

# Projeto 1 - Robótica Móvel

OSVALDO XAVIER DIAS JUNIOR E EDUARDO DE OLIVEIRA MORAES \*

\*Ciência da Computação - Pós-Graduação

E-mail: osvaldoxdjrs@gmail.unicamp.br

eduardomoraesmail@gmail.com

**Resumo** – Este relatório trata o projeto 1 (P1) da disciplina de robótica móvel, o trabalho é sobre o simulador robótico V-REP, um sistema de cômputo da odometria e extração de características para o robô Pioneer 3-DX, isso é relevante pois abrange os conceitos básicos sobre simulação de robôs em um ambiente de software. Utilizou-se rotinas em Python para comunicação com o simulador V-REP, com o propósito de efetuar a localização do robô e o mapeamento da cena. Foram testados, durante o desenvolvimento, sensores como encoder para odometria, e sonar e laser 2D para mapeamento, os resultados obtidos foram bons, com exceção da odometria para longas distâncias percorridas pelo robô. A parte de extração de características ficou por conta da aplicação das transformadas de Hough, entretando sem êxito na sua aplicação. O desenvolvimento do projeto apresentou uma curva de aprendizado lenta, devido a falta de fluência no simulador, impactando no tocante as metas propostas inicialmente do projeto.

**Palavras-chave** – Palavras-chave

## I. INTRODUÇÃO

O desafio de desenvolver robôs é notoriamente grande e complexo, devido a interdisciplinaridade de assuntos que envolvem, majoritariamente, engenharia. Posta essa grande complexidade, sabe-se que para confeccionar um robô é requerido um determinado custo que em alguns casos podem ser muito elevados. Logo, existem softwares que são capazes de fazer a simulação de robôs, como por exemplo o V-REP que foi utilizado nesse projeto 1.

O V-REP, em linhas gerais, é um simulador no qual faz-se a escolha de uma dinâmica de operação, e também pode-se colocar objetos como sensores, atuadores, robôs, anteparos, e etc. na cena (ambiente simulado no qual um protótipo de robô será inserido). Uma das formas tomar ações é através de comunicação remota com os objetos da cena utilizando-se de diferentes linguagens de programação como C/C++, Python, Java, Matlab, Octave e Lua, além disto os objetos podem possuir rotinas de simulação, ou childscripts, que estão codificadas em Lua; estas rotinas são pré-programações dos objetos para tomar determinadas ações sem que seja preciso o usuário do objeto desenvolver.

Um ponto fundamental quando se deseja desenvolver um robô móvel é localização, pois esta é a premissa básica para que o robô possa se mover de um ponto a outro, sem interação humana. A localização consiste de ter conhecimento de onde o robô está localizado com referência ao referencial da cena simulada, dada a importância desse tópico existe um ramo da robótica que estuda uma parte desse problema que é a odometria. Esta consiste no estudo da posição do robô através

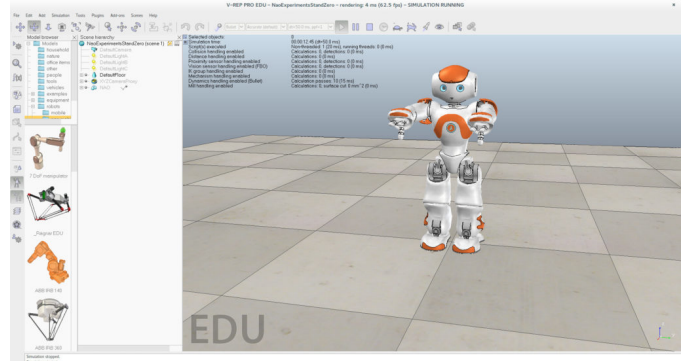


Figura 1. Ambiente de simulação V-REP

do deslocamento incremental de sua mecânica de locomoção, por exemplo através do cômputo da movimentação do robô através da velocidade angular de rodas. Para o robô diferencial (robô que movimenta-se através de duas rodas montadas num eixo comum e controladas por motores independentes, um para cada roda) têm que o cálculo da odometria é dado por:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}_t = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}_0 + \sum_{k=1}^t \begin{bmatrix} \Delta_s \cos(\theta + \frac{\Delta\theta}{2}) \\ \Delta_s \sin(\theta + \frac{\Delta\theta}{2}) \\ \Delta\theta \end{bmatrix}_0 \quad (1)$$

$$\Delta_s = \frac{R(V_r + V_l)}{2} \Delta t \quad (2)$$

$$\Delta\theta = \frac{R(V_r - V_l)}{2L} \Delta t \quad (3)$$

Onde x, y e z são as coordenadas;  $\Delta_s$  é a distância percorrida;  $\Delta\theta$  é a variação angular; R é o raio das rodas; L é a distância entre as rodas;  $V_r$  é a velocidade da roda direita e  $V_l$  é a velocidade da roda esquerda.

Com as informações acima é possível estimar a trajetória do robô ao longo do tempo, porém nota-se pela somatória temporal que existe um acúmulo de erro ao longo do tempo que pode resultar em uma trajetória diferente daquela indicada pelo ground truth.

O mapeamento da cena consiste da elaboração de um mapa do ambiente simulado, e está intimamente atrelado a movimentação do robô, pois através daquele é possível movimentar o robô com maior eficiência evitando assim obstáculos e executar deslocamentos mais rapidamente, uma vez que, sabe-se exatamente a trajetória a ser percorrida. O mapeamento

pode ser realizado utilizando-se diversos sensores como sonares, radares, lasers, cameras e etc. ou também utilizando um sub conjunto dos componentes citados anteriormente.

Contudo, uma questão fundamental em localização, odometria e mapeamento é o comparativo entre referencial inercial ou referencial global e referencial de um objeto qualquer, quando o robô realiza qualquer medição que envolva posicionamento em cena, é preciso sempre tomar a precaução de trabalhar com coordenadas em referencial inercial. Uma ferramenta para solucionar esse problema é utilizar-se de conceitos de álgebra linear - matrizes de rotação e translação.

$$T_{trans} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \Delta x \\ 0 & 1 & \Delta y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$T_{trans} = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) & 0 \\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 \\ \sin(\alpha) & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$Pos_I = T_{trans} * T_{rot} * Pos_r \quad (6)$$

A equação 6 é utilizada para rotacionar e transladar o ponto de um referencial local para o global, respeitando princípio de não comutatividade. Para extrair características do mapeamento de uma cena é possível utilizar a transformada de Hough que é uma técnica matemática que realiza a detecção de formas geométricas em imagens digitais, no caso específico de um mapa 2D seria a detecção de linhas.

A partir daqui este trabalho encontra-se organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta "Trabalho Proposto". A seção 3 descreve "Materiais e Métodos". Os "Resultados e Discussão" são apresentados na seção 4, e as "Conclusões" são apresentadas na seção 5.

## II. TRABALHO PROPOSTO

As soluções propostas foram baseadas em mapeamento de cena utilizando sonar e laser, cálculo de odometria utilizando o encoder das rodas laterais do robô e extração de característica utilizando transformada de Hough. Segue a lista tarefas executadas, em sequência cronológica, durante o desenvolvimento:

- 1) Ambientação com ambiente de simulação
- 2) Localização ground truth
- 3) Localização odometria
- 4) Mapeamento através de sonar
- 5) Mapeamento através de laser 2D
- 6) Extração de característica

### A. Tabelas

Uma tabela pode ser posicionada em qualquer lugar no texto, como no exemplo seguinte.

Para citar esta tabela, em qualquer ponto no texto, como Tabela I.

Tabela I  
EXEMPLO DE TEXTO DE UMA TABELA.

| X | Texto |      | Sem #21 |         |
|---|-------|------|---------|---------|
|   | Y     | z    | A       | valor-z |
| 1 | 0,491 | 3,66 | 0,367   | 2,46    |
| 2 | 0,732 | 4,21 | 0,354   | 1,50    |
| 3 | 0,000 | -    | 0,000   | -       |
| 4 | 0,000 | -    | 0,000   | -       |
| 5 | 0,421 | 1,94 | 0,668   | 2,79    |
| 6 | 0,421 | 1,94 | 0,668   | 2,79    |
| 7 | 0,938 | 3,92 | 1,295   | 4,67    |
| 8 | 0,000 | -    | 0,000   | -       |
| 9 | 0,356 | 1,40 | 0,491   | 1,87    |

## III. MATERIAIS E MÉTODOS

Todo trabalho deve ser submetido a algum tipo de teste para que possa ser avaliado. Na verdade, buscamos aqui uma validação com um caráter mais científico de seu trabalho (validação de hipótese). Busca-se identificar quais os seus pontos fortes e fracos. Nesta seção você deve descrever claramente quais foram e como foram conduzidos os testes, quais os materiais e as metodologias empregadas.

Uma figura pode ser posicionada em qualquer lugar no texto, como no exemplo seguinte da Figura 2.

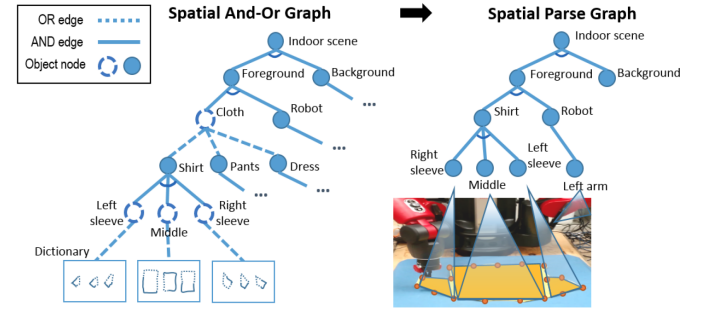


Figura 2. Um exemplo de figura.

Use o comando "cite" para citar itens na sua lista de referências através dos seus rótulos. Exemplo: [1][2][3].

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção você deve apresentar claramente os resultados obtidos para os testes efetuados. Procure organizar os dados utilizando uma linguagem científica. Algumas opções são o uso de tabelas e gráficos, para que a compreensão seja fácil e rápida.

## V. CONCLUSÕES

Nesta seção, faça uma análise geral de seu trabalho, levando em conta todo o processo de desenvolvimento e os resultados. Quais os seus pontos fortes? Quais os seus pontos fracos? Quais aspectos de sua metodologia de trabalho foram positivas? Quais foram negativas? O que você recomendaria (ou

não recomendaria) a outras pessoas que estejam realizando trabalhos similares aos seus?

+-----+

#### REFERÊNCIAS

- [1] J. K. Rowling, *Harry Potter and the Philosophers Stone*, 1st ed. London: Bloomsbury Publishing, 1997. 2
- [2] J. H. Reynolds and D. J. Heeger, “The Normalization Model of Attention,” *Neuron Review*, vol. 61, no. 2, pp. 168–185, 2009. 2
- [3] M. P. Michalowski and R. Simmons, “Multimodal person tracking and attention classification,” in *Proceedings of the 1st ACM SIGCHI/SIGART Conference on Human-robot Interaction*, ser. HRI 06. New York, NY, USA: ACM, 2006, pp. 347–358. 2

#### SUBMISSÃO

Seu trabalho deve ser submetido via moodle em conjunto com o código fonte.