

NAVEGAÇÃO AUTÔNOMA DE UM ROBÔ DE SERVIÇO

Lucas Iervolino Gazignato¹, Plinio Thomaz Aquino Junior²

¹ Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI

² Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI

lucas_iervolino@hotmail.com, plinio.aquino@fei.edu.br

Resumo: Robôs autônomos podem ser inseridos em ambientes, seja em situações críticas ou não, para servirem como auxílio aos seres humanos. Um dos grandes desafios consiste na sua navegação entre a multidão, de maneira autônoma, uma vez que nem sempre há áreas em que poderá livremente transitar sem colidir com pessoas ou objetos. Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de uma base móvel bem como a utilização de algoritmos para que um robô navegue autonomamente em um determinado ambiente.

1. Introdução

A navegação autônoma trata da capacidade do robô móvel se locomover no ambiente, sem a necessidade de intervenção humana, de forma eficiente e segura. A partir da representação dos obstáculos do ambiente em um modelo (mapa), o robô se locomoverá da sua configuração (posição) inicial a uma configuração final, desviando-se de obstáculos e buscando, idealmente, percorrer o melhor caminho [1].

Robôs na multidão é um assunto que tem recebido atenção por parte dos pesquisadores envolvidos no tema robótica. Os estudos são basicamente voltados à interação que os robôs podem ter com os seres humanos. Tais robôs devem se movimentar, de maneira autônoma, em ambientes onde há grande concentração de pessoas, sejam estes ambientes fechados ou abertos. Podem eles ser agentes que irão cuidar da limpeza de ambientes [2] ou até mesmo guiar pessoas para outros espaços [3] ou para saídas de emergência [4].

Neste trabalho, foi desenvolvida uma base móvel omnidirecional que permita a movimentação com alta liberdade de um robô de serviço. Com a plataforma desenvolvida, o robô criará um mapa do ambiente fechado simultaneamente à tarefa de localizar-se nele, identificando pessoas e objetos dispostos no local. A partir disso, será capaz de navegar evitando a colisão com os obstáculos.

2. Metodologia

Como requisito para o estudo e desenvolvimento deste projeto utiliza-se uma plataforma robótica móvel, Robô HERA (Figura 1) da Equipe RoboFEI@Home, aplicada em cenários domésticos. O robô executa funcionalidades como: navegação em ambientes internos, detecção de faces e esqueleto corporal, reconhecimento e manipulação de objetos, reconhecimento e síntese de voz, entre outras funcionalidades.

O objetivo do trabalho é, inicialmente, desenvolver uma base móvel omnidirecional que permita a navegação flexível de um robô em um determinado ambiente. A partir do Robô HERA, da base

desenvolvida e de um conjunto de sensores que auxiliam na navegação do robô em um ambiente fechado (um sensor de profundidade tridimensional Asus Xtion e um laser infravermelho Hokuyo UTM-30LX), considerar o uso de SLAM (*Simultaneous Localization And Mapping*) e outros algoritmos como o AMCL (*Adaptive Monte Carlo Localization*), parametrizar comportamento e variáveis, analisar variações baseados nos algoritmos e realizar testes em ambientes fechados.

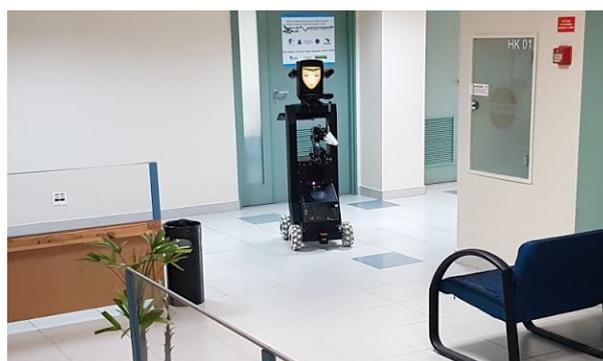


Figura 1 – Robô HERA.

O SLAM parte de três importantes princípios, que são o mapeamento, a localização e o planejamento do caminho. Mapeamento é o problema de integrar as informações coletadas com os sensores do robô em uma determinada representação. A localização é o problema de estimar o posicionamento do robô em relação a um mapa. Finalmente, o problema de planejamento de trajeto ou controle de movimento envolve a questão de como guiar eficientemente um veículo para um local desejado ou ao longo de uma trajetória [5].

O AMCL é um sistema de localização probabilístico que funciona como um filtro de partículas e utiliza os sensores para otimizar a posição do robô baseado em um mapa conhecido [6]. Conforme o robô segue uma trajetória os erros da localização estimada (odometria) se acumulam proporcionalmente à distância que ele percorre. Estes erros são constantemente corrigidos pelo algoritmo e a posição correta do robô é atualizada em relação ao mapa em que trafega.

A partir do estudo e da configuração dos sensores e dos algoritmos, estes serão utilizados na plataforma ROS (*Robot Operating System*) que permite a integração e o gerenciamento da comunicação entre as diferentes partes de hardware do robô. Neste projeto, o ROS é fundamental para o desenvolvimento de um robô com habilidade de navegação autônoma e será uma plataforma muito útil para a realização de testes e simulações.

3. Resultados

Na fase inicial deste projeto, foi desenvolvida uma plataforma móvel omnidirecional que permita a navegação do robô com grande liberdade e flexibilidade em um ambiente com muitos obstáculos. O desenvolvimento do projeto da base móvel pode ser definido em duas principais tarefas: A primeira é, a partir de comandos de velocidade recebidos por um pacote planejador de caminho (*path-planner*) do ROS, é calculado a velocidade necessária que deve ser aplicada em cada roda separadamente, com base na cinemática das rodas tipo *mecanum*, para que o robô atinja o objetivo de navegação definido pelo ROS, ou seja, para que o robô navegue até o destino desejado. A segunda consiste na leitura dos *encoders* das rodas em um período constante e envio dessa informação para um tópico do ROS. Posteriormente, a partir da cinemática inversa das rodas, é calculado a nova posição estimada (coordenada) do robô com base na integração da movimentação das rodas, que foi lida pelos *encoders*, com sua posição anterior. Com a integração entre o algoritmo de odometria (posição estimada) desenvolvido para a plataforma móvel e a leitura de um sensor infravermelho instalado na base, no ROS, é possível aplicar o SLAM.

Após o pacote de SLAM ser iniciado no ROS, conforme o robô é controlado com comandos de velocidade enviados manualmente, sua localização é constantemente atualizada pelo algoritmo de odometria que é a primeira e fundamental forma de localização do robô. O inevitável erro gerado na odometria, é então corrigido nesta etapa pelo sensor infravermelho e pelo algoritmo de SLAM, que armazena pontos do mapa que são detectados pelo sensor e, com base na localização estimada do robô, utiliza esses pontos para otimizar sua posição no mapa que está sendo gerado. Conforme o robô trafega no ambiente, um mapa vai sendo escrito até que todo o ambiente em que se deseja que o robô navegue posteriormente seja explorado e, por fim, mapeado como pode ser visto na Figura abaixo.

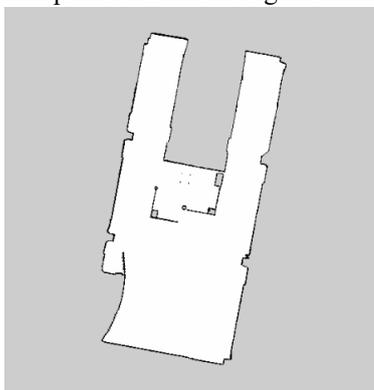


Figura 2 – Ambiente mapeado por SLAM.

Com o ambiente mapeado, foi integrado os algoritmos desenvolvidos na plataforma móvel com os sensores infravermelho e de profundidade tridimensional. Para que o robô navegue autonomamente no ambiente, foi utilizado o pacote AMCL do ROS. Ao enviar uma coordenada no mapa, o

robô conseguiu navegar com consistência e precisão até o destino enviado.

4. Conclusões

Este projeto integrou um sistema de navegação completo. Na fase inicial, foi desenvolvida uma plataforma móvel omnidirecional juntamente com um algoritmo de posição estimada (odometria) que é uma forma de localização fundamental sendo o principal requisito, na navegação, para outros métodos e algoritmos. A integração entre o algoritmo de posição estimada da plataforma desenvolvida e a utilização de um sensor infravermelho no ROS permitiu que o SLAM fosse realizado em um ambiente desconhecido pelo robô. Com o ambiente mapeado, foi feito, ainda, a aplicação da navegação autônoma com a utilização de um pacote de planejamento de caminho (*move_base*) e de localização (*amcl*). Nesta última etapa, tanto o sensor infravermelho quanto o de profundidade tridimensional foram utilizados para o desvio de obstáculos.

Este projeto mantém atividades de aprimoramento e manutenção da base móvel da Equipe RoboFEI@Home bem como o estudo da navegação autônoma do robô [7]. O projeto colaborará com a evolução das pesquisas de Interação Humano-Robô e robótica autônoma inteligente aplicada em robôs de serviço.

5. Referências

- [1] BOUKAS, E. et al. Robot Guided Crowd Evacuation. IEEE Trans. on Automation Science and Engineering, v.12, n.2, p.739–751, 2015.
- [2] FOX, Dieter et al. Monte carlo localization: Efficient position estimation for mobile robots. AAAI/IAAI, v. 1999, n. 343-349, p. 2–2, 1999.
- [3] LIU, S. et al. Cognitive abilities of indoor cleaning robots. 12th World Congress on Intelligent Control and Automation (WCICA), p. 1508–1513, 2016.
- [4] SOUTO, José Renato A.; MAIA, Rosiery S.; SOUZA, Anderson Abner de. Um Sistema de Navegação para o Robô Móvel X80, 2014.
- [5] STACHNISS, Cyrill. Robotic mapping and exploration. [S.l.]: Springer, 2009. v. 55.
- [6] TRIEBEL, Rudolph et al. SPENCER: A Socially Aware Service Robot for Passenger Guidance and Help in Busy Airports. Springer International Publishing, p. 607–622, 2016.
- [7] P. T. AQUINO JR et. al., HERA: Home Environment Robot Assistant. In: II Brazilian Humanoid Robot Workshop and III Brazilian Workshop on Service Robotics, 2019. p. 68 - 73

Agradecimentos

Ao Centro Universitário FEI pela realização das medidas, empréstimo de equipamentos e financiamento do Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento de Robótica RoboFEI@Home.

¹ Aluno do PIBITI CNPq, do Centro Universitário FEI e membro do RoboFEI@Home. Projeto com vigência de agosto/18 a julho/2019.

² Professor coordenador e orientador do projeto RoboFEI@Home do Centro Universitário FEI.