



Federação das Indústrias do Estado da Bahia

CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC

Engenharia de Automação e Controle

Engenharia Mecânica

Projeto Theoprax de Conclusão de Curso

Doogie: um projeto de robô micromouse

Apresentada por:

Caio Amaral
Élisson Riller
Elton Marques
Iure Pinheiro
Mateus Menezes

Orientador:

Prof. Marco Reis, M.Eng.

Setembro de 2019

Caio Amaral
Élisson Riller
Elton Marques
Iure Pinheiro
Mateus Menezes

Doogie: um projeto de robô micromouse

Projeto Theoprax de Conclusão de Curso apresentada ao , Curso de Engenharia de Automação e Controle e Engenharia Mecânica do Centro Universitário SENAI CIMATEC, como requisito parcial para a obtenção do título de **Bacharel em Engenharia**.

Área de conhecimento: Interdisciplinar
Orientador: Prof. Marco Reis, M.Eng.

Salvador
Centro Universitário SENAI CIMATEC
2019

Resumo

Escreva aqui o resumo da dissertação, incluindo os contextos geral e específico, dentro dos quais a pesquisa foi realizada, o objetivo da pesquisa, assunção filosófica, os métodos de pesquisa usados e as possíveis contribuições que o que é proposto pode trazer à sociedade.

Palavras-chave: Palavra-chave 1, Palavra-chave 2, Palavra-chave 3, Palavra-chave 4, Palavra-chave 5

Abstract

Escreva aqui, em inglês, o resumo da dissertação, incluindo os contextos geral e específico, dentro dos quais a pesquisa foi realizada, o objetivo da pesquisa, assunção filosófica, os métodos de pesquisa usados e as possíveis contribuições que o que é proposto pode trazer à sociedade.

Keywords: Keyword 1, Keyword 2, Keyword 3, Keyword 4, Keyword 5

Sumário

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introdução | 1 |
| 1.1 | Objetivos | 1 |
| 1.1.1 | Objetivos Específicos | 1 |
| 1.2 | Justificativa | 1 |
| 1.3 | Organização do Projeto Theoprax de Conclusão de Curso | 2 |
| 2 | Fundamentação Teórica | 3 |
| 2.1 | Micromouse | 3 |
| 2.2 | Robotics Frameworks | 3 |
| 2.3 | Estudo do estado da arte | 3 |
| 2.4 | Benchmark | 5 |
| 2.4.1 | GreenGiant | 5 |
| 2.4.2 | WPISmartMouse | 6 |
| 2.4.3 | Kumamoto National College | 8 |
| 2.4.4 | WolfieMouse | 9 |
| 2.4.5 | Raspberry Pi Mouse V2 | 11 |
| 2.4.6 | Matriz de Comparação | 14 |
| 2.5 | Assunto 2 | 14 |
| 3 | Materiais e Métodos | 15 |
| 3.1 | Metodologia | 15 |
| 3.2 | Descrição do sistema | 15 |
| 3.2.1 | Especificação técnica | 15 |
| 3.2.2 | Arquitetura geral do sistema | 15 |
| 3.2.3 | Arquitetura de software | 15 |
| 3.3 | Desdobramento da função qualidade | 15 |
| 3.3.1 | Requisitos do cliente | 16 |
| 3.3.2 | Requisitos técnicos | 16 |
| 3.4 | Especificação dos componentes | 16 |
| 3.4.1 | Estrutura analítica do protótipo | 16 |
| 3.4.2 | Lista de componentes | 16 |
| 3.5 | Diagramas mecânicos | 16 |
| 3.6 | Modelo esquemático de alimentação e comunicação | 16 |
| 3.6.1 | Diagramas elétricos | 17 |
| 3.6.2 | Esquemas eletrônicos | 17 |
| 3.7 | Especificação das funcionalidades | 17 |
| 3.7.1 | Fluxo das informações | 17 |
| 3.7.2 | Funcionalidade 1 | 17 |
| 3.7.3 | Funcionalidade 2 | 17 |
| 3.7.4 | Funcionalidade 3 | 17 |
| 3.8 | Interface do Usuário | 18 |
| 3.9 | Simulação do sistema | 18 |

| | |
|--|-----------|
| 4 Resultados | 19 |
| 4.1 Testes unitários | 19 |
| 4.2 Integração do sistema | 19 |
| 4.3 Testes integrados | 19 |
| 4.4 Avaliação da prontidão tecnológica | 19 |
| 4.5 Trabalhos futuros | 19 |
| 5 Conclusão | 20 |
| 5.1 Considerações finais | 20 |
| A QFD | 21 |
| B Diagramas mecânicos | 22 |
| C Diagramas eletro-eletrônicos | 23 |
| D Wireframes | 24 |
| E Logbook | 25 |
| Referências | 26 |

Lista de Tabelas

| | | |
|-----|-----------------------|---|
| 2.1 | Green Giant | 6 |
| 2.2 | Smartmouse | 7 |

Lista de Figuras

| | | |
|------|--|----|
| 2.1 | Moonlight Special - Primeiro modelo <i>micromouse</i> a ganhar uma competição. | 4 |
| 2.2 | Green Giant. | 5 |
| 2.3 | WPISmartMouse | 7 |
| 2.4 | Kumamoto. | 8 |
| 2.5 | Especificações do Kumamoto. | 9 |
| 2.6 | WolfieMouse. | 10 |
| 2.7 | Especificações do WolfieMouse. | 10 |
| 2.8 | RaspiMouse. | 12 |
| 2.9 | Especificações do RaspiMouse. | 13 |
| 2.10 | Matriz de Comparação. | 14 |

Lista de Siglas

tprax
WWW World Wide Web

Lista de Simbolos

Introdução

O mundo é - e sempre foi - um mundo de rede. Todavia apenas nas últimas duas décadas a teoria de redes tornou-se um tópico que atraído atenção de pesquisadores e da mídia (refletida nos trabalhos de (BARABÁSI, 2003), (WATTS, 2003), (NEWMAN; WATTS, 2006)), especialmente em relação às redes sociais: os relacionamentos entre os terroristas do 11/9, a forma como a SARS se espalhou em 2002/03 e o mito dos "6 graus de separação" entre dois indivíduos. Até mesmo a forma como a obesidade se espalha pode ser explicada através da análise de redes. O aumento da popularidade dos sites de rede social como Facebook, Google+ ou LinkedIn (ou a Plataforma Lattes brasileira) aumenta a nossa percepção de rede formada por nossos amigos, colegas e família e isso constitui a base invisível de nossa vida social.

1.1 *Objetivos*

Nesta seção os objetivos principal (também pode-se se utilizar a palavra meta) da monografia de graduação ou especialização, dissertação de mestrado ou tese de doutorado são apresentados.

1.1.1 *Objetivos Específicos*

Nesta seção os objetivos específicos (também pode-se se utilizar a palavra meta) da monografia de graduação ou especialização, dissertação de mestrado ou tese de doutorado são apresentados.

1.2 *Justificativa*

O pesquisador/estudante deve apresentar os aspectos mais relevantes da pesquisa ressaltando os impactos (e.g. científico, tecnológico, econômico, social e ambiental) que a pesquisa causará. Deve-se ter cuidado com a ingenuidade no momento em que os argumentos forem apresentados.

1.3 Organização do Projeto Theoprax de Conclusão de Curso

Este documento apresenta 5 capítulos e está estruturado da seguinte forma:

- **Capítulo 1 - Introdução:** Contextualiza o âmbito, no qual a pesquisa proposta está inserida. Apresenta, portanto, a definição do problema, objetivos e justificativas da pesquisa e como este projeto theoprax de conclusão de curso está estruturado;
- **Capítulo 2 - Fundamentação Teórica:** XXX;
- **Capítulo 3 - Materiais e Métodos:** XXX;
- **Capítulo 4 - Resultados:** XXX;
- **Capítulo 5 - Conclusão:** Apresenta as conclusões, contribuições e algumas sugestões de atividades de pesquisa a serem desenvolvidas no futuro.

Fundamentação Teórica

Quanto maior for a rapidez de transformação de uma sociedade, mais temporárias são as necessidades individuais. Essas flutuações tornam ainda mais acelerado o senso de turbilhão da sociedade.

(Alvin Toffler)

Quanto maior for a rapidez de transformação de uma sociedade, mais temporárias são as necessidades individuais. Essas flutuações tornam ainda mais acelerado o senso de turbilhão da sociedade.

(Alvin Toffler)

2.1 Micromouse

2.2 Robotics Frameworks

2.3 Estudo do estado da arte

A competição Micromouse é um concurso anual na qual estudantes do mundo todo desenvolvem pequenos robôs autônomos, chamados *micromouse*, postos a correr dentro de um labirinto. Dessa forma, o *micromouse* que mais rápido chegar ao seu centro é o vencedor da competição.



Figura 2.1: Moonlight Special - Primeiro modelo *micromouse* a ganhar uma competição.

Sua ideia surge em 1977, quando a *IEEE Spectrum Magazine* trouxe pela primeira vez o conceito de robôs autônomos para resolução de labirintos. Pouco tempo depois, sua primeira competição foi realizada, em junho de 1979, na primeira *IEEE Amazing Micromouse Maze Contest* organizada na cidade de Nova York. Rapidamente, o conceito da competição se espalhou e, já no começo da década de 90, vários clubes voltados para Micromouse surgiam em escolas e universidades do mundo todo ([DE; HALL, 2004](#)).

Atualmente, a *IEEE Micromouse Competition* adota uma configuração que consiste em um labirinto de 16 x 16 blocos. Cada bloco possui 18 x 18 cm. As paredes, que possuem 5 cm de altura, são pintadas de branco de modo a ser reflexiva à luz infravermelha. O chão, por outro lado, é pintado de preto, para que não seja reflexivo. Além disso, os competidores sabem previamente que o *micromouse* tem seu ponto de partida localizado em um dos cantos do labirinto, devendo alcançar o seu centro para terminar o desafio. Com base nisso, os participantes devem usar de algoritmos de busca para explorar o labirinto e encontrar a rota mais otimizada para o ponto de chegada estabelecido pela competição. O robô por sua vez, não pode ter suas dimensões maiores que uma seção de 25 x 25 cm. As regras completas estão dispostas como anexo no final do documento.

2.4 Benchmark

2.4.1 GreenGiant

A Green Giant é uma desenvolvedora de múltiplas plataformas de robótica, especializada em eletrônica embarcada, tendo como seu carro-chefe o *micromouse*. Seu modelo mais recente, 2016 - 2017, é voltado para alto desempenho em competições, alcançando a posição de quarto lugar durante a APEC *Applied Power Electronics Conference* de 2016.

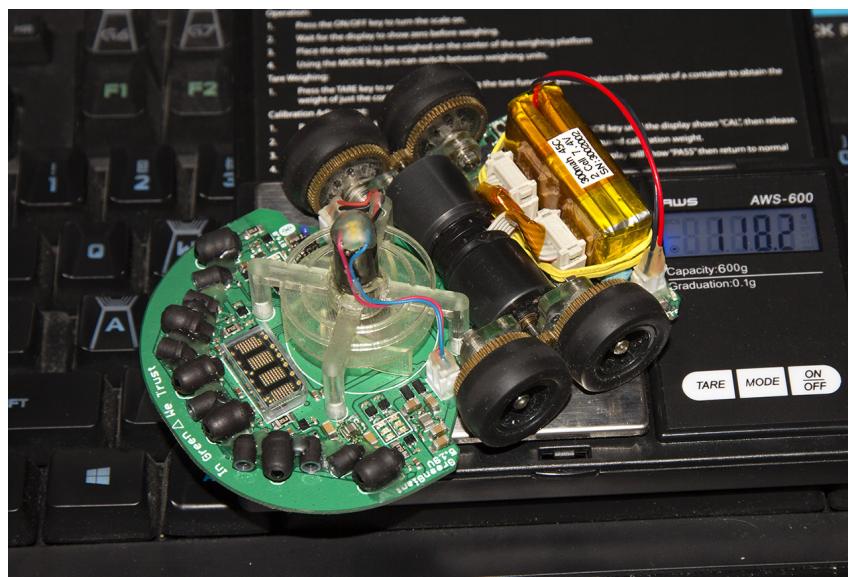


Figura 2.2: Green Giant.

Sua interface de usuário possui *Dot Matrix Display*, sinalizadores led, botões, buzzer, além de possuir um sistema de comunicação Bluetooth 4.0. Ademais, o modelo usa um sistema de ventoinhas de sucção para aumentar o nível de aderência das rodas, permitindo alcançar maiores velocidades sem derrapar.

| Green Giant 5.19V | |
|--------------------------|---------------------------------------|
| Fabricante | Green Ye |
| Ano | 2017 |
| Linguagem de Programação | C/C++ |
| Sensores | IR, MPU, IE |
| Controlador | STM32 |
| Simulador | - |
| Bateria | LiPo 300mAh (7,4V) |
| Rodas | 3D printed mount&wheel + mini-z tyres |
| Motor | DC-Motor 6 540RPM 0,21Nm (6V) |
| User Interface | DMD 5x7, LEDs, Botão, Bluetooth |
| Outros | sistema de ventoinhas de sucção |

Tabela 2.1: Green Giant

Pontos Positivos:

- Produto de alto desempenho em competições;
- Sistema de ventoinhas de sucção.

Pontos Negativos:

- Não possui suporte à simulação;
- Projeto pouco documentado;
- Não possui guia do usuário;
- Não possui suporte nativo para ambiente ROS.

2.4.2 WPISmartMouse

A organização estudantil, WPI CollabLab, compartilham um espaço de laboratório entre seus membros para projetos com viez colaborativo a sociedade. Nesse espaço desenvolveu-se o Smartmouse, projeto *micromouse* voltado para a competição Micro-mouse *Brown IEEE Robotic Olympiad*. O projeto também se extendeu para o desenvolvimento de um ambiente de simulação apartir dos projetos Gazebo e Ignition, não possuindo entretanto suporte para ROS.

| Smartmouse | |
|--------------------------|----------------------------|
| Fabricante | WPI CollabLab |
| Ano | 2018 |
| Linguagem de Programação | Arduino/C, Python, BASCOM |
| Sensores | IR, Magnetic Encoder |
| Controlador | Teensy 3.6 |
| Simulador | Gazebo |
| Bateria | LiPo 1500mAh (7,4V) |
| Rodas | Solarbotics RW2i Wheel |
| Motor | DC-Motor 650RPM 2,35Nm(6V) |
| User Interface | LEDs |
| Outros | documentação no git |

Tabela 2.2: Smartmouse

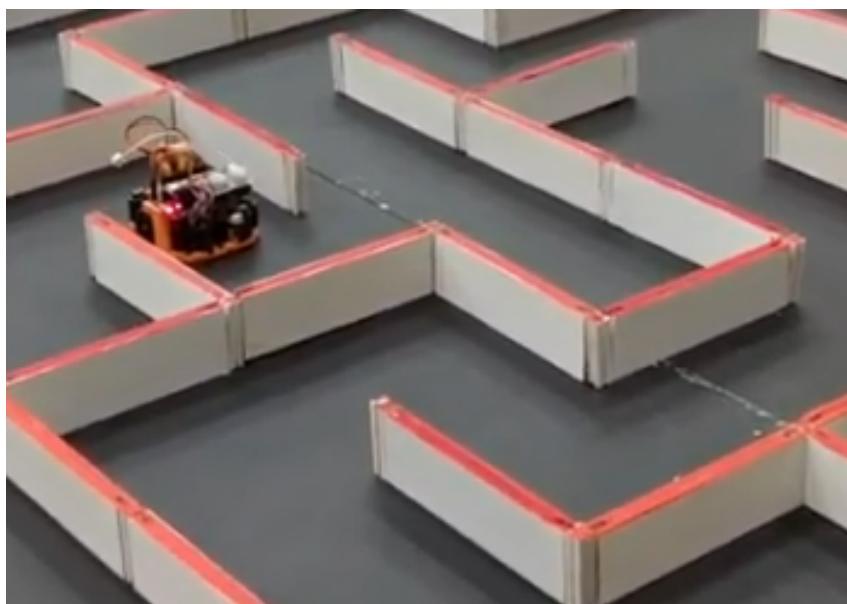


Figura 2.3: WPISmartMouse

Pontos Positivos:

- Provê ambiente de simulação;
- Documentação disponível no github;
- Possui portabilidade para mais de uma linguagem de programação.

Pontos Negativos:

- Não possui suporte nativo para ambiente ROS;
- Pouca variedade de sensores;

- Não possui guia do usuário;
- Poucos recursos na interface com o usuário.

2.4.3 Kumamoto National College

O Instituto Nacional de Tecnologia de Kumamoto, *Kumamoto National College*, apresentou no ano de 2008 um projeto de desenvolvimento de ferramentas educacionais voltada para integração de sistemas e suas implementações. O projeto é direcionado aos seus estudantes do 5º ano de engenharia, através da produção de um *micromouse* para a competição do ramo de *Kyushu*.

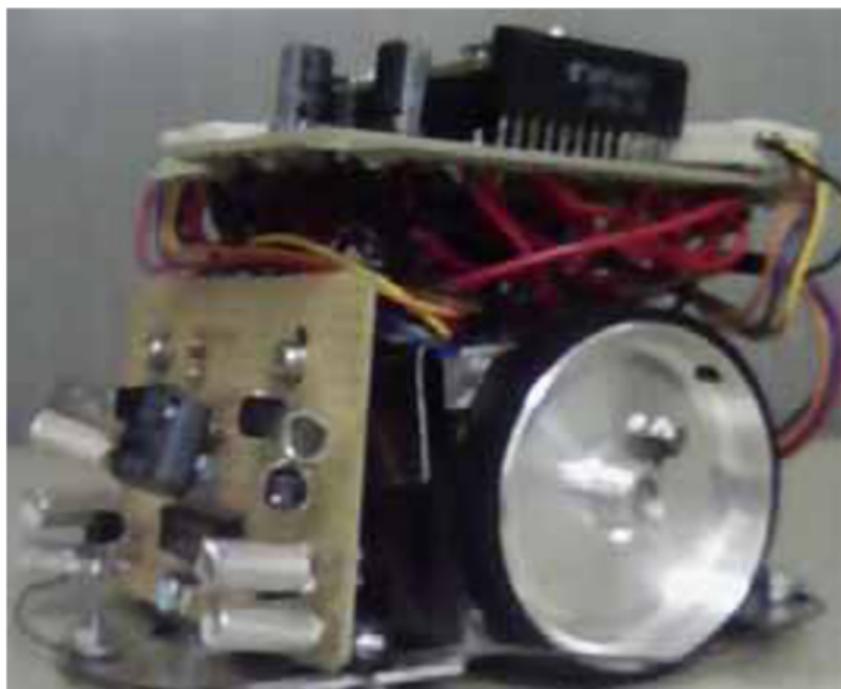


Figura 2.4: Kumamoto.

O hardware do robô foi bastante simplificado, visando facilitar o desenvolvimento pelos estudantes ainda não familiarizados com a robótica e eletrônica, além de buscar reduzir os custos de produção do robô. Como ferramenta educativa, o projeto conseguiu que seus estudantes produzissem o *micromouse* em um semestre de atividades. Contudo, conceitos da robótica (ex: robótica móvel, fusão de sensores, visão, navegação) não foram trabalhados ou não foram citados no artigo gerado a partir do projeto.

| Kumamoto National College | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| Fabricante | Kiyoteru Hayama and Tsutomu Matsumoto |
| Ano | 2008 |
| Linguagem | C |
| Sensores | IR |
| Controlador | H8Tiny-3664 |
| Simulador | - |
| Bateria | LiPo 900mAh (7,4V) |
| Rodas | wheels, tires |
| Motor | Step Motor 0,78Nm (5,6V) |
| User Interface | LEDs |
| Outros | Documentação em artigo |

Figura 2.5: Especificações do Kumamoto.

Pontos Positivos:

- Projeto com fins educacionais;
- Fácil desenvolvimento.

Pontos Negativos:

- Não possui suporte nativo para ambiente ROS;
- Pouca variedade de sensores;
- Não possui guia para usuário;
- Poucos recursos na interface com o usuário;
- Não possui nenhum ambiente de simulação.

2.4.4 WolfieMouse

O WolfieMouse é um projeto de robótica que desenvolveu um *micromouse* para competir na *2018 Region 1 Robotics Competition*.

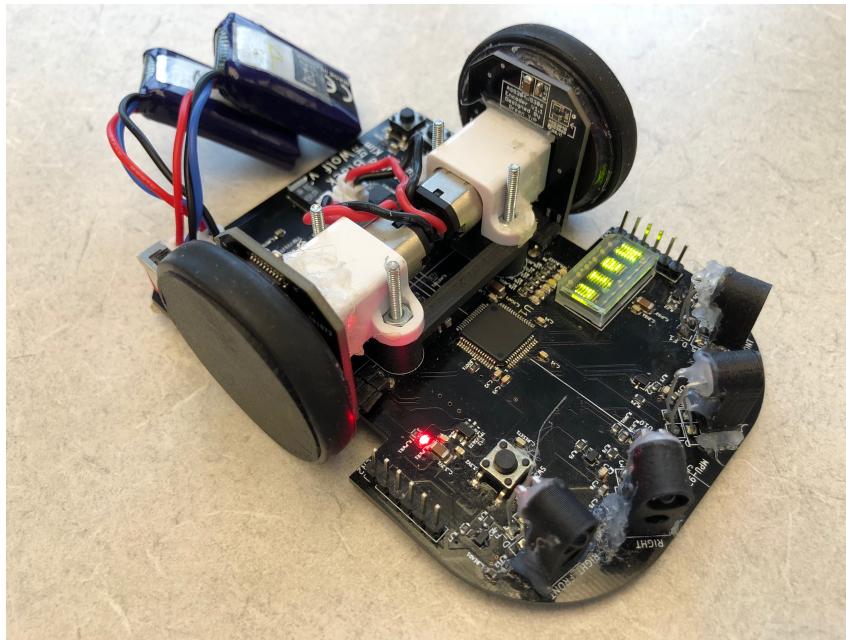


Figura 2.6: WolfieMouse.

Além da plataforma robótica, que conta com hardwares programados em baixo nível, para melhor otimização de seus controles, a equipe também realizou um ambiente de simulação baseado em C++ emulado no terminal do computador. Toda documentação foi disponibilizada em um repositório git, que também possui tutoriais para o desenvolvimento do robô.

| WolfieMouse | |
|--------------------|------------------------------------|
| Fabricante | Bryant Gonzaga, Bum Kim, Hyun Choi |
| Ano | 2018 |
| Linguagem | C++, C, ARM Assembly, Python |
| Sensores | MPU, ToF, Magnetic Encoder |
| Controlador | STM32 |
| Simulador | Terminal-based |
| Bateria | * |
| Rodas | * |
| Motor | DC-Motor |
| User Interface | DMD 5x7, buttons |
| Outros | documentação e tutoriais no git |

Figura 2.7: Especificações do WolfieMouse.

Pontos Positivos:

- Projeto bem documentado;
- Possui tutoriais;
- Possui ambiente de simulação.

Pontos Negativos:

- Não possui suporte nativo para ambiente ROS;
- Pouco foco em finalidades educativas com o produto;
- Não possui guia para usuário;
- Poucos recursos na interface com o usuário.

2.4.5 Raspberry Pi Mouse V2

A RT Corporation Micromouse é uma desenvolvedora japonesa de plataformas robóticas voltada para aplicações voltadas de pesquisas à hobistas. Um de seus segmentos é voltado para *micromouse*, fortemente representado pelo seu produto Raspberry Pi Mouse V2, citado em ”Learning ROS robot programming with Raspberry Pi”(Nikkei BP, June 2018).

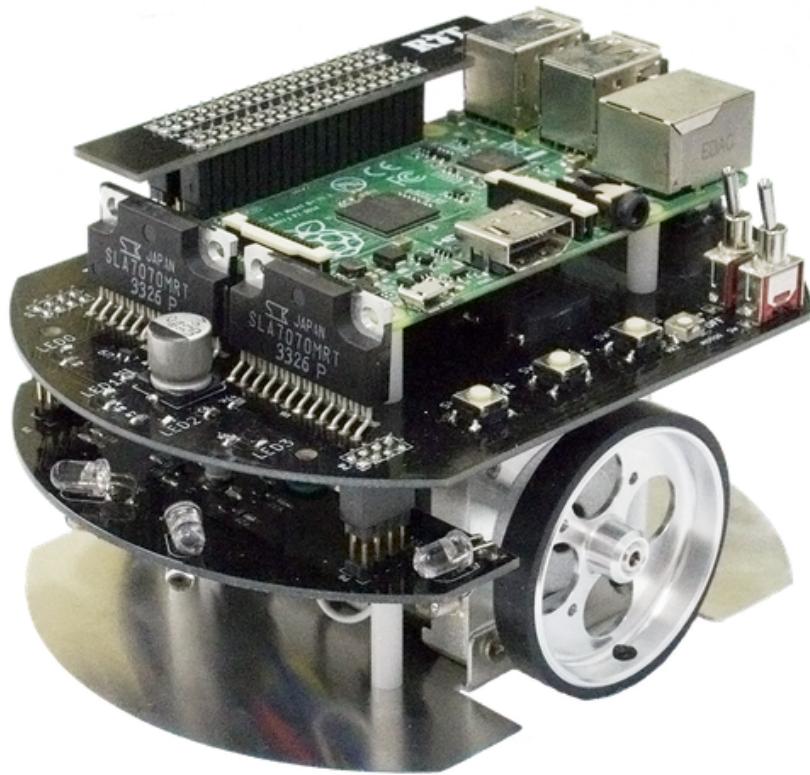


Figura 2.8: RaspiMouse.

O modelo citado, é um robô de plataforma baseado em *micromouse* que utiliza uma Raspberry Pi como sua placa principal. Dessa forma o robô pode ser controlado pelos principais middleware de robótica (ROS/RTM), possuindo inclusive pacotes publicados na wiki do ROS voltados para navegação e simulação do *micromouse*;

| Raspberry Pi Mouse V2 | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| Fabricante | RT Corporation |
| Ano | 2016 |
| Linguagem | Python, Shell |
| Sensores | IR |
| Controlador | RaspberryPi3 |
| Simulador | Gazebo |
| Bateria | LiPo 1000mAh (7,4V) |
| Rodas | wheels, tires |
| Motor | Step-Motor 400step/rev (4 fases) |
| User Interface | Terminal, LEDs, Botão, Buzzer |
| Outros | documentação no git, mas em japonês |

Figura 2.9: Especificações do RaspiMouse.

Pontos Positivos:

- Projeto bem documentado;
- Disponível no Github;
- Possui tutoriais;
- Possui ambiente de simulação;
- Suporte aos principais middleware de robótica (ROS/RTM);
- Possui pacotes do ROS para seu controle;
- Plataforma é expansível.

Pontos Negativos:

- Toda documentação do produto está em japonês;
- O robô é pouco compacto.

2.4.6 Matriz de Comparação

| ÁREA | PESO | RECURSO | PESO | GreenGiant | Kumamoto National College | Smartmouse | WolfieMouse | Raspberry Pi Mouse V2 |
|--|------|------------------------------------|------|------------|---------------------------|------------|-------------|-----------------------|
| Documentação | 1 | Documentação Disponível | 1 | 0,5 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,25 |
| | | Enfoque Educacional | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | | Tutoriais | 1 | 0 | 0 | 0,25 | 0,75 | 1 |
| Middleware | 1 | Suporte a RTM | 0,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | | Suporte a ROS | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Ambiente de Simulação | 0,8 | Realiza Simulação | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | | Suporte a Pybullet | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 |
| | | Suporte a V-Rep | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 |
| | | Suporte a Gazebo | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Linguagem | 0,5 | Programado em C/C++ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,2 |
| | | Programado em Python | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| User Interface | 0,5 | Display | 0,8 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | | LEDs | 0,2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| | | Buzzer | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | | Botões | 0,2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Sensores | 0,5 | Sistema de Diagnóstico | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | | IR | 0,2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | MPU | 0,2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | | ToF | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Expansível | 0,8 | IMU | 0,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Plataforma é Facilmente Expansível | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Somatório: 1,8 2,45 3,8 4,1 8,25 | | | | | | | | |

Figura 2.10: Matriz de Comparação.

2.5 Assunto 2

flkjjasdlkfjjasdlkfjs

Materiais e Métodos

asdfasdfsdf

3.1 Metodologia

adadfasf

3.2 Descrição do sistema

lasdjflsadjf

3.2.1 Especificação técnica

lakjfldksjfdslakjf

3.2.2 Arquitetura geral do sistema

lkasjdflksdajflk;

3.2.3 Arquitetura de software

3.3 Desdobramento da função qualidade

asdfsdafsf

3.3.1 Requisitos do cliente

asdfsadfsdf

3.3.2 Requisitos técnicos

asdfsadfsdf

3.4 Especificação dos componentes

asjdfkldjsaf

3.4.1 Estrutura analítica do protótipo

asdkjfsdalkjf

3.4.2 Lista de componentes

asfkjdsahfkjs

3.5 Diagramas mecânicos

asdfsdaf

3.6 Modelo esquemático de alimentação e comunicação

asdfadsfsdfs

3.6.1 Diagramas elétricos

asdfsda

3.6.2 Esquemas eletrônicos

asdfsda

3.7 Especificação das funcionalidades

asdfadsfsdfs

3.7.1 Fluxo das informações

asdfsaf

3.7.2 Funcionalidade 1

asdfsaf

3.7.3 Funcionalidade 2

asdfsaf

3.7.4 Funcionalidade 3

asdfsaf

3.8 Interface do Usuário

asdfadsfsdfs

3.9 Simulação do sistema

asdfadsfsdfs

Resultados

asdfdsfdsf

4.1 Testes unitários

asdfadfsdfs

4.2 Integração do sistema

hhajshfdsahf

4.3 Testes integrados

asdfadfsdfs

4.4 Avaliação da prontidão tecnológica

asdfadfsdfs

4.5 Trabalhos futuros

asdfadfsdfs

Conclusão

Chegou a hora de apresentar o apanhado geral sobre o trabalho de pesquisa feito, no qual são sintetizadas uma série de reflexões sobre a metodologia usada, sobre os achados e resultados obtidos, sobre a confirmação ou rechaço da hipótese estabelecida e sobre outros aspectos da pesquisa que são importantes para validar o trabalho. Recomenda-se não citar outros autores, pois a conclusão é do pesquisador. Porém, caso necessário, convém citá-lo(s) nesta parte e não na seção seguinte chamada **Conclusões**.

5.1 Considerações finais

Brevemente comentada no texto acima, nesta seção o pesquisador (i.e. autor principal do trabalho científico) deve apresentar sua opinião com respeito à pesquisa e suas implicações. Descrever os impactos (i.e. tecnológicos, sociais, econômicos, culturais, ambientais, políticos, etc.) que a pesquisa causa. Não se recomenda citar outros autores.

Apêndice A

QFD

Diagramas mecânicos

Diagramas eletro-eletrônicos

Wireframes

Logbook

Referências Bibliográficas

- BARABÁSI, A. L. *Linked: A Nova Ciência dos Networks*. São Paulo: Leopardo Editora, 2003. [1](#)
- DE, T.; HALL, D. *The inception of chedda: a detailed design and analysis of micromouse*. [S.l.], 2004. [2.3](#)
- NEWMAN, A.-L. B. M.; WATTS, D. J. *The Structure and Dynamics of Networks*. Princeton, NJ, USA: Princeton University Press, 2006. [1](#)
- WATTS, D. J. *Six Degrees: The Science of a Connected Age*. New York: W W Norton & Co., 2003. [1](#)