, visando eliminar o erro estacionário. A parcela derivativa estima a tendência de mudança do erro ao longo do tempo, aumentando a velocidade de correção do processo. O controlador PID clássico pode ser escrito de acordo com a equação (1), em que a função $e(t)$ representa o erro.

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

Quando aplicado a manipuladores, como robôs industriais, o PID ajusta os ângulos dos atuadores para seguir uma trajetória desejada, minimizando o erro entre a trajetória real e a desejada, conforme descrito por [3] e demonstrado pela equação (2).

$$\begin{aligned} E &= \theta_d - \theta \\ E &= \dot{\theta}_d - \dot{\theta} \end{aligned} \quad (2)$$

Os motores do Scorbot possuem um encoder acoplado, componente que converte o movimento de rotação em pulsos elétricos e os envia ao microprocessador, onde é obtido o erro entre o ângulo desejado e o ângulo real, para que então o PID possa ajustar o erro e retornar um novo sinal ao motor [4].

A compreensão de conceitos de dinâmica e a geração de trajetórias é importante, uma vez que o comportamento físico do robô é descrito por equações dinâmicas e a geração de trajetórias serve para entender o funcionamento de um manipulador robótico, pois determina os movimentos que o robô deve executar para realizar uma tarefa específica. Essas trajetórias podem ser geradas de várias maneiras, como por meio de algoritmos de planejamento de movimento ou por programação manual [6]. Até então, foi realizado o teste do controle da rotação e velocidade de um motor utilizando a placa Arduino Mega 2560, que foi selecionada por conta de seu número de portas, que serão necessárias para controlar os cinco motores do Scorbot. O método utilizado para o controle de um motor pode ser replicado para os demais. Os parâmetros PID serão obtidos através do segundo método de otimização de Ziegler-Nichols, que visa a determinação de um ganho crítico e um período crítico, aplicável a sistemas instáveis ou oscilantes de malha fechada. O método consiste em variar apenas o ganho P, para que o sistema entre em oscilação permanente, fazendo com que o valor P seja o ganho crítico e o período de oscilação seja o período crítico [5].

¹eb.carvalho@unesp.br

²marcio.bazani@unesp.br

Referências

- [1] O. M. Almeida. “CONTROLE PID AUTO-AJUSTÁVEL, INTELIGENTE E PREDITIVO”. Tese de doutorado. UFSC, 2002.
- [2] K.J. Åström. **Towards intelligent PID control**. Ed. por George S. Axelby. Pergamon Press, Inc., 1992.
- [3] J. J. Craig. **Robótica**. 3a. ed. São Paulo: Pearson education do Brasil, 2013.
- [4] P. G. Hewitt. **Física Conceitual**. Ed. por Bookman. Scrobot-er 5Plus User Manual catalog 100016 Rev.C Intelitek, 2002.
- [5] J. P. A. Oliveira. “Control Plant Generic PID Controllers Using the Second Tuning Method Ziegler-Nichols”. Em: **Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications** (2016). Aceito. DOI: 10.5935/2447-0228.20160048.
- [6] J. M. Rosário. **Princípios de Mecatrônica**. Ed. por Pearson education do Brasil. 1a. ed. Companion Website, 2011.