

CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE ROBÔ DE FUTEBOL (MOVIMENTAÇÃO AUTÔNOMA UTILIZANDO RODAS OMNIDIRECIONAIS

Lara Witkowski Vaz – 4º ano do Ensino Médio Técnico Integrado, Curso Técnico em Informática¹

Marcos Aurelio Pchek Laureano², Álvaro Rogério Cantieri³

lara.witkowski.vaz@gmail.com , marcos.laureano@ifpr.edu.br, alvaro.cantieri@ifpr.edu.br

IFPR - INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PINHAIS

Categoria: ARTIGO MÉDIO, TÉCNICO E SUPERIOR

Resumo: A RoboCup Small Size League (SSL) é uma competição de futebol robótico em que equipes projetam robôs autônomos para tarefas como localização, navegação e estratégias encontradas nos jogos de futebol. A liga abrange tecnologias como design, programação, comunicação em rádio ou bluetooth, utilizando a inteligência artificial (IA) e visão computacional, promovendo avanços na robótica e também incentivando a cooperação entre equipes. O Laboratório de Robótica e Computação Aplicada (LaRCA) está conduzindo um projeto focado na construção de um protótipo físico de robô equipado com quatro rodas omnidirecionais. O objetivo principal é compreender e testar a movimentação autônoma em todas as direções desse tipo de robô, além de desenvolver um software de posicionamento e controle autônomo para direcionar o robô até a posição estática de uma bola física infravermelha, similar à utilizada na competição Small Size League.

Palavras Chaves: Movimentação, Autônomo, Algoritmo, Protótipo, Projeto, Small Size League.

Abstract: The RoboCup Small Size League (SSL) is a robotic soccer competition where teams design autonomous robots for tasks such as localization, navigation, and strategies found in soccer games. The league encompasses technologies such as design, programming, radio or Bluetooth communication, using artificial intelligence and computer vision, promoting advancements in robotics and also encouraging cooperation between teams. The Laboratory of Robotics and Applied Computing (LaRCA) is conducting a project focused on constructing a physical prototype of a robot equipped with four omnidirectional wheels. The main objective is to understand and test the autonomous movement in all directions of this type of robot, as well as to develop positioning and autonomous control software to direct the robot to the static position of an infrared physical ball, similar to the one used in the Small Size League competition.

Keywords: Movement, Autonomous, Algorithm, Prototype, Project, Small Size League.

1 INTRODUÇÃO

A ideia central do futebol de robôs é a mesma do futebol real: vencer o oponente marcando mais gols. Os robôs jogam de forma autônoma, seguindo estratégias previamente programadas, e os jogos podem ser divididos em controle individual e controle centralizado. Nos jogos com controle individual, cada robô atua de maneira independente, com

informações limitadas ao seu campo de visão simulado, enquanto nos jogos com controle centralizado, um sistema central coordena o comportamento dos robôs com base em informações globais.

Na competição Small Size League da RoboCup, foca na cooperação e controle multiagente inteligente em um ambiente dinâmico, no qual os robôs são controlados centralizadamente. Os jogos na SSL ocorrem em uma arena com um servidor que captura e transmite informações para os computadores das equipes, além de um operador humano que supervisiona e executa estratégias de jogo previamente programadas. A SSL está em constante evolução, com modificações nas regras que aumentam a dinâmica e complexidade dos jogos, como o aumento das dimensões do campo e a inclusão de mais robôs, exigindo novas estratégias e um posicionamento mais sofisticado para o sucesso das equipes.

O futebol de robôs não apenas enfrenta desafios técnicos, como controle autônomo e análise de imagens, mas também exige um planejamento estratégico robusto, fundamental para o sucesso das equipes. Utilizar robôs para jogar futebol não apenas promove avanços em tecnologias como a IA e robótica autônoma, mas também incentiva pesquisas acadêmicas em cooperação multiagente e sistemas de baixo custo para as equipes. A RoboCup, em particular, serve como plataforma para desenvolver e testar essas tecnologias em um ambiente competitivo, desafiando os robôs a tomarem decisões rápidas, a se moverem em um ambiente dinâmico e a colaborarem efetivamente em equipe para alcançar objetivos específicos, como marcar gols, proporcionando assim um ambiente ideal para o avanço e teste de tecnologias robóticas avançadas.

O Laboratório de Robótica e Computação Aplicada (LaRCA) do Instituto Federal do Paraná (IFPR) Campus Pinhais está conduzindo um projeto, para a construção de um protótipo físico de robô equipado com rodas omnidirecionais. O objetivo principal é compreender e testar a movimentação autônoma para todos os lados deste tipo de robô, e também desenvolver um software de posicionamento e controle autônomo até a bola física de infravermelho, similar à utilizada na competição Small Size League. No contexto da competição SSL, o robô deverá ser capaz de se deslocar até a bola de infravermelho, que fica estática em uma posição para o robô fazer um chute. Ademais, o projeto visa futuramente desenvolver um sistema de estratégia, que inclui um algoritmo de previsão da posição da bola. Com isso, o robô autônomo será capaz de calcular a posição futura da bola e se posicionar estrategicamente para recebê-la.

2 TRABALHO PROPOSTO

2.1 Objetivo Geral

O projeto atual propõe a construção de um protótipo de robô físico com quatro rodas omnidirecionais, possibilitando a movimentação autônoma flexível para todos os lados, e também, desenvolver um software de posicionamento e controle autônomo do movimento do robô até a bola de infravermelho estática.

2.2 Objetivos Específicos

- Construir um protótipo de robô para jogo futebol, de baixo custo, capaz de realizar todos os movimentos necessários para a realização das jogadas deste tipo de modalidade;
- Desenvolver os códigos de acionamento, comunicação, controle e posição do robô no ambiente de jogo;
- Pesquisar e desenvolver um algoritmo sobre a estratégia de movimentação para as rodas omnidirecionais;
- Testar essa estratégia com comandos de controle manual no robô;
- Desenvolver o algoritmo de movimentação autônoma, sendo para qualquer direção.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para construir o protótipo do robô, foi utilizado um carrinho de controle remoto que originalmente possui as quatro rodas omnidirecionais necessárias, como mostrada na Figura 1.



Figura 1 – Carrinho de Controle Remoto.

Em seguida, para poder construir e organizar as peças eletrônicas do robô, teve que ser removida a parte superior do carrinho original, juntamente com a bateria, deixando apenas a estrutura das rodas, como visualizado na Figura 2.

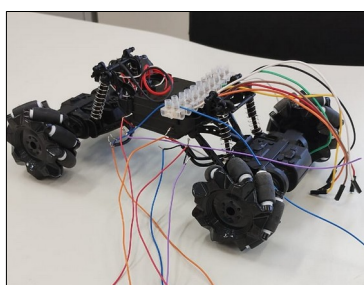


Figura 2 – Protótipo com apenas a estrutura das rodas.

Em seguida, a base do protótipo foi construída utilizando uma impressora 3D, sendo projetada em um formato retangular com dimensões de 12x19cm, e para juntar na estrutura das rodas, foram utilizados canos pequenos de plástico e colado, como mostra na Figura 3.

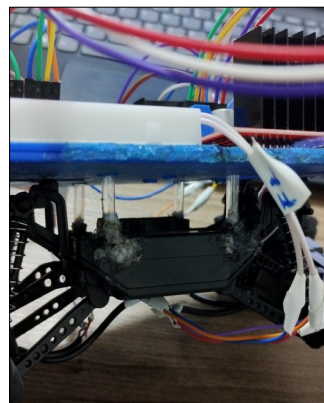


Figura 3 – Base colada.

Ao organizar a posição de cada peça, foi tomado cuidado para garantir a distribuição uniforme do peso, de modo que a base permanecesse nivelada, já que a estrutura das rodas possui molas e poderiam causar desequilíbrio, fazendo com que uma roda suportasse mais peso e precisasse fazer mais força para girar, como visto na Figura 4.

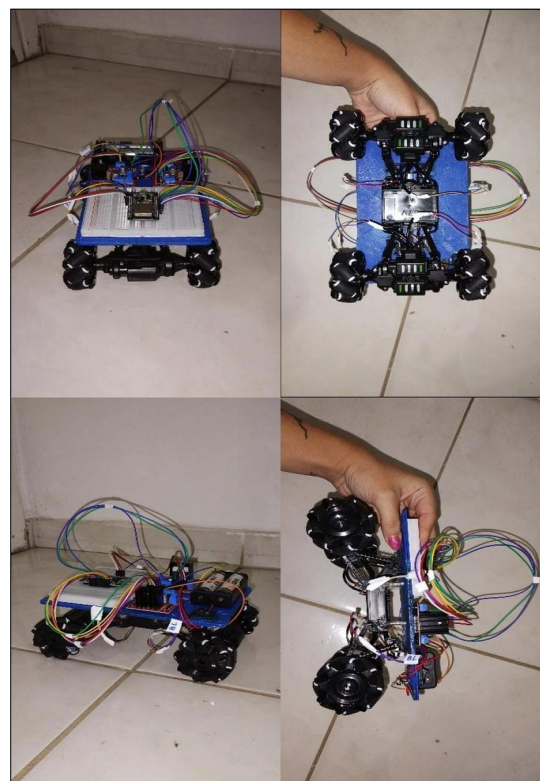


Figura 4 – Protótipo montado.

Esta base serve de suporte para os componentes eletrônicos, mostrados na Tabela 1.

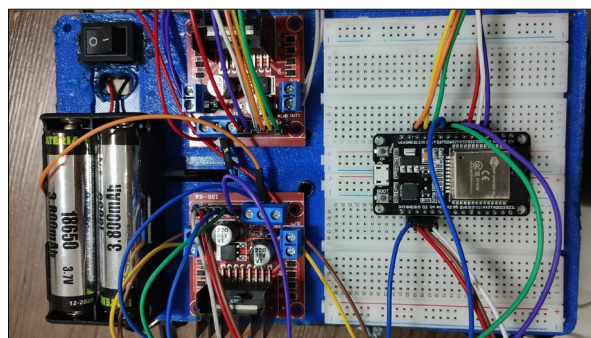
Tabela 1 – Materiais Eletrônicos.

Nome	Quantidade	Localização	Descrição
ESP32 - WiFi + Bluetooth	1	https://www.robocore.net/wifi/esp32-wifi-bluetooth/	Placa eletrônica para receber e armazenar o código.
Módulo Driver Ponte H - L298N	2	https://www.robocore.net/driver-motor/driver-motor-ponte-h-l298n/	Recebe e envia energia para os componentes eletrônicos.
Protoboard 400 Pontos	2	https://www.robocore.net/protoboard/protoboard-400-pontos/	Conectar a placa e os jumpers.
Jumpers Macho-Fêmea x40 Unidades	25	https://www.robocore.net/cabo/jumpers-macho-femea-x40-unidades?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw7s20BhBFEiwABVIMreQJJh-cZ0OCaSRIS2oYhNWliAxyzBLmBc0Doc9x8I01GX1dV_XsCxoCX9kQAvD_BwE	Cabos para fazer ligações curtas.
Suporte para 2 Baterias Li-Ion 18650	1	https://www.robocore.net/bateria/suporte-para-2-baterias-li-ion-18650?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw7s20BhBFEiwABVIMrQLc40_cLQPRK94kifx0JO8tGqSDHA4iA_YDDxcU2Jbj9WqMajUvUxoC3F4QAvD_BwE	Suporte para inserir as duas baterias.
Bateria Li-Ion 18650 3,7V 2500mAh 2C	2	https://www.robocore.net/bateria/bateria-li-ion-18650-37v-2500mah	Fornece energia.
Chave Gangorra KCD1-101	1	https://www.robocore.net/botao-chave/chave-gangorra-	Interrupção liga e desliga.

2T		kcd1-101-2t?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw7s20BhBFEiwABVIMrYOUN9VuwlpC9azAxyjraKF2S8xehZ4GgzjAs8qfTfJMiATIUXKe5xoCKX0QAvD_BwE	
Brinquedo Carrinho de Controle Remoto Recarregável Pick-up 4x4 Giro 360°	1	https://m.magazineluiza.com.br/brinquedo-carrinho-de-controle-remoto-recarregavel-pick-up-4x4-giro-360-toy-king/p/ak9hd4kk9g/br/bccr/	Carrinho de Controle remoto utilizado para montar o protótipo.

Após a montagem do protótipo, cada roda foi etiquetada para identificação; por exemplo, a roda dianteira esquerda foi identificada como FL (Front Left), e assim por diante para as demais rodas. Após etiquetar e organizar os componentes eletrônicos, a estudante soldou os fios que conectam a bateria ao botão liga/desliga e, em seguida, soldou o fio do botão às pontes H. Esse arranjo permite que a energia flua da bateria para as pontes H e depois para a placa ESP32. Cada roda tem três conexões na ponte H: positivo, negativo e uma porta analógica. Para enviar o código para a placa, insere-se um cabo USB na ESP32, faz-se o upload do código e testa-se ligando o robô com o botão liga/desliga. Além disso, cada roda foi organizada e separada por uma estratégia de cores para identificá-las na placa ESP32. Tudo isso está observado na Figura 5.

Figura 5 – Componentes Eletrônicos Organizados.



Com todos os fios soldados e as pontes H conectando as rodas à placa ESP32 utilizando os jumpers, foi desenvolvido um algoritmo de teste para verificar se as rodas recebiam energia corretamente, as ferramentas utilizadas na programação podem ser encontradas na Tabela 2.

Tabela 2 – Ferramentas de Programação.

Nome	Versão	Localização	Descrição
C++	3.10.6	https://www.jetbrains.com/cpp/	Programação do sistema.
Arduino IDE	2.3.2	https://www.arduino.cc/en/software	IDE para desenvolvimento

Esse algoritmo aumenta a velocidade da roda a cada segundo, conforme demonstrado na Figura 6. O teste confirmou que a construção do protótipo e os componentes eletrônicos estavam funcionando harmoniosamente, com as rodas respondendo aos comandos e se movimentando. A partir disso, deve-se continuar com os testes de movimentação para todos os lados e desenvolver um algoritmo que teste a movimentação autônoma do robô, permitindo que ele se mova para a esquerda, direita, frente e trás.

```
nt velocidade = 100;

void setup() {
  pinMode(12, OUTPUT); //FL
  pinMode(13, OUTPUT); //FL
  pinMode(14, OUTPUT); //ANALOG FL
}

void loop() {

  velocidade=velocidade+10;

  //RODA FL(FRONT LEFT)
  digitalWrite(12, LOW);
  digitalWrite(13, HIGH);
  analogWrite(14, velocidade);
  delay(1000);
  digitalWrite(12, HIGH);
  digitalWrite(13, LOW);
  analogWrite(14, velocidade);
}
```

Figura 6 – Código para Teste das Rodas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um protótipo de robô de futebol foi construído utilizando um carrinho de controle remoto equipado com as quatro rodas omnidirecionais. O qual está servindo de base para os testes de mobilidade e deslocamento testes. A construção e organização dos fios em cada pino foram realizadas, resultando em uma plataforma adequada aos objetivos propostos. Atualmente os testes para a movimentação em todas as direções estão em desenvolvimento.

5 CONCLUSÕES

A principal contribuição deste projeto consiste na criação de um protótipo de robô de futebol com movimentação autônoma, projetado para operar em todas as direções. O projeto também prevê o desenvolvimento de um algoritmo para previsão da posição da bola, através de realimentação por visão, permitindo que o robô se desloque para interceptá-la na posição estimada.

Como trabalhos futuros, após testes da plataforma desenvolvida, planeja-se integrar código desenvolvido ao simulador GrSim, utilizado na categoria Small Size League da RoboCup, para facilitar o uso e a aprendizagem dessa ferramenta com base no protótipo físico e suas características. Isso inclui o desenvolvimento de um algoritmo para previsão da posição da bola, essencial para estratégias avançadas de jogo.

Essas inovações representam um avanço significativo para o Laboratório de Robótica LaRCA, ao incorporar estratégia de inteligência artificial em seus projetos voltados a robótica autônoma.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LAUREANO, Marcos Aurelio Pchek. Sistema de posicionamento de robôs em partidas de futebol baseado em inteligência coletiva por enxame. 2020. 230 p. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Centro Universitário da FEI, São Bernardo do Campo, 2020.