

Sistema FIEB



PELO FUTURO DA INOVAÇÃO

CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC

Relatório Final

Implementação do Planejador Probabilistic Roadmap

Apresentada por: Mateus Zarth Seixas

Orientado por: Prof. Marco Reis, M.Eng.

Dezembro de 2021

Mateus Zarth Seixas

Implementação do Planejador Probabilistic Roadmap

Salvador
Centro Universitário SENAI CIMATEC
2020

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Objetivos	1
1.2	Justificativa	2
1.3	Organização do documento	2
2	Fundamentação Teórica	3
2.1	Turtlebot3	3
2.2	Probabilistic Roadmap	4
2.3	Move Base	4
3	Desenvolvimento do projeto	6
3.1	Ideação	6
3.1.1	Arquitetura Geral	6
3.1.2	Requisitos técnicos	7
3.1.3	Quality Function Deployment	7
4	Resultados	8
4.1	Testes unitários	8
4.2	Integração do sistema	8
4.3	Testes integrados	9
5	Conclusão	10
5.1	Considerações finais	10
A	Diagramas mecânicos	11
B	Diagramas eletro-eletrônicos	12
	Referências	13

Lista de Figuras

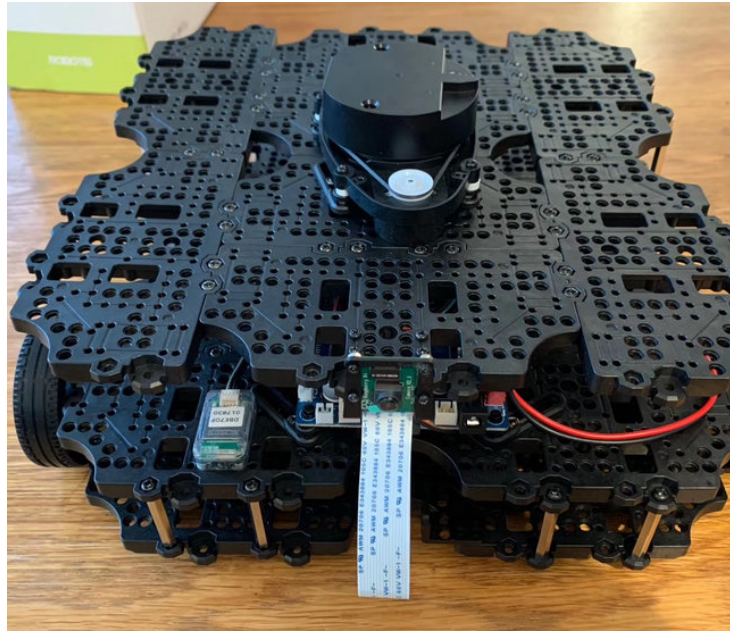
1.1	Turtlebot3	1
2.1	Turtlebot3 e seus Componentes	3
2.2	Probabilistic Roadmap	4
2.3	Move Base	5
3.1	Arquitetura Geral	6
3.2	Primeiro ciclo QFD	7

Lista de Tabelas

Introdução

Nesse estudo foi feita a implementação do algoritmo de planejamento de trajetória Probabilistic Roadmap (PRM) em um robô diferencial não-holonômico chamado Turtlebot3 para permitir a navegação autônoma desse robô. Os testes foram realizados em ambiente de simulação e em um labirinto real construído.

Figura 1.1: Turtlebot3



Fonte: Autoria própria.

1.1 *Objetivos*

O objetivo desse estudo foi fazer a implementação do algoritmo de planejamento de trajetória PRM no Turtlebot3 para ser integrada à navegação desse robô como planejador global, a fim de que esse robô pudesse ser capaz de navegar autonomamente em um labirinto, após mapeado, indo de um ponto a outro sem colidir com os obstáculos.

1.2 *Justificativa*

Em um trabalho futuro, o algoritmo de planejamento aqui desenvolvido será comparado com outras técnicas de planejamento e trajetória, como A*, D* e Dijkstra, para comparar seus resultados estatisticamente.

1.3 *Organização do documento*

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

- **Capítulo 1 - Introdução:** É apresentado o estudo realizado, com a descrição do problema, objetivo e justificativa.;
- **Capítulo 2 - Fundamentação Teórica:** É apresentada a base teórica que sustenta o estudo desenvolvido;
- **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

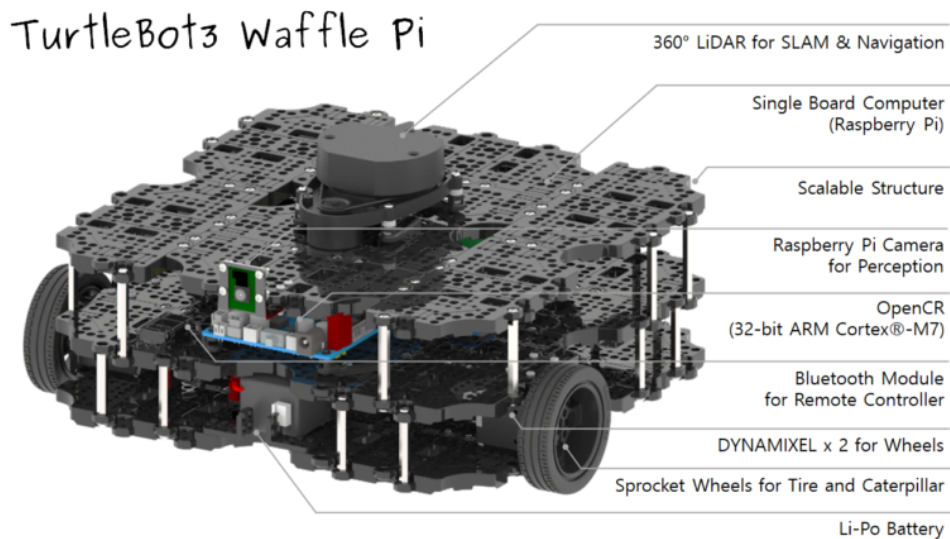
O estudo tinha como objetivo fazer a implementação do planejador de trajetória PRM no robô diferencial Turtlebot3. Nesse capítulo serão apresentadas as características do robô e do planejador de trajetória Probabilistic Roadmap.

2.1 Turtlebot3

O Turtlebot3 é um robô diferencial não-holonômico desenvolvido pela empresa Robotis e tem como o ambiente de desenvolvimento padrão o ROS (Robot Operating System). O Turtlebot3 tem como unidade central de processamento uma Raspberry Pi e o sistema operacional instalado nela foi o Ubuntu 20.04 com o ROS Noetic.

O Turtlebot3 tem 2 modelos, o Burger e o Waffle Pi. O modelo escolhido para esse desenvolvimento foi o Waffle Pi, que conta o motor DYNAMIXEL (XM430-W210-T) e uma câmera Raspberry Pi, componentes que o diferenciam do modelo Burger, além do seu formato. O Turtlebot3 conta com um sensor de escaneamento a laser LiDar, uma OpenCR, módulo Bluetooth e uma bateria Li-Po. Pode-se ver o robô e seus componentes na Figura 2.1.

Figura 2.1: Turtlebot3 e seus Componentes

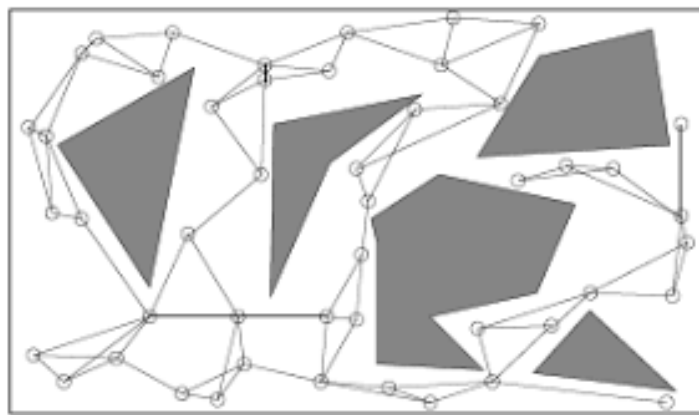


Fonte: Autoria própria.

2.2 Probabilistic Roadmap

O algoritmo Probabilistic Roadmap é um planejador de trajetória que permite que um robô se desloque de um ponto inicial a um ponto final sem a interferência de um operador evitando a colisão com obstáculos. A ideia do planejador é gerar pontos aleatórios no mapa, verificando se esses pontos são espaços livres ou não, e tentando conectar eles com os outros pontos mais próximos já gerados, caso não tenha nenhuma barreira entre esses pontos. A medida que o número de pontos cresce, vão se formando trajetórias entre todos os espaços livres do mapa, como mostrado na Figura 2.2.

Figura 2.2: Probabilistic Roadmap



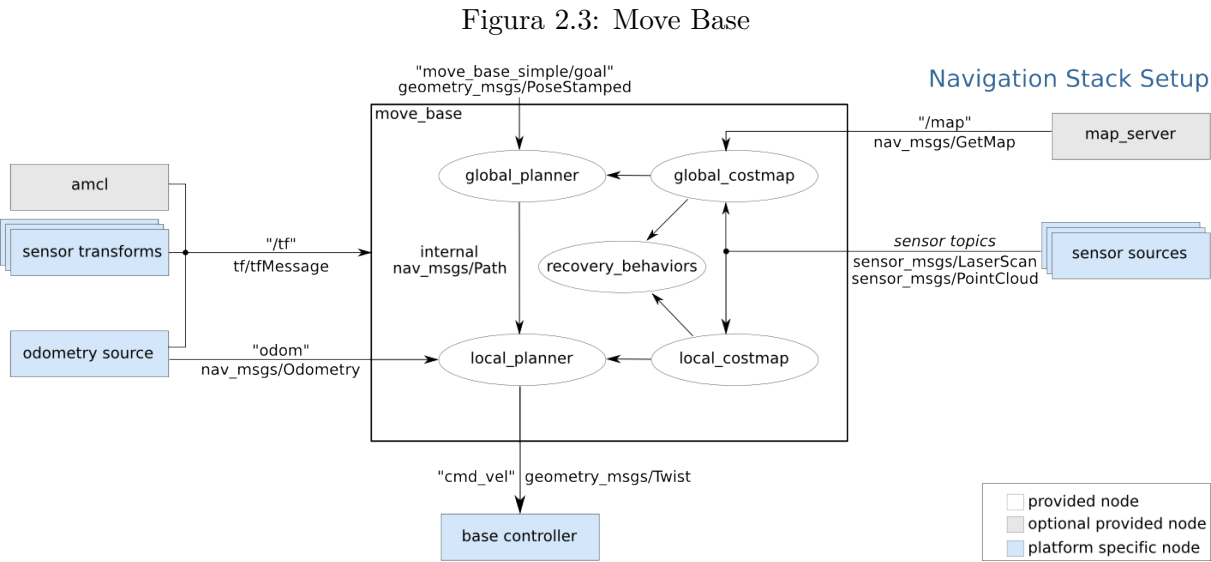
Fonte: Autoria própria.

O algoritmo PRM tem duas fases, uma fase de construção do mapa de rotas e uma fase de questionamento. Na fase de construção, são gerados nós em pontos aleatórios do mapa que estejam em espaços livres. Cada nó desse é então ligado a número k de nós mais próximos, verificando se não há colisão no caminho. O mapa de rotas é construído então de maneira incremental e armazenado.

Na fase de questionamento, são declarados no algoritmo o ponto inicial e o ponto final do robô, sendo utilizado alguma técnica para calcular o caminho de menor custo. O algoritmo utilizado nesse caso foi o A^* .

2.3 Move Base

O pacote de navegação para ROS utilizado para auxiliar nessa funcionalidade do robô é o Move Base. Através dele é possível declarar uma ação para o robô se deslocar de uma posição inicial para uma posição final utilizando um planejador global e um planejador local. Nesse estudo o planejador global que será utilizado é o planejador de trajetória PRM. Na Figura 2.3 é possível ver um esquemático de como o Move Base funciona



Fonte: Autoria própria.

Desenvolvimento do projeto

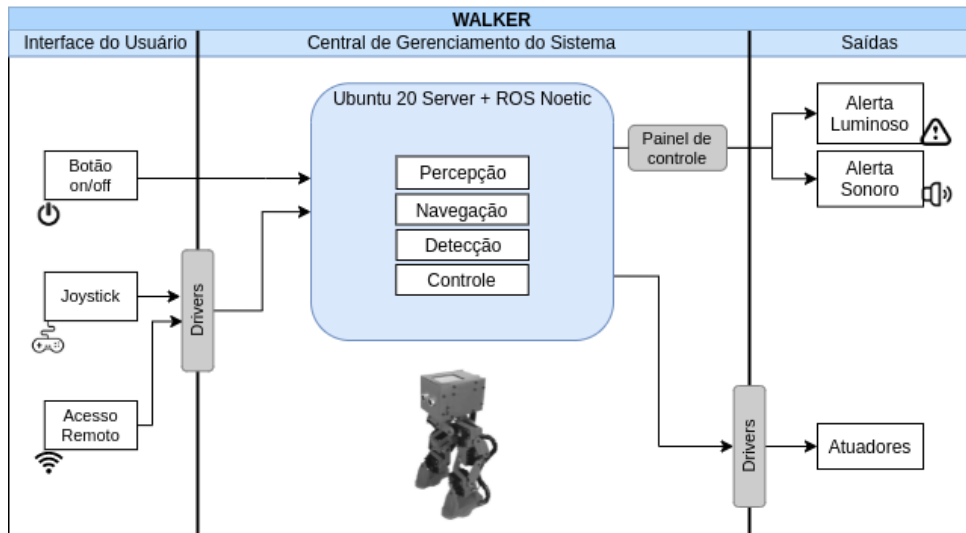
Nesta seção será descrito o procedimento utilizado para construção inicial do robô Walker, incluindo as fases conceitual e design. Será apresentado a ideação do projeto, especificações e as funcionalidades.

3.1 Ideação

3.1.1 Arquitetura Geral

A arquitetura geral, apresentada na Figura 3.1, relaciona de modo geral a interface do usuário, com a central de gerenciamento do sistema e com a interface com hardware. Neste contexto, a interface do usuário representa o contato direto com o usuário por meio de um botão *on/off*, um *joystick* e por acesso remoto, através de um computador devidamente conectado.

Figura 3.1: Arquitetura Geral



Fonte: Autoria própria.

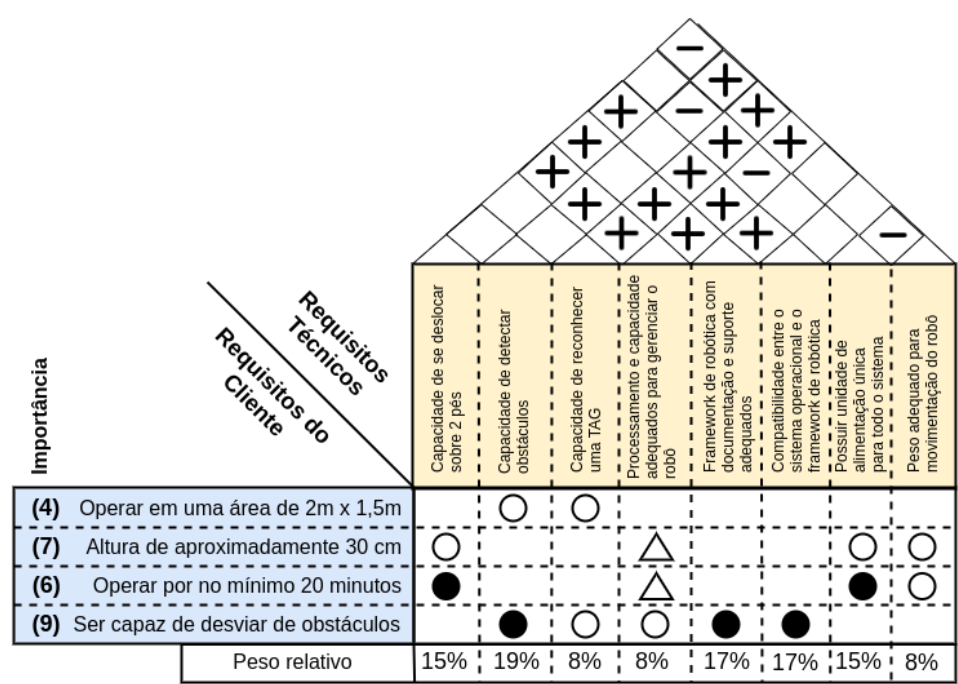
Para a central de gerenciamento do sistema utilizou-se o sistema operacional *Ubuntu 20.04* junto ao framework de robótica ROS *Noetic*. Neste conjunto se encontram as principais funcionalidades do robô: percepção, navegação, detecção e controle. Por fim, no conjunto de saídas estão os atuadores e os alertas sonoro e luminoso.

3.1.2 Requisitos técnicos

3.1.3 Quality Function Deployment

Quality Function Deployment é uma ferramenta de qualidade que auxilia na conversão das demandas do cliente em características de qualidade do produto. Dessa forma, no primeiro ciclo do QFD foram analisados os requisitos do cliente e os requisitos técnicos necessários, sinalizando os pontos mais importantes e as relações entre estes. O resultado foi exposto na 3.2

Figura 3.2: Primeiro ciclo QFD



Fonte: Autoria própria.

Através do QFD foi possível observar

Resultados

Importante sempre ter um parágrafo introdutório para explicar os resultados encontrados.

4.1 Testes unitários

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

4.2 Integração do sistema

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

4.3 *Testes integrados*

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

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.

Diagramas mecânicos

Diagramas eletro-eletrônicos

Referências

Implementação do Planejador
Probabilistic Roadmap

Mateus Zarth Seixas

Salvador, Dezembro de 2021.