

Exploração de Terrenos Irregulares Utilizando Problema de Valor de Contorno



Mariane Teixeira Giambastiani

Orientador: Edson Prestes e Silva Junior

Instituto de Informática Universidade Federal do Rio Grande do Sul

marianegiamb@gmail.com/mtgiambastiani@inf.ufrgs.br



Introdução

Exploração de ambientes externos não estruturados utilizando robôs terrestres é o foco de diversas pesquisas na área de robótica móvel [4]. Para o desenvolvimento de técnicas de exploração precisamos lidar com alguns desafios como definir uma estratégia adequada para navegação em terrenos irregulares e diferenciar áreas navegáveis de não navegáveis (e.g. áreas muito inclinadas ou obstáculos).

Nosso principal objetivo é explorar ambientes externos usando o problema de valor de contorno, que cria um campo potencial para guiar a navegação do robô. Para isso devemos construir um mapa de elevação correspondente ao terreno sobre o qual iremos computar o campo potencial.

Devido a necessidade de testes em ambientes controlados, foi desenvolvido um *framework* para o controle de um robô Pioneer 3-AT utilizando ROS (*Robot Operating System*) e o simulador Gazebo [2].

Pioneer 3-AT

O robô utilizado na pesquisa é o Pioneer 3-AT que é usado para navegação externa mostrado na Figura 1. No momento o trabalho está sendo feito em ambiente de simulação.



Figura 1: Robô Pioneer 3-AT

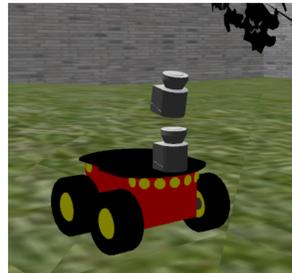


Figura 2: Robô simulado

O Pioneer 3-AT é equipado de fábrica com 8 sensores de ultrassom, porém se pode acoplar nele diversos outros sensores. Em nossa simulação colocamos junto ao robô dois sensores laser com inclinações diferentes, um laser paralelo ao solo e o outro com uma leve inclinação para baixo, conforme mostrado na Figura 2.

Simulação

O ambiente de simulação utilizado foi baseado em um outro ambiente desenvolvido pelo nosso grupo de pesquisa para uma competição de detecção de minas terrestres [3].

O ROS é um sistema que dentre outras funcionalidades atua como uma interface entre o usuário, sensores e atuadores (simulados ou reais), e também ferramentas de visualização. A simulação dos sensores e do robô é feita a partir do *software* Gazebo mostrado na Figura 3. É possível visualizar todas as informações dos sensores no *software* RVIZ mostrado na Figura 4.



Figura 3: Ambiente de simulação

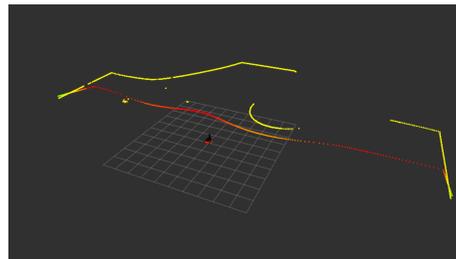


Figura 4: Informação dos sensores de laser

Os métodos apresentados no próximo tópico foram desenvolvidos num programa separado dos *softwares* de simulação, o qual só utiliza as informações necessárias dadas pelo ROS (i.e. leitura do laser e posição do robô).

Métodos e Resultados

A partir dos dados fornecidos pelo ROS, é possível construir um mapa de elevação utilizando os dados dos sensores, e controlar os movimentos do robô.

A construção desse mapa de elevação é feita a partir da transformação das leituras de distâncias dos dois lasers em uma nuvem de pontos 3D. Em seguida essa nuvem de pontos é transformada em um mapa de elevação 2.5D mostrado nas Figuras 6 e 7.

Um problema observado na prática é que a movimentação do robô não pode ser muito rápida, ou seja, movimentos bruscos devem ser evitados enquanto se faz a leitura do laser a fim de não gerar leituras conflitantes. Pequenos erros de rotação no posicionamento do robô podem gerar erros grandes na transformação da nuvem de pontos.

O algoritmo de exploração requer informações bem definidas sobre áreas visitadas, obstáculos e áreas desconhecidas. Pra marcar as áreas visitadas é feita uma projeção do raio de cada laser que indica a altura máxima em cada ponto visitado

do mapa. Isto é, se um raio passou por cima de uma dada área antes de colidir em um determinado obstáculo, significa que toda aquela área tem altura menor do que a altura que o laser passou. Essa informação é usada para marcar as células conhecidas (visitadas) em um raio ao redor do robô como mostra as Figuras 9 e 10.

Nas Figuras 6 e 9 a escala de cinza se dá por: branco para regiões altas e preto para áreas baixas ou inexploradas, ou seja, as linhas são os pontos onde o laser detectou uma elevação, já onde o laser não detectou o mapa permanece em preto. Nos pontos mais altos como paredes e copas de árvores o mapa fica com pontos brancos.



Figura 5: Ambiente

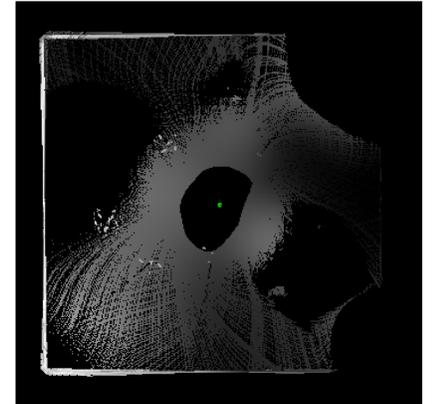


Figura 6: Mapa de altura do ambiente

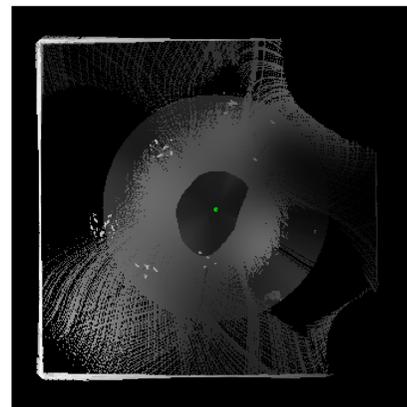


Figura 7: Área conhecida pela informação de laser

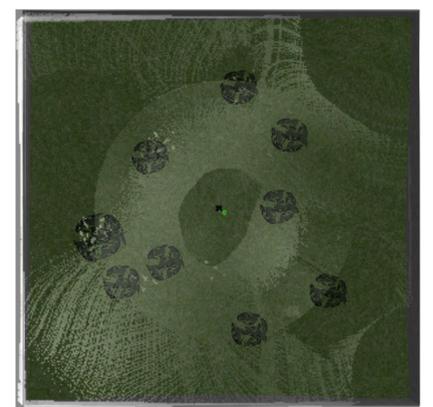


Figura 8: Área conhecida junto do ambiente

O passo seguinte após definir as áreas conhecidas e desconhecidas consiste em definir obstáculos, ou seja, regiões que o robô não pode passar ou acabará colidindo. No 2D, era um problema mais simples, pois geralmente se utilizava um laser paralelo ao solo, onde o laser batia diretamente nos obstáculos. No terreno 3D irregular, o laser pode bater tanto em obstáculos quanto no chão, o que torna o problema mais complexo. Neste momento esse é o foco da pesquisa. Uma possível abordagem é utilizar a variação de altura como um indicativo de possíveis obstáculos, porém existe uma série de desafios a serem considerados, como oclusões, divergências do laser e a pouca quantidade de informação inicial.

Conclusão e Trabalhos Futuros

Neste momento o trabalho está em andamento, onde está sendo estudado como modelar as condições de contorno, para poder em seguida usar as técnicas de exploração de ambientes. Para isso é necessário definir melhor os obstáculos (i.e. as condições de contorno) para poder realizar de fato a exploração de terrenos irregulares. Futuramente, pretende-se também verificar a possibilidade de aplicação de técnicas mais recentes de exploração desenvolvidas pelo grupo também baseadas em problema de valor de contorno [1].

Referências

- [1] V. A. M. Jorge, R. Maffei, G. S. Franco, J. Daltrozo, M. Giambastiani, M. Kolberg, and E. Prestes. Ouroboros: Using potential field in unexplored regions to close loops. In *2015 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, pages 2125–2131, May 2015.
- [2] Nathan Koenig and Andrew Howard. Design and use paradigms for gazebo, an open-source multi-robot simulator. In *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pages 2149–2154, Sendai, Japan, Sep 2004.
- [3] E. Prestes, L. Marques, R. Neuland, M. Mantelli, R. Maffei, S. Dogru, J. Prado, J. Macedo, and R. Madhavan. The 2016 humanitarian robotics and automation technology challenge [competitions]. *IEEE Robotics Automation Magazine*, 23(3):23–24, Sept 2016.
- [4] R. Triebel, P. Pfaff, and W. Burgard. Multi-level surface maps for outdoor terrain mapping and loop closing. In *2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pages 2276–2282, Oct 2006.

