

FIAP – CENTRO UNIVERSITÁRIO
CONSELHO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO - CEPE
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

DESENVOLVIMENTO DE UM GOLEIRO 2D AUTOMATIZADO UTILIZANDO
VISÃO COMPUTACIONAL E RASPBERRY PI

BEATRIZ DANTAS SAMPAIO

GIOVANNA FRANCO GAUDINO RODRIGUES

ISABELAS BARCELLOS FREIRE

JOÃO VÍCTOR SEIXAS FLAITT

LUCCA ENRICO ZANELATO CALSOLARI

LUCAS BERTOLASSI IORI

MIGUEL LEAL TASSO

RAFAEL DE ALMEIDA SIGOLI

NOME DO PROFESSOR ORIENTADOR

SÃO PAULO

2024

BEATRIZ DANTAS SAMPAIO – RM 554044

GIOVANNA FRANCO GAUDINO RODRIGUES – RM 553701

ISABELAS BARCELLOS FREIRE – RM 553746

JOÃO VÍCTOR SEIXAS FLAITT – RM 553888

LUCCA ENRICO ZANELATO CALSOLARI – RM 553678

LUCAS BERTOLASSI IORI – RM 553183

MIGUEL LEAL TASSO – RM 553009

RAFAEL DE ALMEIDA SIGOLI – RM 554019

DESENVOLVIMENTO DE UM GOLEIRO 2D AUTOMATIZADO UTILIZANDO
VISÃO COMPUTACIONAL E RASPEBERRY PI

Este documento tem como objetivo apresentar a pesquisa e o desenvolvimento do entregável referente ao Projeto de Iniciação Científica, realizado sob a orientação do Professor XXXXX, e submetido ao Conselho de Ensino Pesquisa e Extensão – CEPE do FIAP - Centro Universitário.

SÃO PAULO

2024

RESUMO

Este artigo descreve o desenvolvimento de um sistema automatizado de um goleiro 2D utilizando visão computacional e um Raspberry Pi para controle de um servo motor. O projeto visa criar uma solução prática para defesa automatizada de uma bola em movimento, simulando um goleiro em um ambiente 2D. A visão computacional é usada para detectar a posição da bola em tempo real, permitindo que o goleiro se move de forma precisa e eficiente para realizar defesas. O projeto combina conceitos de robótica, automação e inteligência artificial, sendo relevante para aplicações educacionais e experimentos com integração de hardware e software.

Palavras-chave: Visão computacional, automação, Raspberry Pi, servo motor, goleiro 2D, inteligência artificial.

ABSTRACT

This paper presents the development of an automated 2D goalkeeper system utilizing computer vision and a Raspberry Pi for servo motor control. The primary objective of this project is to create a practical solution for automated defense against a moving ball, simulating the behavior of a goalkeeper in a 2D environment. The system employs real-time computer vision techniques to accurately detect the ball's position, enabling the goalkeeper to move precisely and efficiently to make saves. By integrating concepts from robotics, automation, and artificial intelligence, this project serves as an educational tool and facilitates hands-on experiments with hardware and software integration, fostering deeper understanding in these fields.

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	OBJETIVOS.....	2
2.1.	OBJETIVO GERAL.....	2
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3.	ESTADO DA ARTE	4
3.1.	VISÃO COMPUTACIONAL	4
3.2.	Robótica e Automação	4
3.3.	Integração de Hardware	4
4.	JUSTIFICATIVAS	6
4.1.	Relevância do Projeto	6
4.2.	Problemas que o Projeto Resolve	6
5.	CRONOGRAMA	7
6.	RELATO DO DESENVOLVIMENTO TÉCNICO	8
6.1.	Implementação do SOFTWARE.....	8
6.2.	MONTAGEM DO HARDWARE	8
6.3.	TESTE E AJUSTES	9
6.4.	GALERIA DE FOTOS.....	10
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	11
7.1.	Resultados e Aprendizados.....	11
7.2.	Possíveis Aplicações Futuras.....	11
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12

DICA: Quando finalizar o preenchimento do documento, clique com o botão direito do mouse no sumário e depois em Atualizar Campo, e escolha a opção Atualizar apenas os números de página.

1. INTRODUÇÃO

O futebol é um dos esportes mais populares do mundo, e a habilidade de um goleiro em defender chutes a gol é crucial para o sucesso de uma equipe. Com o avanço da tecnologia, a robótica e a automação têm sido incorporadas em diversas áreas, incluindo o esporte. Este artigo descreve o desenvolvimento de um goleiro 2D automatizado, que utiliza visão computacional e um Raspberry Pi para controlar um servo motor, com o objetivo de simular a função de um goleiro humano.

A visão computacional, uma subárea da inteligência artificial, permite que sistemas computacionais interpretem e compreendam o conteúdo visual do mundo ao seu redor. Neste projeto, a visão computacional é empregada para detectar a posição de uma bola em movimento, permitindo que o goleiro automatizado reaja de maneira rápida e precisa. O uso de um Raspberry Pi facilita a implementação do sistema, tornando-o acessível e versátil para experimentação em ambientes educacionais.

Este projeto visa não apenas a criação de um sistema automatizado, mas também a promoção do aprendizado em áreas interdisciplinares, como robótica, programação e eletrônica. A seguir, serão apresentados os objetivos do projeto, o estado da arte relacionado à temática, as justificativas para sua realização, um cronograma de desenvolvimento, o relato do processo técnico e as considerações finais.

2. OBJETIVOS

Os objetivos de um projeto de Iniciação Científica (IC) são fundamentais para a formação e inserção dos estudantes no mundo da pesquisa. No contexto do desenvolvimento do goleiro 2D automatizado, buscamos não apenas a realização técnica, mas também o aprendizado e a experiência prática na área de tecnologia e inovação.

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste projeto é desenvolver um goleiro 2D automatizado que utiliza visão computacional e um Raspberry Pi para controlar um servo motor, permitindo a defesa de uma bola em movimento de forma precisa e eficiente. Este sistema visa simular o comportamento de um goleiro humano em um ambiente controlado, proporcionando uma experiência prática e educativa.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral, o projeto é desmembrado em objetivos específicos que orientam o desenvolvimento e a pesquisa:

- 1. Implementar a Detecção de Movimento:** Criar um algoritmo utilizando visão computacional para detectar em tempo real a posição da bola, garantindo que o goleiro automatizado reaja de maneira ágil.
- 2. Integrar Hardware e Software:** Montar os componentes eletrônicos, incluindo o Raspberry Pi, servo motor e câmera, e programar a lógica necessária para que esses elementos funcionem em conjunto.
- 3. Programar o Controle do Servo Motor:** Desenvolver um software que permita ao servo motor mover o goleiro na direção correta com base na posição da bola detectada, garantindo defesas eficientes.
- 4. Testar e Validar o Sistema:** Realizar testes práticos com o goleiro automatizado em diferentes cenários de chute, avaliando sua eficácia e realizando ajustes conforme necessário para otimizar seu desempenho.
- 5. Documentar o Processo de Desenvolvimento:** Registrar todas as etapas

do projeto, desde a concepção até os testes finais, criando um guia de implementação que possa servir como referência para futuros estudos e desenvolvimentos na área.

3. ESTADO DA ARTE

O desenvolvimento de sistemas automatizados para atividades esportivas, como a defesa de um goleiro em futebol, tem sido objeto de estudo em diversas disciplinas, incluindo robótica, visão computacional e inteligência artificial. A análise da literatura existente permite entender melhor as tecnologias e métodos aplicados em projetos semelhantes.

3.1. VISÃO COMPUTACIONAL

A visão computacional tem avançado significativamente, possibilitando que sistemas computacionais interpretem e respondam a imagens e vídeos em tempo real. A biblioteca **OpenCV** (Open Source Computer Vision Library) é amplamente utilizada em projetos de visão computacional, fornecendo uma vasta gama de funções para detecção de objetos e rastreamento. Técnicas como detecção de bordas, segmentação de cores e aprendizado de máquina são frequentemente empregadas para identificar a posição de objetos em movimento, como uma bola de futebol. Estudos demonstram que a combinação dessas técnicas pode resultar em sistemas altamente eficazes para detecção de movimento e resposta em tempo real.

3.2. ROBÓTICA E AUTOMAÇÃO

A robótica aplicada ao esporte tem sido explorada em competições como a **RoboCup**, onde robôs autônomos jogam futebol. Esses estudos focam no desenvolvimento de algoritmos de controle para movimentação precisa e interação com a bola. Pesquisas demonstram que a implementação de sensores e atuadores, como servo motores, pode proporcionar um controle dinâmico e responsável em robôs, permitindo simulações mais realistas de comportamento humano, como a defesa de chutes.

3.3. INTEGRAÇÃO DE HARDWARE

O uso do **Raspberry Pi** como uma plataforma acessível e versátil para projetos

de robótica tem ganhado popularidade. Ele oferece capacidade de processamento suficiente para rodar algoritmos de visão computacional e controlar atuadores, como servos motores. Vários projetos acadêmicos mostram como o Raspberry Pi pode ser integrado com câmeras e módulos de controle, facilitando o desenvolvimento de sistemas automatizados que reagem ao ambiente de forma eficaz.

4. JUSTIFICATIVAS

O desenvolvimento de um goleiro 2D automatizado utilizando visão computacional e um Raspberry Pi apresenta diversas relevâncias e contribuições, tanto no âmbito educacional quanto tecnológico. Abaixo, são apresentadas as principais justificativas para a realização deste projeto.

4.1. RELEVÂNCIA DO PROJETO

1. **Experiência Prática:** O projeto oferece aos estudantes uma chance de aplicar o que aprenderam em sala de aula em um projeto real, ligando teoria à prática.
2. **Educação em Tecnologia:** Ao trabalhar com robótica e visão computacional, os participantes ganham conhecimentos valiosos que são altamente relevantes no mercado de trabalho hoje.
3. **Inovação no Treinamento Esportivo:** Este sistema pode ser usado para treinar habilidades de chute em futebol, tornando os treinos mais dinâmicos e interativos.

4.2. PROBLEMAS QUE O PROJETO RESOLVE

1. **Aprimoramento das Habilidades:** O goleiro automatizado permite que os jogadores treinem de maneira mais eficaz, recebendo feedback em tempo real sobre seus chutes.
2. **Acesso à Tecnologia:** O uso do Raspberry Pi e componentes acessíveis torna a tecnologia mais disponível, permitindo que mais pessoas experimentem e aprendam sobre robótica.
3. **Inspiração para Novos Projetos:** Ao documentar o desenvolvimento, o projeto pode servir como um guia e inspiração para futuros estudantes e pesquisadores que desejam criar suas próprias soluções tecnológicas.

5. CRONOGRAMA

Etapa	Mês											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1. Definição do Projeto		X	X									
2. Pesquisa e Planejamento		X	X	X								
3. Desenvolvimento do Algoritmo			X	X	X							
4. Programação do Controle				X	X	X						
5. Montagem do Hardware					X	X	X					
6. Testes Iniciais						X	X	X				
7. Ajustes e Refinamentos							X	X	X			
8. Validação do Sistema								X	X	X		
9. Documentação do Projeto								X	X	X		
10. Apresentação dos Resultados								X	X	X		

6. RELATO DO DESENVOLVIMENTO TÉCNICO

O desenvolvimento do goleiro 2D automatizado foi realizado em várias etapas, abrangendo tanto a parte de software quanto a de hardware. A seguir, descrevemos o processo em detalhes.

6.1. IMPLEMENTAÇÃO DO SOFTWARE

O primeiro passo foi a implementação do algoritmo de visão computacional. O software foi projetado para detectar a bola em movimento e controlar o servo motor. Os principais passos incluíram:

- **Detectção da Bola:** A detecção da bola foi realizada utilizando métodos adequados, como detecção de cores ou formas, dependendo da abordagem adotada. O sistema foi calibrado para funcionar bem em diferentes condições de iluminação.
- **Rastreamento da Posição:** Após a detecção, a posição da bola foi rastreada em tempo real, permitindo que o algoritmo calculasse a trajetória e a velocidade do objeto.
- **Controle do Servo Motor:** Com base na posição da bola, o software enviava comandos ao servo motor para mover o goleiro na direção correta. O controle foi realizado utilizando a biblioteca RPi.GPIO do Raspberry Pi.

6.2. MONTAGEM DO HARDWARE

A montagem do sistema foi realizada em etapas para garantir que todos os componentes funcionassem de forma integrada. Os passos incluíram:

- **Configuração do Raspberry Pi:** O Raspberry Pi foi configurado com o sistema operacional Raspbian, e as bibliotecas necessárias foram instaladas para a execução do projeto.
- **Conexão dos Componentes:** A câmera foi conectada ao Raspberry Pi e posicionada de forma a capturar toda a área de jogo. O servo motor foi

montado no goleiro, permitindo o movimento lateral para defender a bola.

- **Testes de Conexão:** Foram realizados testes para verificar se todos os componentes estavam funcionando corretamente e se a comunicação entre o software e o hardware estava estabelecida.

6.3. TESTE E AJUSTES

Após a montagem, o sistema passou por uma série de testes para avaliar seu desempenho:

- **Testes de Detecção:** A precisão da detecção da bola foi avaliada em diferentes condições de iluminação e ângulos de visão. Ajustes nos parâmetros de detecção foram feitos para otimizar a performance.
- **Ajustes no Movimento do Goleiro:** O tempo de resposta do servo motor foi monitorado, e ajustes foram feitos na lógica de controle para garantir que o goleiro se movesse de forma rápida e eficiente em resposta à posição da bola.
- **Testes Práticos:** Simulações de chutes foram realizadas para avaliar a eficácia do goleiro em defender a bola. Os resultados foram analisados e utilizados para refinamentos adicionais no sistema.

6.4. GALERIA DE FOTOS

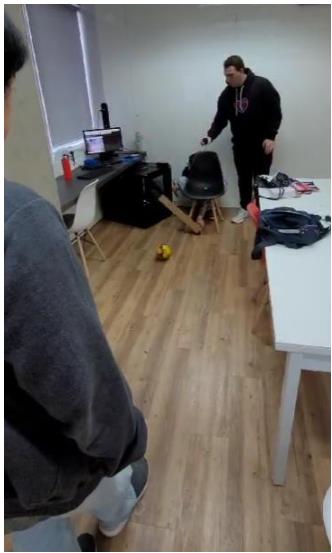


Figura 1: Sistema do goleiro sendo testado e funcionando.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do goleiro 2D automatizado utilizando um Raspberry Pi e técnicas de visão computacional demonstrou ser uma experiência enriquecedora, tanto do ponto de vista técnico quanto educacional. O Projeto demonstrou a viabilidade da utilização de um Raspberry Pi em sistemas de visão computacional para controle em tempo real. Os testes mostraram que o sistema consegue detectar a bola e mover o goleiro de forma eficaz, alcançando os objetivos propostos.

7.1. RESULTADOS E APRENDIZADOS

A implementação bem-sucedida do sistema destacou a importância da calibração adequada dos componentes e do ajuste dos parâmetros de detecção. Os desafios enfrentados durante a integração de hardware e software proporcionaram uma valiosa experiência prática, ressaltando a necessidade de um planejamento cuidadoso e de iterações constantes para otimizar o desempenho.

7.2. POSSÍVEIS APLICAÇÕES FUTURAS

O goleiro automatizado pode ser utilizado como ferramenta de treinamento para jogadores de futebol, permitindo práticas mais interativas e desafiadoras. Além disso, este projeto serve como base para futuras investigações na área de robótica esportiva, com a possibilidade de expandir as funcionalidades do sistema ou integrar novas tecnologias.

Em suma, o desenvolvimento deste goleiro 2D não apenas cumpriu com seus objetivos, mas também incentivou novas ideias e abordagens para a aplicação da tecnologia no esporte.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) RPi.GPIO Documentation. (2023). Disponível em:
<https://sourceforge.net/p/raspberry-gpio-python/wiki/Home/>
- 2) OpenCV Documentation. (2023). Disponível em:
<https://opencv.org/documentation/>
- 3) RoboCup. (2023). Disponível em: <https://www.robocup.org/>
- 4) GOMES, R. P. (2020). **Controle de Servo Motores com Raspberry Pi.**
Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais.