

Controle de um robô seguidor de linha a partir de sensores de luz de baixo custo

Resumo: A presente proposta de trabalho busca avaliar o desempenho, tempo de resposta, e precisão de um sensor de luz de baixo custo. Nela encontram-se conceitos mecatrônicos estudados no curso técnicos de Mecatrônica do CEFET-MG campus Divinópolis. Com o propósito de desenvolver uma malha fechada de controle que proporcione um índice de desempenho satisfatório, o projeto encontra-se dividido em quatro etapas distintas: a primeira etapa consiste em estudar, avaliar e calibrar o sensor de luz de baixo custo. Nessa etapa será realizado a calibração e avaliação da sensibilidade do sensor diante a diferentes condições de luminosidade ambiente. Uma vez finalizado essa etapa, terá início a modelagem do sistema robótico diferencial. A partir desse estudo, busca-se definir um modelo dinâmico que descreva e represente um robô diferencial seguidor de linha. Na sequência, finalizada a etapa de modelagem dar-se-á início ao projeto dos controladores PI e PID, a fim de proporcionar o controle em malha fechada do sistema robótico. Os desempenhos dos controladores serão avaliados por meio do uso de índices clássicos do controle, como por exemplo o IAE e ITAE. Concluído o projeto e validação dos controladores será realizado a última etapa da proposta, a qual consiste em usar os dados do sensor para identificar a sinalização da pista de competição e tomar as ações de decisão autonomamente. Por fim, busca-se obter um dispositivo que possa participar de competições estudantis apresentando uma dinâmica competitiva. Além disso, espera-se que os resultados possam ser publicados em congressos e eventos da área.

Palavras-chave: Instrumentação, seguidor de linha, sensor de luz.

i) Indicação da Câmara Temática para analisar o projeto (marcar somente uma opção):

- 1 – Engenharia Civil, Engenharia Ambiental, Engenharia de Materiais, Engenharia de Minas, Engenharia Mecânica e Engenharia Metalúrgica
- 2 – Engenharia Elétrica, Engenharia da Computação, Ciência da Computação, Engenharia de Produção e Engenharia de Transportes
- 3 – Matemática, Estatística, Física, Química e Biologia
- 4 – Ciências Humanas, Ciências Sociais, Ciências Sociais Aplicadas, Educação, Linguística, Letras e Artes

ii) Modalidade de orientando(s):

- Bolsista
- Voluntário

iii) Este projeto está sendo enviado em substituição a uma proposta já submetida?

- Não
 - Sim
- Nº de projeto a ser substituído

Lucas Silva de Oliveira – Orientador

Divinópolis, 20 de outubro de 2017.

Apresentação do Problema

Nos últimos anos, tem-se observado um grande crescimento do potencial de sistemas robóticos. Isso faz com que a robótica se apresente cada vez mais como algo cotidiano na vida das pessoas do século XXI [1] [2] [3]. Desse modo, se mostra presente nas mais diversas aplicações, dentre as quais se destacam indústria de manufatura, segurança, medicina, agricultura, serviços e entretenimento. Essa vasta gama de aplicações se dá graças à capacidade de execução de atividades com eficiência e precisão [4]. Requisitos esses que são exigidos pela contínua competição presente no mercado global.

Devido à grande diversidade, os robôs são divididos em dois grandes grupos: robôs manipuladores e robôs móveis. O primeiro compreende os braços robóticos dotados de uma base fixa. Estes normalmente possuem seis ou mais juntas que podem ser de revolução ou prismáticas [5]. Os robôs manipuladores podem ser especialistas, projetados para desenvolver uma atividade específica, ou podem ser universais, os quais se encontram habilitados para realizar as mais diversas atividades [6]. Já o segundo grupo são plataformas mecânicas equipadas de um sistema de locomoção capaz de navegar por um determinado ambiente de trabalho, seja ele terra, água ou ar. Normalmente, esses dispositivos apresentam certo nível de autonomia que os conferem capacidade de perceber, modelar, planejar e atuar para alcançar determinados objetivos com mínima, ou mesmo nenhuma intervenção do operador humano. Em relação à aplicação da robótica móvel verifica-se que esta é extremamente diversa e está na maioria das vezes relacionada com tarefas que normalmente são arriscadas ou nocivas para a saúde humana [1]. Exemplos destas são: traslado e coleta de materiais, tarefas de manutenção de reatores nucleares, manipulação de materiais explosivos e exploração subterrânea [3].

Em todas as aplicações robóticas mencionadas, invariavelmente, supõe-se ambientes estruturados, isto é, situações em que todas as informações necessárias para realização de uma tarefa sejam conhecidas. Porém, o ambiente em que vivemos é tipicamente não estruturado e dinâmico, e muito rapidamente tornou-se claro que a iteração dos sistemas robóticos com o mundo escondia inúmeros problemas [7]. Ao longo da evolução industrial, muitos pesquisadores de diversas áreas, como mecânica, ciências dos materiais, elétrica, eletrônica, instrumentação e teoria de controle voltaram suas atenções à investigação de materiais, componentes, técnicas e métodos que proporcionem o desenvolvimento tecnológico desses sistemas. Para tal, foram realizados vários trabalhos que se encontram divididos em duas grandes subáreas: percepção e atuação. Da união dos vários resultados de diferentes frentes de pesquisas, permitiu-se obter, o que seria um robô, algo mais próximo ao imaginário do mundo, os atuais robôs substancialmente autônomos [7]. Para se produzir robôs com o desempenho e funcionalidades atuais, faz-se necessário o uso de sensores que ofereçam uma leitura do ambiente para o robô. Esses sinais são por fim interpretados e processados permitindo ao robô se locomover no ambiente sem a interferência humana.

Nesse trabalho é proposto a continuidade do projeto de iniciação científica júnior número 10159/2017, em que busca-se nessa etapa avaliar o desempenho do sensor quando submetido a um sistema de controle em malha fechada, com características necessárias para atender as normas exigidas pela competição promovida pela Olimpíada Brasileira de Robótica.

Objetivos:

Tem-se como objetivo geral deste projeto o uso do sensor de luz com LDR, a fim de obter uma malha fechada de controle, que possibilite ao robô seguir a linha de referência, assim como identificar a sinalização da pista de competição e tomar as devidas ações de decisão corretamente. Além disso, espera-se que tal solução possa trazer como benefícios:

- A definição de um conceito ubíquo que sirva como elo entre o curso Técnico em Eletromecânica e Mecatrônica e os esforços dos professores do curso Engenharia Mecatrônica do CEFET-MG Campus Divinópolis ao que se refere instrumentação de sistemas robóticos.
- Obter uma malha fechada de controle possibilitando ao robô seguir linha.
- Testar e avaliar experimentalmente a capacidade do sensor em identificar a sinalização da pista.
- Obter um sistema robótico competitivo.

Metodologia:

O projeto como um todo se apoia em dois pilares importantes, a instrumentação de sistemas e o controle de sistemas. Assim, buscando alcançar bons resultados em ambas as frentes de atuação, será utilizado um bolsista.

A princípio o bolsista iniciará seus trabalhos com o estudo de sensibilidade e calibração do sensor luz com LDR. Nessa etapa, busca-se avaliar o desempenho do sensor recriando condições de luminosidade que possam ser encontradas durante a competição. Uma vez concluído essa etapa, será iniciado a modelagem dos motores e projeto dos controladores de malha fechada, tais como: o controlador proporcional-integral (PI) e o proporcional integral derivativo (PID). Os quais serão avaliados via o uso de índices de performance como: integral do valor do erro absoluto (IAE) e o integral do tempo multiplicado pelo valor do erro absoluto (ITAE). Por fim, será desenvolvido um código que possibilite a identificação da sinalização da pista. Ao final do projeto, espera-se obter um sistema robótico competitivo capaz de atender as normas e regras das Olimpíadas Brasileira de Robótica – OBR.

Resultados e Impactos Esperados

Ao final do trabalho, espera-se obter uma malha fechada de controle, capaz de cumprir com eficiência o propósito exigido por um robô seguidor de linha, utilizando um sensor de luz de baixo custo operacional. Além disso, espera-se que os resultados possam ser publicados em eventos da área, como por exemplo, o Congresso Brasileiro de Automação - CBA.

Recursos

Os recursos necessários para o desenvolvimento do projeto encontram-se disponível no laboratório de sinais e sistemas Lab. 315, e os equipamentos necessários para o desenvolvimento do projeto já se encontram a disposição do discente. No caso os recursos necessários limitam-se a um computador, um robô diferencial, softwares *open source* e componentes eletrônicos de baixo custo, como, foto resistor, resistores, conectores, transistores de baixa potência, entre outros.

Referências Bibliográficas

- [1] R. S. e. I. R. Nourbakhsh, *Introductions to Autonomous Mobile Robots*, The MIT Press, 2014.
- [2] R. R. Murphy, *Introductions to AI Robotics*, The MIT Press, 2000.
- [3] H. A. Secchi, *Una Introducción a los Robots Móviles*, Universidade Nacional de San Juan, 2008.
- [4] M. Atual, *Automação Industrial e Robótica*, Mecatrônica Atual, 2013.
- [5] N. M. e. F. L. Lewis, *Robot Manipulator Control Theory and Practice*, 2ª ed., Marcel Dekker, INC, 2004.
- [6] J. J. Craig, *Introduction to Robotics Mechanics and Control*, 3ª ed., Prentice Hall, 2005.
- [7] M. F. M. Campos, "Robótica," em *Enciclopédia de Automática Controle e Automação*, vol. 3, Blucher, 2007, pp. 346 - 348.

Plano de Trabalho do Bolsista

Modalidade do orientando: Bolsista.

Objetivo: Estudar a sensibilidade e realizar a calibração do sensor de luz. Além disso, modelar e controlar um robô seguidor de linha a partir de um sensor de baixo custo.

Descrição das Atividades:

- Estudo do sensor: avaliar a resposta do sensor diante a diferentes condições de luminosidade ambiente.
- Calibração: calibrar e validar estatisticamente o sensor.
- Modelagem: modelar a dinâmica do robô diferencial.
- Projeto dos controladores: projetar os controladores PI e PID por meio do uso de técnicas convencionais como Ziegler Nichols e síntese direta.
- Validações e testes: implementar os controladores e avaliar o desempenho.
- Sinalização: desenvolver um código que a partir do sensor, a sinalização possa ser identificada.
- Divulgação dos resultados: escrita do relatório e artigos.

Cronograma de Atividades												
Atividade	Período em meses											
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º
Estudo do sensor	x	x										
Calibração		x	x									
Modelagem			x	x								
Projeto dos controladores				x	x	x	x	x				
Validações e testes						x	x	x	x	x		
Sinalização		x	x	x			x	x	x	x	x	
Divulgação dos resultados										x	x	x

Local do Desenvolvimento das Atividades: As atividades do discente serão realizadas no Campus e laboratório de Sinais e Sistemas do CEFET-MG / Divinópolis.

Acompanhamento das Atividades

O discente participará de reuniões avaliativas do projeto e apresentará mensalmente um diário das atividades desenvolvidas, o qual será instrumento de discussão e acompanhamento do cumprimento da carga horária e das atividades propostas.