

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE NAVEGAÇÃO PARA UM ROBÔ LIMPADOR DE PISOS

BRUNO H. VEDOVATTO¹, JOÃO V. DIAGONEL², RAFAEL M. MENDES³, ÉDSON M. GRUPPIONI⁴

¹ Graduando em Tecnologia em Mecatrônica Industrial, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Araraquara, bruuno.vedovatto@gmail.com

² Graduando em Tecnologia em Mecatrônica Industrial, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Araraquara, jvdiagonel@hotmail.com

³ Professor no curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, IFSP, Câmpus Araraquara, rafaelmanfrin@uol.com.br

⁴ Professor no curso de Tecnologia em Manutenção de Aeronaves, IFSP, Câmpus São Carlos, egruppioni@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Engenharia Mecatrônica – 9.16.00.00-6

Apresentado no
8º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP
06 a 09 de novembro de 2017 - Cubatão-SP, Brasil

RESUMO: Atualmente existem diversos tipos de robôs responsáveis para realizar a limpeza de pisos residências. Os robôs mais sofisticados utilizam um sistema de navegação autônoma com conhecimento de sua localização e reconhecimento do ambiente, porém estes têm um custo mais elevado no mercado. Os robôs de baixo custo funcionam com um sistema de pilotagem onde o robô apenas desvia de obstáculos, fazendo uma trajetória aleatória, porém, deixando partes do piso sem limpar. Com base nesses fundamentos esse trabalho visa desenvolver um sistema de navegação autônoma de baixo custo, porém buscando a eficiência no processo de limpeza. O sistema de navegação será desenvolvido utilizando a plataforma de prototipagem Arduino, aplicado em um robô limpador desenvolvido em trabalho anterior a este.

PALAVRAS-CHAVE: robótica móvel; navegação; piso; limpeza.

DEVELOPMENT OF A NAVIGATION SYSTEM FOR A CLEANER FLOORS ROBOT

ABSTRACT: There are currently several types of robots responsible for cleaning residential floors. The most sophisticated robots use an autonomous navigation system, with knowledge of its location and environment recognition, however, has a higher cost in the market. Low-cost robots work with a pilot system where the robot only deflects obstacles, making a random trajectory, however, leaving parts of the floor without cleaning. Based on these fundamentals, this work aims to develop a low cost autonomous navigation system, but seeking efficiency in the cleaning process. The navigation system will be developed using the Arduino prototyping platform applied to a cleaner robot developed in a previous work.

KEYWORDS: mobile robotics; navigation; floor; cleaning.

INTRODUÇÃO

A tarefa de limpeza de casa era uma atividade comum no passado, da prática da mulher, ficando o marido/homem responsável pelo trabalho externo. Porém, em vários países, principalmente no Brasil, a mulher vem se estabelecendo cada vez mais no mercado de trabalho e na igualdade de todos os direitos, tendo o homem que dividir as tarefas domésticas. O índice de donas de casa vem diminuindo, pois segundo uma pesquisa realizada pela OIT (Organização Internacional do Trabalho) de 1992 a 2010, a participação de mulheres no mercado de trabalho evoluiu de 56,7% para 64%. Analisando estes dados conclui-se que com mais mulheres trabalhando, o tempo para realizar a limpeza de suas casas fica escasso. Uma pesquisa realizada pela ISMA-BR (*International Stress Management Association Brasil*), apontou que 62% dos brasileiros sofrem com a falta de tempo.

Analisando estas citações chega-se à conclusão de que a tecnologia hoje está sendo utilizada como auxílio para os seres humanos, ou seja, pode-se dizer que a tecnologia está sendo utilizada para minimizar os problemas do dia-a-dia, principalmente nas tarefas domésticas. Visando esses fatores, este projeto tem como propósito desenvolver um sistema de navegação para robô limpador de pisos residenciais. Com este sistema será possível controlar o grau de precisão de cada manobra realizada pelo robô e prover a memorização da trajetória percorrida, facilitando o seu processo de limpeza. Com um sistema de navegação aperfeiçoado o robô como consequência terá uma eficiência melhor do que com um sistema de pilotagem onde sua trajetória seria aleatória.

O sistema de navegação está diretamente relacionado com o custo desse robô no mercado pois, hoje existem vários métodos de navegação, como o LIDAR (*Light Detection And Ranging*), *tags*, farol, *encoders* entre outros (ROMERO, 2014).

MATERIAL E MÉTODOS

Neste projeto foi realizada pesquisa sobre os métodos de pilotagem e navegação para robôs móveis, afim de selecionar o método mais eficaz e viável com relação a custo benefício. Após escolher o método de navegação foi realizada uma pesquisa sobre os sensores indicados e utilizados para tal método. Para selecionar o melhor sensor para tal atividade, foram realizados testes no laboratório de Eletrônica II do IFSP - Câmpus Araraquara.

Após realizado testes com os sensores a serem utilizados, foi discutido a maneira com qual cada sensor estará localizado na plataforma robótica. A plataforma robótica foi desenvolvida por VEDOVATTO e GRUPPIONI (2017) e está sendo adaptada para receber o novo sistema de pilotagem e navegação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como este projeto se trata do desenvolvimento de um sistema de navegação para robôs limpadores de pisos, logo evidencia-se que se trata de ambientes *indoor* (dentro de um prédio). Com base nisso realizou-se testes com sensores ultrassônico HC-SR04 (Fig. 1) e sensor de distância SHARP IR GP2Y0A41SK0F (Fig. 2) onde evidenciou-se que o sensor de distância SHARP se emprega melhor ao presente projeto. Além disso, com base nas pesquisas decidiu-se trabalhar com o método de navegação por trajetória armazenada, onde se utilizará *encoders* incrementais para medir a distância percorrida e a velocidade, e assim guardar a posição que o robô está e a trajetória que ele já percorreu, facilitando o seu trajeto de limpeza.

Foram realizados testes com os motores com *encoders* integrados no seu corpo. A Fig. 3 ilustra o motor utilizado, o qual é um motorreductor, ou seja, um motor com redutor e *encoders* integrado.



Figura 1- Sensor HC-SR04.

Fonte: O Autor.



Figura 2 - Sensor Sharp GP2Y0A41SK0F. Fonte: O Autor



Figura 3 - Motorreductor.

Fonte: O Autor.

Nesses testes evidenciou-se que, o período do sinal enviado pelos *encoders* do motor é muito pequeno. A Fig. 4 mostra o teste realizado no laboratório de eletrônica do IFSP Câmpus Araraquara, onde utilizou-se um osciloscópio para projetar e medir o tempo de resposta do *encoder* do motor (sinal em azul – CH1) e de um módulo de *encoder* para Arduino (sinal em amarelo – CH2). Analisando a figura vê-se que o período do módulo de *encoder* é muito menor do que o do motor, facilitando assim o seu uso, porém por conta de já possuir os motores determinou-se que será utilizado o motor com *encoders* integrado. Para facilitar a leitura do sinal optou-se por utilizar um divisor de frequência, o módulo CD4040, mostrado na Fig. 6. A Fig. 5 mostra o sinal do motor com *encoder* testado com o divisor de frequência.

Com a utilização do divisor de frequência, conseguiu-se dividir a frequência do sinal em até 4096 vezes, e com isso selecionar a precisão da manobra que o robô realizará em seu trajeto. Em um teste realizado com o divisor de frequência CD4040BCN junto com o *encoder* do motor, realizou-se o seguinte experimento: o sinal transmitido pelo *encoder* foi ligado no canal 1 (CH – 1) do osciloscópio

e no pino de *clock* do divisor, e a primeira saída (Q1) do divisor foi ligada no canal 2 (CH-2) do osciloscópio. Analisando o resultado na tela do osciloscópio vê-se que realmente a frequência do sinal transmitido pelo *encoder* foi dividido por 2.

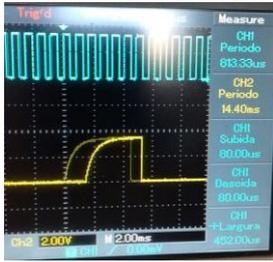


Figura 4 - Teste com encoders. Fonte: O Autor.

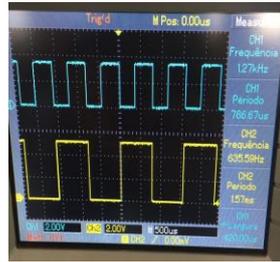


Figura 5 - Teste com CD4040BCN. Fonte: O Autor.



Figura 6 - CD4040BC. Fonte: O Autor.

CONCLUSÕES

Até o presente momento, fez-se pesquisas relacionadas aos sistemas de navegação, principalmente relacionado aos sensores utilizados. Como a plataforma robótica disponível está sendo ajustada, em conjunto com outro projeto que modificará o sistema de locomoção do robô, fez-se estudos também com *encoders*, os quais serão responsáveis pela medição da distância percorrida e velocidade do robô.

Com base nas pesquisas realizadas ao decorrer do trabalho, analisando custo e eficácia, decidiu-se trabalhar com um sistema de navegação por trajetória armazenada, utilizando-se *encoders* e sensores ópticos. Outros tipos de sensores poderão ser incorporados ao robô para realização da pilotagem. De acordo com descrito no texto, resolveu-se utilizar sensores de distância Sharp modelo GP2Y0A41SK0F e dois motorreductores com *encoders* integrados. Para facilitar o processamento do sinal transmitido pelos *encoders* foi utilizado o divisor de frequência CD4040.

O próximo passo deste trabalho será adaptar o código de pilotagem feito ao robô, considerando as medições de distância percorrida e velocidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFSP - Câmpus São Carlos pelo financiamento da bolsa PIBIFSP.

REFERÊNCIAS

- ALCIATORE, D. G.; HISTAND, M. B. **Introdução à Mecatrônica e aos Sistemas de Medições**. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- BUILDBOT, 2015. **Como utilizar o sensor ultrassônico HC-SR04**. Disponível em: <<http://buildbot.com.br/blog/wp-content/uploads/2015/01/Modulo-HC-SR04-Pinagem.jpg>>. Acesso em: 03/07/2017.
- BOLTON, W. **Instrumentação e controle**. São Paulo: Hemus, 2002.
- ROMERO, R. A. F. **Robótica Móvel**. São Paulo: LTC, 2014.
- SILVEIRA, Rosemari; BAZZO, Walter. **Ciência e Tecnologia: Transformando a relação do ser humano com o mundo**. IX Simpósio Internacional Processo Civilizador, Ponta Grossa, Paraná, Brasil, 2005.
- SPARKFUN, 2017. **Sensor Sharp GP2Y0A41SK0F**. Disponível em: <<https://cdn.sparkfun.com/assets/parts/1/8/4/00242-1.jpg>>. Acesso em: 03/07/2017.
- VEDOVATTO, B. H., GRUPPIONI, E. M. **Estudo e desenvolvimento de um sistema automático de limpeza de pisos com rejuntamento**. In: V Congresso de Iniciação Científica do IFSP Itapetininga, Itapetininga, 24/05/2017.
- WENDLING, Marcelo. **Sensor**. Unesp, Versão2.2010. Disponível em: <<http://www2.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/4---sensores-v2.0.pdf>>. Acesso em: 04/07/2017.