
ROBÔ PARA COMPETIÇÕES DE ROBÓTICA COM CONTROLADOR PD E GARRA DE ISOPOR

Gabriel Freitas Yamamoto¹ – 2º ano do Técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio,
Elton Cardoso Nascimento¹ – 2º ano do Técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio,
Cláudio Sasaki Calanca¹ – 4º Módulo do Curso Técnico em Automação Industrial.

Prof. Dr. Vera Lúcia da Silva.¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo – Campus Suzano
Av. Mogi das Cruzes, 1501
CEP – Suzano – SP

Resumo

Este projeto foi desenvolvido com a finalidade de concluir os desafios propostos pela OBR (Olimpíada Brasileira de Robótica), aprender mais sobre a programação em Arduino e utilizar conceitos aprendidos no curso de automação industrial; além de outros como o controlador PD utilizado para seguir linha.

Foi utilizado como base para o projeto um robô “Zumo Robot” e feito modificações como a adesão de sensores ultrassônicos e servos motores que são utilizados para executar a articulação de uma garra construída pela equipe.

Palavras Chaves: Robótica, OBR, Arduino, Robô Zumo, Controle PD.

Abstract:

This project was developed with the purpose of completing the challenges proposed by the OBR (Brazilian Robotics Olympics), learn more about Arduino programming and use concepts learned in the course of industrial automation; In addition to others like the PD controller used to follow the line.

It was used as the basis for the project a robot "Zumo Robot" and modifications such as the adhesion of ultrasonic sensors and servo motors that are used to perform a joint of a bottle built by team.

Keywords: Robotics, OBR, Arduino, Zumo Robot, PD Control.

1 INTRODUÇÃO

Estudou-se os robôs e maneiras de adaptá-lo para seguir linhas e resgatar vítimas. O fato de utilizar um chassi comprado, fez com que o robô seja parecido com outros que utilizaram do mesmo, porém com atualizações feitas para que ele possa realizar as suas funções da maneira mais funcional possível. A

robótica móvel no ponto de seguir linhas tem avançado bastante nos últimos tempos, devido à necessidade de ter esse tipo de robôs em nossas vidas.

Os sistemas robóticos móveis autônomos têm conquistado espaço tanto nas universidades quanto na indústria, devido à intensa modernização que os sistemas de automação industriais vem sofrendo nos últimos anos. Entre os fatores que impulsionam esta modernização pode-se incluir a competitividade crescente, a rápida alteração dos produtos oferecidos ao mercado e o avanço tecnológico, entre outros, que visam aumentar a produtividade, a qualidade e a confiabilidade dos produtos. Além da área de manufatura e transporte de materiais, outras aplicações destes sistemas incluem o trabalho em ambientes perigosos ou insalubres e a exploração espacial (Howard e Seraji, 2001).

Controle PD

É uma combinação de dois controladores: o proporcional e o derivativo. Dessa forma, minimiza o tempo de acomodação rapidamente, porém sem minimizar o erro em estado estacionário. (MENEGETTI, Fábio). Desta forma é capaz de minimizar rapidamente o erro, porém possuindo um erro no regime estacionário.

Robô Zumo

O robô zumo é um pequeno robô desenvolvido pela “Polulu”, desenvolvido para competições de mini sumo, portanto pequeno e leve. Possui esteiras de silicone movidas por micromotores para locomoção e 6 sensores de refletância para seguir linha. Utiliza 4 pilhas AA para alimentação, e possui um shield para comunicação com um arduino UNO. (Polulu Corporation, 2016).

OBR

A Olimpíada Brasileira de Robótica é uma olimpíada científica brasileira com o tema central sendo a robótica, que em sua

modalidade prática possui um percurso composto de 3 salas, 2 onde o robô deve seguir uma linha preta e percorrer um percurso com vários obstáculos em sua frente, como redutores de velocidade e curvas. Um tipo especial de curva encontrada nessa competição é a curva com indicador verde, na qual o robô deve virar para o lado no qual está o indicador.

Este artigo encontra-se organizado da seguinte forma: a seção 2 descreve o trabalho proposto, a seção 3 apresenta os materiais e métodos, a seção 4 descreve o controlador PD, a 5 descreve a garra usada, os resultados são descritos na seção 6 e as conclusões na 7.

2 O TRABALHO PROPOSTO

Foi utilizado como base para nosso robô um robô zumo, fabricado pela empresa “Polulu”, pois acreditou-se por possuir esteiras mecânicas e um tamanho pequeno, fosse ideal para o uso na OBR. A partir dele foi adicionado uma garra feita de isopor de alta densidade, sensores ultrassônicos e uma placa de conexão entre o robô feito para uso com o arduino uno, para sua utilização com um arduino mega.

Para seguir a linha nas salas 1 e 2 da competição utilizou-se um controle PID, por sua rápida resposta ao ambiente; e para superar as encruzilhadas utilizou-se um procedimento que analisa o tipo de encruzilha na qual o robô está, e a resolve de maneira adequada, as vezes utilizando o controle PID.

A sintonia do controle PID foi feita empiricamente, testando vários valores para os ganhos proporcional e derivativo, para em trabalho futuro ser feita apropriadamente com uso de algoritmo genético.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram efetuados testes na garra. O primeiro foi para determinar quais os valores necessários para o servomotor abrir a garra, ou para que essa seja posicionada próxima ao chão, para efetuar tal teste foram feitas medições a partir de um potenciômetro que rotacionava o servomotor em sentido horário e anti-horário, imprimindo os valores, tanto do potenciômetro quanto do servomotor, na tela. As medições foram armazenadas e, conforme uma planilha com os resultados, foi efetuado um cálculo de média simples para determinar valores constantes para: 1 – Articulação 2 aberta; 2 – Articulação 2 fechada; 3 – Articulação 1 com a garra apontada ao chão; 4 – Articulação 1 com a garra “guardada”

O controle PID foi testado em uma pista circular, onde foram colocados vários valores diferentes para os ganhos, selecionando o que fazia o circuito em maior velocidade e menor desvio da linha.

Testou-se o robô em si em um circuito como o proposto pela OBR, feito sobre MDF branco utilizando fita adesiva preta e verde, lápis, caixa de leite, bolas de isopor, alumínio e madeira.

Por fim, o robô pode ser testado na 1ª fase da OBR de 2017.

4 CONTROLADOR PD

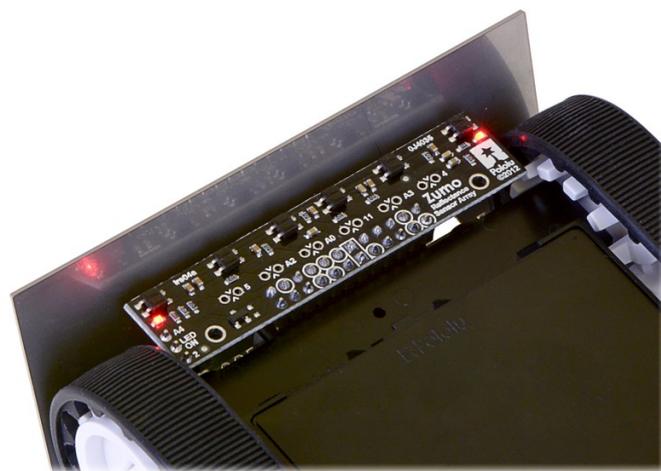


Figura 1: Sensores de Refletância do Robô Zumo

Para o uso do controlador PD, os valores dos 6 sensores de refletância do robô zumo (figura 1), que retornam a intensidade da luz refletida pela superfície para a qual estão voltados, foram compilados em um valor único chamado de posição da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{posição} = & \text{sensor } 0 \times -3 + \text{sensor } 1 \times -2 \\ & + \text{sensor } 2 \times -1 + \text{sensor } 3 \times 1 \\ & + \text{sensor } 4 \times 2 + \text{sensor } 5 \times 3 \end{aligned}$$

em que:

posição – valor que reúne os valores dos sensores de refletância.

sensor 0-5 – valores retornados pelos seis sensores robô.

Sendo sensor 0 o sensor da extremidade esquerda do robô, e sensor 5 o da extremidade direita, eles possuem o maior peso para o controlador, diminuindo este peso a medida que se aproxima do centro do robô. O valor posição se torna 0 se as leituras forem simétricas dos dois lados (como com a linha centralizada nos dois sensores internos), e tende a um lado se as leituras são maiores neste lado; tendo mais sensores identificando uma superfície escura, como a linha, neste lado. Desta forma, o valor ideal para set point se torna 0, quando ou a linha está centralizada, ou o robô está em uma superfície unicamente branca. E a posição se torna positiva caso a linha esteja localizada à direita; e se torna negativa caso a linha esteja localizada à esquerda.

Sobre este valor são aplicadas as ações proporcionais e derivativas, da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{diferença} = & K_p \times \text{Posição} \\ & + K_d \times (\text{Posição} - \text{Posição Anterior}) \end{aligned}$$

em que:

K_p – ganho proporcional,

K_d – ganho derivativo,

Posição – valor de leitura atual,

Posição Anterior – valor de leitura da última leitura,

Diferença – valor da diferença entre a velocidades dos motores.

Os ganhos do controlador foram descobertos empiricamente, e o valor de diferença obtido é enviado aos motores, adicionando este valor a velocidade base arbitraria deles, da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{Velocidade Motor Direito} &= \text{Velocidade} - \text{Diferença}, \\ \text{Velocidade Motor Esquerdo} &= \text{Velocidade} + \text{Diferença} \end{aligned}$$

em que:

Velocidade Motor Direito – velocidade que será enviada para o motor direito,

Velocidade Motor Esquerdo – velocidade que será enviada para o motor esquerdo,

Velocidade – velocidade base definida arbitrariamente,

Diferença – obtida a partir do controlador pid na fórmula anterior.

Desta forma, quando a “posição” se tornar positiva (linha a direita do robô), a diferença se tornará positiva, aumentando a velocidade do motor esquerdo, fazendo com que o robô ande para frente com uma inclinação para a direita, ajustando-se a linha. Caso a “posição” torne-se negativa, o robô faz exatamente o contrário, desta forma enviando a linha para seu centro em qualquer ocasião.

5 A GARRA

Uma garra foi confeccionada com isopor de alta densidade para pegar a bola de isopor. A montagem da garra foi dividida em partes, juntando tudo com parafusos e cola no final.

As articulações da garra são movidas com servomotores de 9V que movem, um a articulação 1 da garra, e outro a articulação 2 (figura exemplificando as articulações). Para evitar o consumo desses motores enquanto o robô estivesse desligado foi implementado um interruptor entre a alimentação (tirada diretamente das pilhas do robô, e não do arduino para não sobrecarregá-lo) e os motores.

A garra é fixada no chassi por cima, uma plataforma foi colocada em cima do microcontrolador Arduino Mega e a garra foi apoiada e fixada nessa plataforma, fazendo com que sua manutenção seja mais fácil de ser feita.

Na figura 2 pode ser visto o robô com a estrutura pronta da garra:

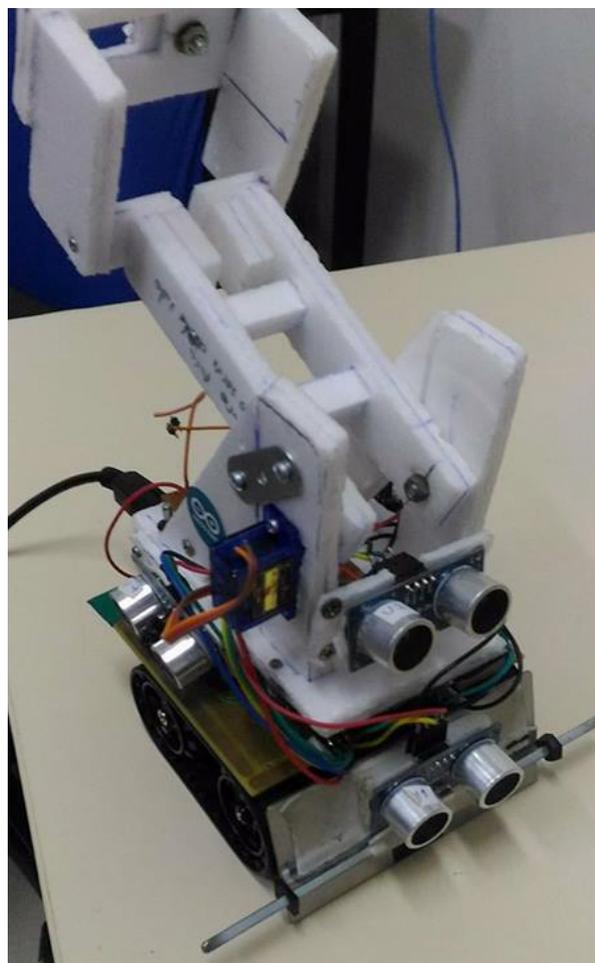


Figura 2: Robô com a garra
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O controle PID, mesmo sem adequada sintonia, apresentou um bom comportamento, sendo que o robô nunca saiu do percurso mesmo o executando em velocidade máxima; e fazendo curvas em 90° no percurso da OBR retornando rapidamente a linha.

E nos percursos no estilo da OBR montados, o robô apresentou comportamento adequado ao seguir a linha, executando encruzilhadas adequadamente, sem entrar em caminhos inadequados. O maior problema encontrado foi com o redutor, pois a estrutura baixa do robô dificultou um pouco sua superação, que foi feita adicionando rodas a parte frontal do robô, para auxiliá-lo.

Porém na OBR foram observados problemas no robô a respeito das curvas com indicadores verdes, na qual por conta da diferente tonalidade da cor o robô acabava não encontrando-as; porém este problema pode ser parcialmente sanado diminuindo o valor de referência para o verde na programação.

A estrutura da garra observou-se adequada, porém acabando alterando o centro de massa do robô, atrapalhando-o ao subir a rampa. A correção implementada foi ativar os motores e colocá-la para frente ao começar a subida, para compensar o centro de gravidade.

Foi também encontrado um problema com o uso de pilhas no robô, cuja tensão variável com o uso atrapalha o uso dos motores, alterando sua potência em função da tensão. A solução encontrada foi a constante troca de pilhas durante o uso, para manter uma tensão estável.

7 CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados foi possível perceber uma necessidade de melhoria da estrutura do robô, que deve ser repensada futuramente para melhor superação dos redutores, e deve ser pensando uma prototipagem do modelo atual da garra em outro material, como uma impressão plástica.

Porém os resultados a respeito do controlador PID puderam ser considerados satisfatórios, com resposta rápida ao ambiente; e mesmo com a fragilidade da garra a estrutura foi bastante satisfatória.

O robô ainda precisa de várias melhorias, mas os resultados que estamos obtendo mostram que o trabalho feito até agora tem resolvido os problemas propostos de forma adequada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

OBR. **Regras e Instruções Provas Regionais/Estaduais Modalidade Prática.** Disponível em: http://www.obr.org.br/wp-content/uploads/2013/04/Manual_Regras_Pratica_2017_v2_Mai_2017_publicado.pdf. Acesso em 27/08/2017

OBR. **O que é a OBR.** Disponível em: <http://www.obr.org.br/o-que-e-a-obr/>. Acesso em 27/08/2017

POLULU CORPORATION. **Polulu Zumo Shield for Arduino.** Disponível em: https://www.pololu.com/docs/pdf/0J57/zumo_shield_for_arduino.pdf. Acesso em 27/08/2017.

ARAUJO, Prof. Fábio Meneghetti Ugolino de. **Sistemas de Controle.** 2007. Disponível em: <https://www.dca.ufrn.br/~meneghet/FTP/Controle/scv20071.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2017.