

Teleoperando Robôs Pioneer Utilizando Android

Eduardo Gouveia Pinheiro¹, Túlio Casagrande Alberto¹

¹Departamento de Computação – Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Sorocaba – SP – Brasil

{edu.g.pinheiro, tuliocasagrande}@gmail.com

Abstract. *This paper presents an application with ROS, Aria and RosAria to control a ModelSim simulated Pioneer 3-DX robot. The navigation applies a simple autonomous algorithm and a teleoperation control using an Android device sending the gyroscope generated information.*

Resumo. *Este trabalho apresenta uma aplicação utilizando ROS, Aria e RosAria para o controle de um robô Pioneer 3-DX simulado em ModelSim. A navegação é feita utilizando um algoritmo de autonomia simples e pelo controle teleoperado de um dispositivo Android, que envia as informações geradas pelo giroscópio.*

Palavras-chave: *Pioneer, Android, teleoperação, navegação, robôs autônomos*

1. Introdução

O uso de robôs móveis autônomos é um assunto imensamente abordado na literatura de Inteligência Artificial. Segundo [Ghallab et al. 2004], o planejamento automatizado necessita de ferramentas de processamento para que a navegação possa ser feita de maneira acessível e eficiente. Muitas vezes, essa navegação ocorre em cenários complexos e em constantes mudanças. Mesmo quando o planejamento é feito de forma extensa e minuciosa, em momentos críticos é necessário que haja intervenção humana.

Este trabalho propõe o uso de dispositivos portáteis com o sistema operacional *Android* para teleoperar robôs móveis autônomos *Pioneer*. Em situações sem intervenção humana, o robô tomaria as ações para qual está programado, como ajustar sua trajetória e evitar obstáculos. Em momentos críticos, o operador poderia controlar o robô à distância.

O artigo está estruturado da seguinte forma: na Seção 2 são brevemente descritos os trabalhos correlatos disponíveis na literatura. Na Seção 3 está a descrição básica da proposta e na Seção 4 são apresentados os algoritmos e implementações avaliados neste trabalho. Por fim, conclusões e direções para trabalhos futuros são descritos na Seção 5.

2. Trabalhos correlatos

Os campos de estudo de robôs autônomos e de navegação teleoperada são assuntos muito abordados pela literatura de Robótica. Entende-se por robô autônomo, todo robô que aceita instruções superficiais sobre suas tarefas e as executam sem a necessidade de maiores intervenções humanas [Otoni and Lages 2000].

[Nadvornik and Smutny 2014] utilizaram um robô *Lego Mindstorms* teleoperado por meio de um aplicativo *Android*. A comunicação é feita por um protocolo sem fio

bluetooth e baseia-se na interação por voz e por toque, sendo que a navegação ocorre com a ajuda de um sonar na parte dianteira do protótipo construído.

[M.Selvam 2014] aplicou uma interface multimídia *Android* para o reconhecimento de áreas inimigas em zonas de guerra. Utilizando uma aplicação para *smartphones* fácil e intuitiva, o autor propôs controlar o robô através da interface de toque (*touchscreen*).

[Ko et al. 2014] utilizaram a programação de um robô autônomo para a manutenção de estufas fazendo a pulverização de inseticidas. Este trabalho é um exemplo de como a robótica está sendo inserida em diversas áreas, tendo em vista a atual tendência da agricultura em adotar alternativas tecnológicas para diminuir o custo e o tempo de trabalho.

[Chung et al. 2004] utilizaram o algoritmo *Wall Follower* e propuseram um controlador que utiliza um *feedback* não-linear para ajustar a navegação do robô a uma velocidade constante e a uma distância segura de uma parede desconhecida e suave.

3. Proposta

A arquitetura do sistema robótico proposto utiliza os seguintes elementos: *framework* ROS (*Robotics Operating System*)¹, as bibliotecas ARIA² e RosAria³, o simulador MobileSim⁴, o aplicativo *ROS Android Sensor Driver*⁵ e aplicações em C++.

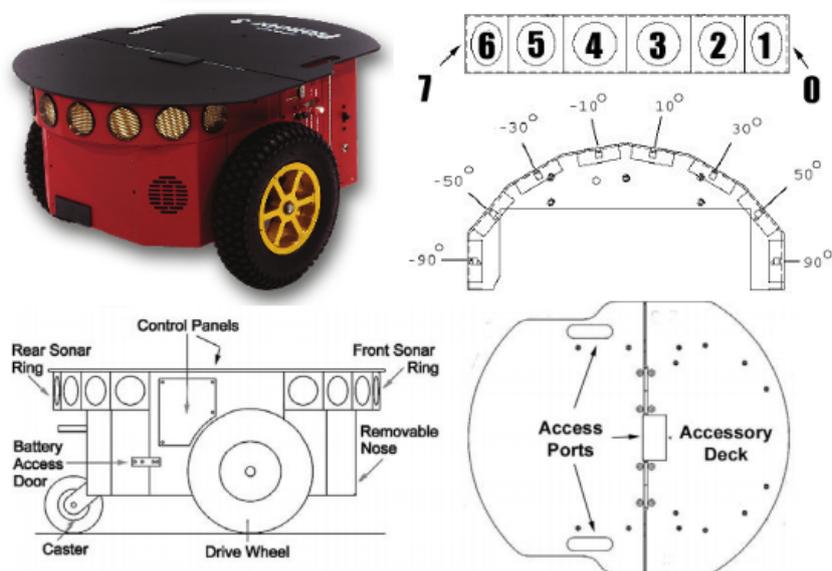


Figura 1. Robô Pioneer 3-DX

¹ROS.org | Powering the world's robots. Disponível em: <http://www.ros.org>.

²ARIA - MobileRobots Research and Academic Customer Support. Disponível em: <http://robots.mobilerobots.com/wiki/ARIA>.

³RosAria - ROS Wiki. Disponível em: <http://wiki.ros.org/ROSARIA>.

⁴MobileSim - MobileRobots Research and Academic Customer Support. Disponível em: <http://robots.mobilerobots.com/wiki/MobileSim>.

⁵ROS Android Sensors Driver. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=org.ros.android.sensors_driver.

Para este trabalho foi utilizado o modelo *Pioneer 3-DX* da *MobileRobots*⁶, mostrado na Figura 1. O *Pioneer 3-DX* é um robô compacto com duas rodas conectadas em dois motores diferenciais. O modelo básico possui ainda odômetro e dois conjuntos de sonares (frontais e traseiros), conforme a Figura 1.

O modelo também possui diversos acessórios opcionais, tais como: telêmetro (sensores laser), *bumpers* (sensores de colisão), câmera, manipuladores de 2 até 7 graus de liberdade e entre outros. A Figura 2 ilustra um robô *Pioneer 3-DX* com os seguintes acessórios:

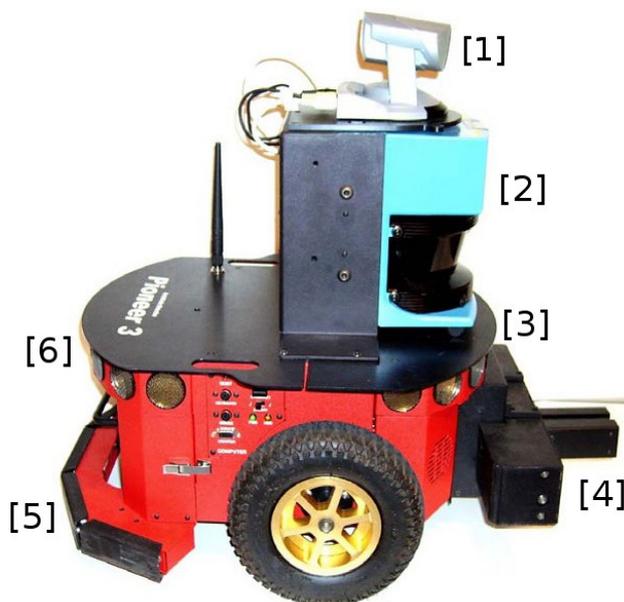


Figura 2. Robô Pioneer 3-DX com acessórios

- [1] câmera;
- [2] *SICK LMS-500* (telêmetro);
- [3] sensores ultrassônicos frontais;
- [4] *Pioneer Gripper* (manipulador com 2 DOF);
- [5] *bumpers* traseiros; e
- [6] sensores ultrassônicos traseiros.

Segundo informações do fabricante, o *Pioneer 3-DX* é o robô móvel mais utilizado atualmente em ambientes acadêmicos e de pesquisa, com preços que iniciam em US\$ 3.995 para o modelo básico.

4. Algoritmo e Implementação

A aplicação foi desenvolvida em C++ e o código-fonte com instruções de execução estão disponíveis no *GitHub*⁷. Basicamente, o programa apresenta as seguintes funcionalidades:

⁶Adept MobileRobots Pioneer 3-DX (P3DX) differential drive robot for research and education. Disponível em: <http://www.mobilerobots.com/ResearchRobots/PioneerP3DX.aspx>.

⁷Repositório [tulioacasagrande/rosaria](https://github.com/tulioacasagrande/rosaria). Disponível em: <https://github.com/tulioacasagrande/rosaria>.

1. Teleoperação do robô por meio da captação dos movimentos do giroscópio de um celular *Android*;
2. Autonomia simples, cuja navegação se baseia na detecção e emparelhamento do robô com as paredes do ambiente, também conhecido como *Wall Follower* [Turenout et al. 1992], sendo considerado um dos mais simples algoritmos de resolução de labirintos.

A aplicação também apresenta um dispositivo visual de segurança para o usuário navegar com o controle *Android*. A Figura 3 mostra em sua parte esquerda a saída do programa em execução e à direita a correspondência na simulação do robô.

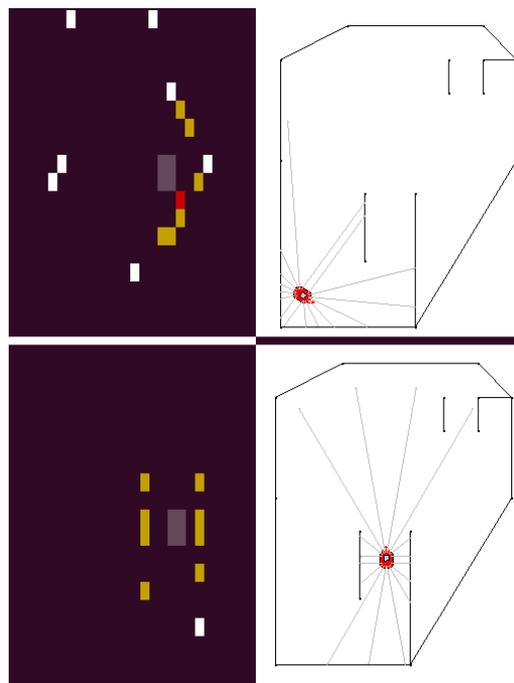


Figura 3. Sonares indicando proximidade das paredes

5. Conclusões

A utilização da *framework* ROS, com as bibliotecas *Aria* e *RosAria* permitem o desenvolvimento de uma interface única de comunicação, que facilita a interoperabilidade entre diversos modelos de robôs da fabricante *MobileRobots*. O código proposto funciona para a maioria dos modelos da família *Pioneer*, tais como: *P3-DX*, *P3-AT* ou *AmigoBot*, com nenhuma ou poucas modificações. Além disso, mesmo se utilizados modelos de outros fabricantes, o código sofreria poucas alterações, visto que a interface proposta pelo ROS é padronizada.

As contribuições futuras consistem em refinar o algoritmo de navegação autônoma, de forma a incluir a construção de representações internas, tais como mapas e cálculos de trajetória. Além disso, a comunicação com o *Android* poderia ser expandida, de forma a enviar informações multimodais para o robô, como voz ou toque. Por fim, a utilização de um robô real poderia trazer novas experiências, tais como perdas de pacotes, leituras erradas dos sensores, filtragem de ruídos e detecção de falhas.

Referências

- [Chung et al. 2004] Chung, T. L., Bui, T., Kim, S., Oh, M., and T.T., N. (2004). Wall-following control of a two-wheeled mobile robot. *KSME International Journal*, Vol. 18, No. 8.
- [Ghallab et al. 2004] Ghallab, M., Nau, D., and Traverso, P. (2004). *Automated Planning: Theory and Practice*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA.
- [Ko et al. 2014] Ko, M., Ryuh, B., Kim, K., Suprem, A., and Mahalik, N. (2014). Autonomous greenhouse mobile robot driving strategies from system integration perspective: Review and application. *Mechatronics, IEEE/ASME Transactions on*, pages 01–12.
- [M.Selvam 2014] M.Selvam (2014). Smart phone based robotic control for surveillance applications. *International Journal of Research in Engineering and Technology (IJ-RET'14)*.
- [Nadvornik and Smutny 2014] Nadvornik, J. and Smutny, P. (2014). Remote control robot using android mobile device. In *Control Conference (ICCC), 2014 15th International Carpathian*, pages 373–378.
- [Ottoni and Lages 2000] Ottoni, G. L. and Lages, W. F. (2000). Planejamento de trajetórias para robôs móveis em ambientes desconhecidos. In *XIII Congresso Brasileiro de Automática*, Florianópolis, SC.
- [Turenout et al. 1992] Turenout, P. v., Honderd, G., and Schelven, L. J. v. (1992). Wall-following control of a mobile robot. *Internacional Conference on Robotics and Automation*.