



Detecção e Processamento de Imagem Utilizando Sensor Ultrassônico

Carlos Vinicius de Souza Augusto; Robson Porto de Souza; Samuel Souza Alcântara Queiroz; Roberto d'Amore; e Lester de Abreu Faria

ITA – Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 – Vila das Acácias, São José dos Campos/SP – 12228-900

Resumo: A detecção e processamento de imagens é um tema de muita importância na área de Defesa, se mostrando como um grande diferencial desde aplicações como sensoriamento remoto até detecção e processamento de assinaturas de radar de alvos complexos, como aeronaves. Assim, o presente trabalho utiliza como estudo de caso um simples sensor de ultrassom HC-SR04 para verificar sua precisão de detecção em objetos estáticos e dinâmicos, extrapolando posterior para uma interface semelhante ao mapeamento de radar. Com esta interface foi possível averiguar a precisão de detecção do sensor de forma visual, pois sua varredura mostrou pontos de detecção do alvo refletido. Outra proposta foi o processamento de imagem utilizando o mesmo sensor e para isto foi desenvolvido um método simples de aquisição dos dados de leitura e em sequência foram aplicadas duas formas de processamento a PSF (Point Spread Function) e PSM (Phase Shift Migration) e com uma fusão entre ambas para melhorar a qualidade da imagem de ultrassom. Os estudos deste trabalho demonstram que dispositivos simples permitem gerar bons resultados a fim de extrapolar-los para equipamentos mais robustos, como radares.

I. INTRODUÇÃO

Sinais eletromagnéticos são empregados em radares para medir distância, velocidade e ângulo, com uma alta resolução, sendo também ótimos para execução em ambientes restritos, como neblina, chuva e baixa visibilidade noturna [1]. Desta forma, o foco deste trabalho é a utilização de sensores de ultrassom (interface mais simples, mas extrapolável), de sensoriamento, para a demonstração de conceitos e estudos em sensores mais complexos. Sensores de ultrassom são adequados a esse tipo de estudo devido à sua versatilidade e ao custo benefício que apresentam para fins acadêmicos.

Inicialmente, foi realizada a detecção do alvo, tanto estático quanto em movimento, com uma interface gráfica de radar. A execução deste teste foi diferente da apresentada no trabalho [3], uma vez que, ao invés de o sensor se movimentar, o alvo que se deslocou para analisar a precisão de detecção do dispositivo. Em ambos os casos, a detecção se mostrou eficaz, pois os alvos resolvidos pela detecção do sensor corresponderam à distância em que estavam posicionados.

Na sequência, o processamento de imagem de ultrassom foi realizado com o mapeamento do sensor posicionado acima do objeto desejado, com varreduras nos sentidos horizontal e vertical, a fim de gerar matrizes de dados, bem como aplicar técnicas computacionais para desenvolver uma imagem em 2D. Neste caso, as técnicas utilizadas foram o filtro PSF (Point Spread Function) [4] e o algoritmo PSM (Phase Shift Migration) [5] separadas e depois combinadas entre si onde as práticas destas técnicas foram também apresentadas em [6] e [7]. As imagens finais geradas com as aplicações citadas geraram resultados conforme o esperado, considerando a qualidade do sensor HC-SR04 [8].

Comparando com o trabalho realizado em [7], o qual utilizou um sensor mais potente em resolução, a nossa imagem dos três objetos e com a fusão do algoritmo PSM e do filtro PSF gerou um resultado mais nítido com relação aos resultados gerados pelos algoritmos individualmente, mesmo contando com um dispositivo inferior. Essa última imagem mostrou, também que com mais alvos no campo de mapeamento a eficácia do algoritmo de junção do PSM e PSF aumenta quando comparado com apenas um deles aplicados. Em [9] o algoritmo desenvolvido de PSM auxiliou na geração do próprio utilizado neste trabalho, pois precisou ser adaptado aos parâmetros do sensor utilizado.

II. DETECÇÃO DE OBJETOS

Para testar a precisão de detecção do sensor HC-SR04 foi desenvolvido um experimento no qual o sensor de ultrassom se mantinha em posição estática enquanto o objeto para detecção se mantinha em movimento. Para analisar a detecção e desenvolver a interface foram utilizados os seguintes passos, conforme Fig. 1.



Fig. 1 Esquema de detecção com sensor e pêndulo e etapas de desenvolvimento para observar a detecção pela interface

Os algoritmos de detecção e de desenvolvimento da interface foram desenvolvidos baseando-se no pseudocódigo apresentado em [3]. Com a montagem dos dispositivos pronta e os algoritmos compilados o experimento foi executado, apresentando os resultados, mostrados na Fig. 3.

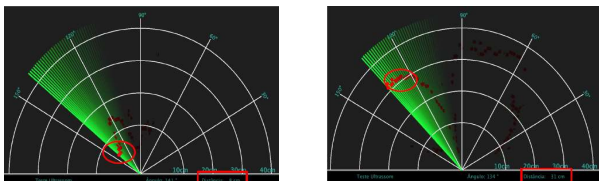


Fig. 2 - Resultado da detecção com objeto pendular. No momento está marcando as distâncias de 8cm na primeira imagem e 31cm na segunda, conforme bordadas pelo retângulo vermelho

III. AQUISIÇÃO DOS DADOS DE MEDIDAS E PROCESSAMENTO DE IMAGEM

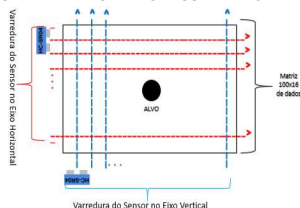


Fig. 3 - Diagrama da varredura do sensor em dois Eixos

A Fig. 3 mostrou a geração da matriz de dados de medição do sensor para realizar o processamento de imagem. Foi desenvolvida uma técnica simples de mapeamento, onde o objeto a ser resolvido ficou centralizado no campo de leitura e o sensor realizou medições nos sentidos horizontais e verticais, para gerar uma matriz resultante de dados de reflexão.

Os passos a seguir mostram o procedimento da geração de imagem através dos dados adquiridos com a aplicação do filtro PSF, além dos objetos -alvos e suas imagens geradas.

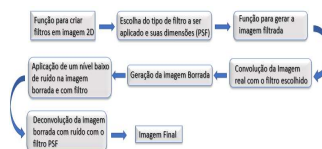


Fig. 4 - Diagrama da aplicação do PSF

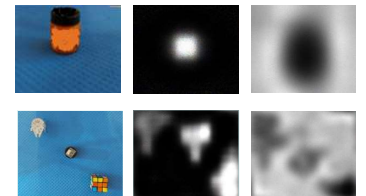


Fig. 5 - Na parte superior e inferior da esquerda para a direita o objeto real detectado, a imagem de ultrassom com dados binários e a imagem com os dados brutos da medição, ambas com filtro PSF

O diagrama abaixo mostra os procedimentos de aplicação do algoritmo PSM nos dados de medição dos mesmos objetos anteriores. E por fim as imagens finais com a fusão das técnicas propostas.



Fig. 6 - Diagrama da aplicação do PSM

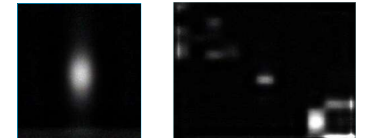


Fig. 7 Imagem de ultrassom com o algoritmo PSM e o filtro PSF de um objeto detectado e depois de três.

IV. CONCLUSÕES

A escolha de pontos que mostrassem o alvo detectado na interface de radar ao invés de linhas na qual foi implementada em [3] se motivou pela visualização mais precisa da posição onde o objeto foi rastreado. A aplicação de um pêndulo como objeto-alvo para detecção do sensor teve eficiência comprovada visualmente pelos pontos no mapeamento dentro de um limite distância máxima de 40cm e todo o rastreo dentro desta área foi gerado com pontos vermelhos.

Na avaliação da implementação do PSF e PSM vale ressaltar os seguintes pontos: quando o mapeamento do sensor encontrou mais de um objeto no campo para refletir, a junção das técnicas utilizadas teve melhor performance, pois os passos de filtros com deslocamento da fase das imagens no domínio da frequência em PSM e com o procedimento de PSF foi possível eliminar a maioria dos ruídos do mapeamento inicial do sensor.

O foco deste trabalho foi de realizar detecção e processamento de imagem, desde a prática de montar um ambiente simples, realizar o mapeamento com o dispositivo e coletar os dados de detecção, até realizar um processamento computacional para organizá-los e desenvolver uma imagem, podendo avançar de um dispositivo de mais fácil acesso e manuseio para um equipamento de melhor performance e mais potência.

REFERÊNCIAS

- Martin Stolz, Eugen Schubert, Frank Meinel, Martin Kunert, Wolfgang Menzel, "Multi-Target Reflection Point Model of Cyclists for Automotive Radar", Proceedings of the 14th European Radar Conference, Institute of Microwave Techniques, Ulm University (2017).
- Lee, Jen Jhon, "Formação e Processamento de Imagens de Ultrassom", Dissertação de Mestrado USP de São Carlos/SP (2010).
- Akshaya U Kulkarni, Amit M Potdar, Suresh Hegde, Vishwanath P Baligar, "RADAR based Object Detector using Ultrasonic Sensor. KLE Technological University Hubli, India. 2019.
- He Zhang, Jian Liu, Weibo Wang, Jiubin Tan. Livro: Confocal Microscopy. Chapter 2 - Point Spread Function Model. Harbin Institute of Technology. 2016
- Hui Zhang; Wolf-Stefan Benedix; Dirk Plettmeier; Valerie Ciarletti. Radar Subsurface Imaging by Phase Shift Migration Algorithm. Dresden University of Technology Dresden, Germany. 2013.
- Manuel Blanco Valentin, et al. "Aquisição de imagens ultrassônicas como experimento didático", Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 40, nº 2, e2503 (2018).
- Dmitry Dolmatov; Vladislava Abramets. Application of frequency-domain algorithms in ultrasound imaging of composite materials. Tomsk Polytechnic University, Russia. 2016.
- Cytron Technologies, Product User's Manual - hc-sr04 Ultrasonic Sensor (Cytron Technologies, Pulau Pinang 2013).
- Martin Skjelvareid. mh-skjelvareid/synaptus (https://github.com/mh-skjelvareid/synaptus), GitHub. Retrieved June 29, 2021..