

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

ECHOWAVE

JOÃO HENRIQUE DAS GRAÇAS
MURILO SALVIATO PILEGGI
GUIDO ALVARO PILLCO CRUZ
JOSÉ ARTHUR SILVA MACHADO
GABRIEL D'ALENÇON PANTALEÃO

ERICK TOSHIO YAMAMOTO

SÃO PAULO

2024

JOÃO HENRIQUE DAS GRAÇAS – RM 95830

MURILO SALVIATO PILEGGI - RM 87911

GUIDO ALVARO PILLCO CRUZ - RM 95866

JOSÉ ARTHUR SILVA MACHADO - RM 94697

GABRIEL D'ALENÇON PANTALEÃO - RM 558632

ECHOWAVE

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 Erick Toshio Yamamoto, e submetido ao Conselho de Ensino Pesquisa e Extensão – CEPE do FIAP - Centro Universitário.

SÃO PAULO

2024

RESUMO

Este estudo explora o uso da visão computacional para facilitar a movimentação e tomada de decisão em robôs sociais autônomos aplicados na área hospitalar infantil. O objetivo é apoiar a equipe médica e auxiliar no acompanhamento de crianças com transtorno do espectro autista durante processos de internação, observação ou terapia. O robô também se comunica via ondas sonoras para transmitir dados à equipe médica, informando a situação do paciente. Este projeto combina inteligência artificial e comunicação de dados, permitindo que o robô interaja de forma eficiente em ambientes hospitalares, contribuindo para uma melhor socialização e desenvolvimento emocional das crianças autistas.

Palavras-chave: Visão Computacional. Robôs Sociais. Transtorno do Espectro Autista.

ABSTRACT

This study explores the use of computer vision to enable movement and decision-making in autonomous social robots applied in pediatric hospitals. The goal is to assist medical staff and help monitor children with autism spectrum disorder during hospitalization, observation, or therapy processes. The robot also communicates via sound waves to transmit data to the medical team, informing them about the patient's condition. This project combines artificial intelligence and data communication, allowing the robot to interact effectively in hospital environments, contributing to better socialization and emotional development of autistic children.

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	OBJETIVOS.....	2
2.1.	OBJETIVO GERAL.....	2
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3.	ESTADO DA ARTE	3
4.	JUSTIFICATIVAS	4
5.	CRONOGRAMA	5
6.	RELATO DO DESENVOLVIMENTO TÉCNICO	6
6.1	PROTOTIPAÇÃO.....	6
6.2	VISÃO COMPUTACIONAL.....	6
6.3	COMUNICAÇÃO POR ONDAS.....	6
6.4	MOVIMENTAÇÃO AUTÔNOMA.....	6
6.5	INTEGRAÇÃO COM LLM.....	7
7.	GALERIA DE IMAGENS.....	7
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	11
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

1. INTRODUÇÃO

O projeto em questão visa o desenvolvimento de um robô social autônomo voltado para a área hospitalar infantil, com foco no apoio a crianças com transtorno do espectro autista (TEA). O robô utiliza visão computacional para detectar expressões faciais e interpretar sinais gestuais, facilitando a comunicação e interação social das crianças. Além disso, a comunicação via ondas sonoras entre o robô e a equipe médica permite a transferência de dados sobre o estado do paciente, auxiliando no monitoramento e tratamento em tempo real. Esse projeto se insere no contexto crescente do uso de robótica na saúde, com aplicações específicas para melhorar a resposta ao tratamento infantil.

2. OBJETIVOS

Os objetivos do projeto são centrados no desenvolvimento de robôs sociais que possam auxiliar crianças com TEA, promovendo uma comunicação mais eficaz e um melhor acompanhamento médico durante internações e terapias.

2.1. OBJETIVO GERAL

Desenvolver um robô social autônomo capaz de interagir com crianças autistas em ambiente hospitalar, utilizando técnicas de visão computacional e comunicação por ondas sonoras para facilitar a socialização e o monitoramento do estado emocional das crianças.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar sistemas de detecção facial e reconhecimento de gestos utilizando técnicas de aprendizado de máquina;
- Desenvolver um módulo de comunicação por ondas sonoras para transferência de dados entre o robô e a equipe médica;
- Melhorar a interação social das crianças com TEA por meio do uso de robôs que auxiliem na compreensão de expressões faciais e linguagem corporal;
- Testar a eficácia do robô em cenários reais de hospitalização, com foco em sua capacidade de acompanhar a equipe médica e monitorar crianças em tratamento.

3. ESTADO DA ARTE

A utilização de robôs sociais na área da saúde tem avançado significativamente. Estudos como o de McBride (2020) destacam o potencial dos robôs autônomos em melhorar a terapia de crianças autistas, auxiliando na socialização e no reconhecimento de emoções. A robótica aplicada à saúde infantil é uma área em crescimento, com um aumento esperado de 20,5% ao ano até 2028 (Grand View Research). No contexto de comunicação, a adoção de ondas sonoras como meio de transferência de dados entre dispositivos médicos tem ganhado espaço, especialmente em ambientes hospitalares, como relatado por Bhardwaj et al. (2022). Esses robôs são capazes de identificar gestos e expressões faciais, utilizando bibliotecas de visão computacional, como a Dlib, para ajustar pontos de referência faciais. A abordagem modularizada de comunicação por transformada de Galois também permite uma transferência eficiente de dados em diferentes plataformas.

4. JUSTIFICATIVAS

Este projeto é relevante por sua capacidade de promover melhorias no acompanhamento e tratamento de crianças com transtorno do espectro autista em ambientes hospitalares. Através do uso de robôs sociais autônomos, espera-se facilitar a comunicação e a socialização de crianças com dificuldades de expressão emocional, contribuindo para o seu desenvolvimento. Além disso, a inovação no uso de ondas sonoras para a comunicação de dados médicos pode ajudar a equipe hospitalar a monitorar pacientes de forma mais eficiente. O projeto não apenas explora soluções tecnológicas avançadas, mas também busca oferecer um impacto social positivo, especialmente para crianças e suas famílias, melhorando o ambiente de tratamento e acompanhamento.

5. CRONOGRAMA

Etapa	Mês											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1. Definição dos Requisitos Funcionais			X	X								
2. Escolha dos Componentes de Hardware				X								
3. Desenvolvimento do Sistema de Navegação Autônoma						X						
4. Programação da Interface de Comunicação Entre Dispositivos					X	X						
5. Implementação do Reconhecimento de Pessoas e Gestos						X	X	X	X			
6. Controle de Motores com BTS7960			X	X					X			
7. Desenvolvimento de Algoritmos de Interação Humano-Robô								X	X			
8. Testes de Campo e Validação								X	X	X		
9. Otimização de Desempenho e Consumo de Energia								X	X	X		
10. Documentação e Análise de Resultados								X	X	X		

6. RELATO DO DESENVOLVIMENTO TÉCNICO

O desenvolvimento do projeto se deu por etapas que envolveram a prototipação do robô, a integração dos modelos de inteligência artificial e a implementação dos sistemas de comunicação e movimentação autônoma.

6.1 PROTOTIPAÇÃO

O protótipo desenvolvido baseia-se em uma unidade robótica inspirada no design da unidade R2-D2, famosa pela saga Star Wars. A estrutura do robô foi construída utilizando materiais leves e equipados com sensores de visão computacional e um sistema de controle motor autônomo.

6.2 VISÃO COMPUTACIONAL

Para a detecção facial e reconhecimento de expressões, utilizamos a biblioteca Dlib, que permite a identificação de 68 pontos de referência em um rosto humano. O sistema foi configurado para detectar gestos faciais e interpretar sinais emocionais das crianças.

6.3 COMUNICAÇÃO POR ONDAS SONORAS

A comunicação entre o robô e a equipe médica é realizada por meio de ondas sonoras, utilizando uma implementação da Transformada de Galois para garantir uma transmissão de dados segura e robusta. O protocolo de envio de dados utiliza codificação Reed-Solomon, com algoritmos que mitigam ruídos ambientais e interferências.

6.4 MOVIMENTAÇÃO AUTÔNOMA

O robô conta com um sistema de navegação autônoma que permite acompanhar a equipe médica em hospitais, interpretando sinais visuais, como cores e formas, para auxiliar no tratamento de crianças autistas. Foram realizados testes de movimentação, como o acompanhamento de uma bola

amarela, comprovando a eficácia do sistema.

6.5 INTEGRAÇÃO COM LLM

Um modelo de LLM está sendo integrado ao sistema do robô, permitindo que o robô interaja verbalmente com as crianças e a equipe médica. Essa funcionalidade visa melhorar a interação social e emocional da criança, proporcionando uma experiência lúdica e terapêutica.

GALERIA DE IMAGENS



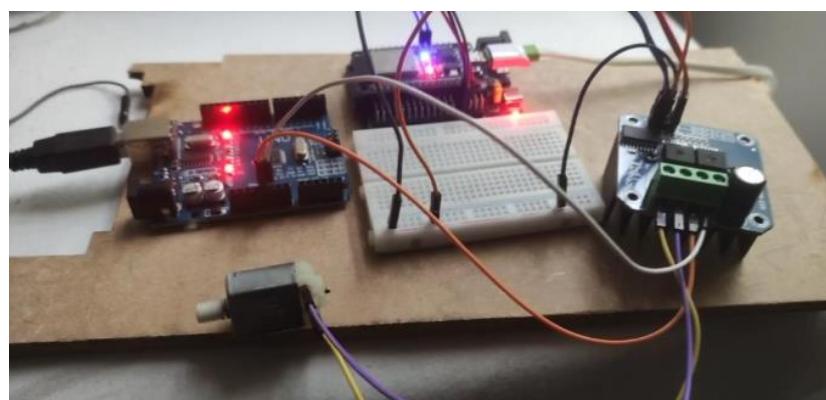
Início do trabalho de construção do corpo do robô



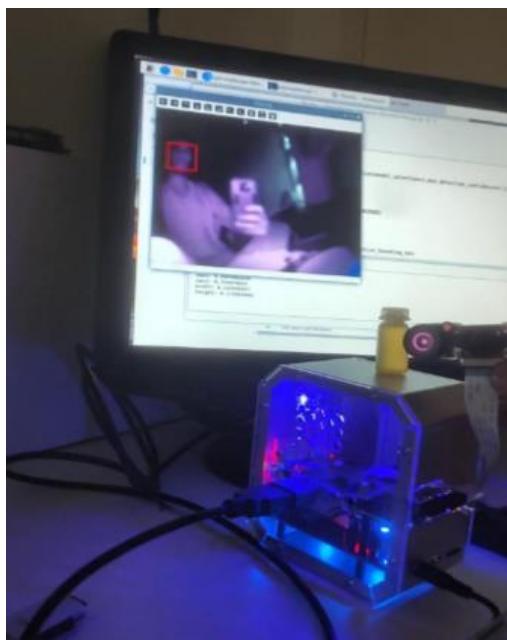
Testes de material e estrutura do robô

```
Activities Terminal out 4 17:19
muzodamassa@muzodamassa-MacBookAir: ~/ROS2/rot_workspace/bridge_node_pkg
[INFO] [1720073900.556575400] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.656100740] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.758709810] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.856405775] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.956320652] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.056421683] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.155806030] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.2556515410] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.354001370] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.4554435790] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.555711554] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.656411990] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.756420010] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.856589140] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.956440900] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.056380630] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.155932030] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.256017150] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.354593990] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.454154550] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.555036855] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
[INFO] [1720073900.654439041] [bridge_node]: Timer triggered, sending data: 0,0
```

Foto do sistema de gerenciamento ROS



Testes iniciais do algoritmo de movimentação autônoma e controle dos motores



Desenvolvimento do algoritmo de reconhecimento facial no Raspberry Pi 4



Finalização dos testes mecânicos e resistência do robô



Movimentação autônoma do robô para seguir através de comandos dados pela mão da pessoa

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do robô social autônomo para auxiliar crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) em ambientes hospitalares já alcançou marcos importantes, apesar de ainda estar em progresso. Entre as conquistas mais notáveis estão os avanços na navegação autônoma, na comunicação entre dispositivos e no reconhecimento de gestos e pessoas, que representam pilares fundamentais para o sucesso do projeto.

A implementação bem-sucedida da navegação autônoma é um destaque. O robô foi capaz de seguir objetos, como a bola amarela, e mover-se de forma autônoma, respondendo com precisão a comandos visuais. Esse resultado demonstra que o robô pode navegar de maneira eficiente nos corredores hospitalares, adaptando-se ao ambiente e interagindo de forma responsável, o que é essencial para proporcionar experiências interativas com as crianças.

Além disso, outro avanço significativo foi a implementação da comunicação entre dispositivos por meio da Transformada de Galois e o código Reed-Solomon, garantindo uma transmissão de dados robusta e confiável. Essa solução tecnológica é crucial em um ambiente hospitalar, onde a integridade dos dados é essencial para assegurar que informações críticas possam ser transmitidas sem falhas, promovendo uma comunicação eficaz entre o robô e outros sistemas.

No campo da visão computacional, o robô demonstrou uma evolução no reconhecimento de gestos e de pessoas, utilizando a biblioteca Dlib para detectar rostos e interpretar gestos de maneira eficiente. Esse recurso é especialmente valioso para a interação com crianças com TEA, pois permite que o robô responda a sinais não verbais, como expressões faciais e movimentos de mãos, facilitando uma comunicação mais intuitiva.

Esses resultados indicam que a solução proposta tem o potencial de oferecer suporte significativo tanto para as crianças quanto para os profissionais de saúde. A combinação de navegação autônoma, reconhecimento de gestos e comunicação entre dispositivos está moldando o robô como uma ferramenta versátil, capaz de melhorar o bem-estar infantil em ambientes hospitalares, criando interações mais acolhedoras e personalizadas.

Nos próximos passos, o foco será continuar os testes em campo, validando esses avanços em situações reais e aprimorando a autonomia do robô, especialmente no que se refere à eficiência energética e à capacidade de resposta a diferentes contextos e interações. O progresso contínuo nesse sentido irá consolidar ainda mais o robô como uma ferramenta poderosa no apoio ao tratamento e cuidado de crianças com TEA.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alghamdi, M., Alhakbani, N., & Al-Nafjan, A., 2023. Assessing the Potential of Robotics Technology for Enhancing Educational for Children with Autism Spectrum Disorder. *Behavioral Sciences*, 13.

<https://doi.org/10.3390/bs13070598>.

V. Kazemi and J. Sullivan, "One millisecond face alignment with an ensemble of regression trees," 2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Columbus, OH, USA, 2014, pp. 1867-1874.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/6909637>.

Sattar, K. Abdul; Al-Omaary, A. A survey: security issues in iot environment and iot architecture. 3Rd Smart Cities Symposium (Scs 2020), [S.L.], v. 22, n. 20, p. 96-102, 2021. Institution of Engineering and Technology. <http://dx.doi.org/10.1049/icp.2021.0894>.

Bhardwaj, Akashdeep; Kaushik, Keshav; Bharany, Salil; Elnaggar, Mohamed F.; Mossad, Mohamed I.; Kamel, Salah. Comparison of IoT Communication Protocols Using Anomaly Detection with Security Assessments of Smart Devices. *Processes*, [S.L.], v. 10, n. 10, p. 1952, 27 set. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/pr10101952>.

Ramírez-Duque, A.A., Frizera-Neto, A. & Bastos, T.F. Robot-Assisted Autism Spectrum Disorder Diagnostic Based on Artificial Reasoning. *J Intell Robot Syst* 96, 267–281 (2019).

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10846-018-00975-y>.