Time de Futebol de Robôs FutFEB - Controle de Trajetória e Velocidade de um Robô Móvel com Tração Diferencial usando Lógica Nebulosa.

Thiago Menão Mochetti, Mário Eduardo Bordon (orientador), André Neves Castro Silva, Ivan Jordão dos Santos, UNESP Campus de Bauru, Faculdade de Engenharia, thiagomochetti@gmail.com, ICSB.

Palavras Chave: ***Futebol de Robôs, Tração Diferencial, Lógica Nebulosa.***

Introdução

O controle de trajetória e velocidade de um robô móvel pode ser abordado de duas formas, uma considerando apenas o modelo cinemático do robô e outra levando em consideração os modelos cinemático e dinâmico do robô. Este trabalho trata do controle de trajetória e velocidade baseado no modelo cinemático de um robô móvel com tração diferencial sujeito a perturbações. O conceito de lógica nebulosa é usado no projeto dos controladores. [1]

Objetivo

Este trabalho apresenta o projeto dos controladores de trajetória e velocidade de um robô móvel do time FutFEB para competir na categoria IEEE Very Small Size Soccer. Nessa categoria, duas equipes com três robôs móveis, disputam uma partida de futebol. Um microcomputador recebe as informações de uma câmera, processa e de acordo com a estratégia de jogo, controla remotamente os robôs via enlace de rádio, sem intervenção humana. O sistema de controle robótico é constituído de duas partes básicas. A 1ª parte é constituída por: visão, navegação, estratégia, controle de trajetória, enlace de comunicação. A 2ª parte é constituída por: robôs móveis, controle de velocidade, circuito de acionamento das rodas de raio *r*.

Materiais e Métodos

A Figura 1 apresenta o diagrama da 1ª parte do sistema robótico usado no time de futebol de robôs FutFEB.

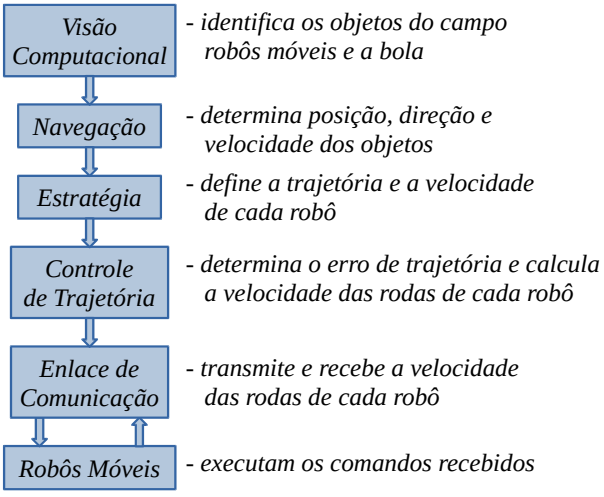

Fig. 1. Diagrama em Blocos do Sistema Robótico (1ª parte)

Um atributo do controle de trajetória nebuloso é manter o robô móvel com velocidade de cruzeiro v_0. Para manter a velocidade de cruzeiro as velocidades angulares ω_d e ω_e das rodas direita e esquerda devem ser ajustadas pelo controle de trajetória. Assim, $\Delta\omega$ representa a variável de controle nebulosa determinada a partir do deslocamento ortogonal Γ e desvio angular Θ. Os valores máximos para variáveis Γ e Θ são, respectivamente, ±10cm e ±90°. [2]

A Figura 2 apresenta o diagrama da 2ª parte do sistema robótico usado no time de futebol de robôs FutFEB.

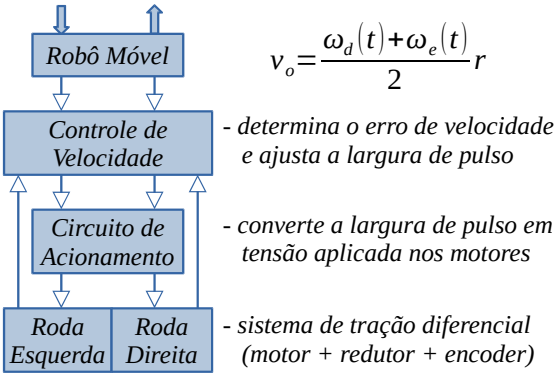

Fig. 2. Diagrama em Blocos do Sistema Robótico (2ª parte)

Para uma velocidade máxima de ±50cm/s, as velocidades das rodas direita e esquerda v_d e v_e são obtidas a partir da variável de controle $\Delta\omega$. O cálculo das tensões u_d e u_e aplicadas aos motores das rodas dependem das variáveis de controle nebulosas Δu_d e Δu_e obtidas a partir do erro de velocidade ε e diferencial do erro de velocidade $\delta\varepsilon$ que são aferidos com uso de *encoders* e medem o desvio de velocidade em relação aos valores desejados v_d e v_e. [2]

$$v_d(t) = v_o \pm r.\Delta\omega(t) \qquad u_d(t) = u(t-1) \pm \Delta u_d(t)$$
$$v_e(t) = v_o \pm r.\Delta\omega(t) \qquad u_e(t) = u(t-1) \pm \Delta u_e(t)$$

Resultados e Discussão

O sistema de tração dos robôs móveis usa dois conjuntos motorredutores com acoplamento a 90° e um fator de redução de 120:1 capaz de operar a 150 RPM. Para um melhor desempenho do robô móvel a malha de controle de velocidade é realimentada a partir de *encoders* de quadratura acoplados aos eixos estendidos dos motores. Os encoders utilizam discos magnéticos de seis polos e sensores de efeito Hall, permitindo a leitura da rotação do eixo do motor antes do redutor, com alta resolução.

Conclusões

Para rodar os algoritmos de visão, navegação, estratégia e controle de trajetória foi utilizado o Raspberry Pi e para os algoritmos de controle de velocidade e acionamento dos motores foram utilizadas as placas Arduino Nano e Node MCU dentro do enlace de comunicação sem fio.

Agradecimentos

Este trabalho teve o apoio da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pró-Reitoria de Graduação através dos Programas ICSB e Santander Universidades.

[1] G. A. Borges, A. M. N. Lima, G. S. Deep, *Controladores Cinemáticos de Trajetória para Robôs Móveis com Tração Diferencial*, Anais do VI SBAI Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, Bauru, 2003, pp. 787-792.

[2] M. E. Bordon, M. N. Franchin, J. E. C. Castanho, *Sistema Nebuloso de Arquitetura Simplificada para Controle de Trajetória e Velocidade de Robôs Móveis*, Anais do X SBAI Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, São João del Rei, 2011, pp. 671-676.