

## Processamento de imagens de ultrassom utilizando elevadas taxas de varredura

### RESUMO

Suellen Guimarães Mahfoud  
[su.gma@hotmail.com](mailto:su.gma@hotmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, Paraná, Brasil

Joaquim Miguel Maia  
[joaquim@utfpr.edu.br](mailto:joaquim@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, Paraná, Brasil

**OBJETIVO:** O objetivo deste trabalho foi a avaliação de rotinas para processamento de imagens de ultrassom utilizando *plane wave* e a comparação com a técnica tradicional *delay-and-sum* (DAS) utilizando *sparse arrays*. **MÉTODOS:** O trabalho foi feito utilizando-se o simulador Field II e as rotinas foram desenvolvidas para serem executadas no MATLAB. Foi projetado um *phantom* no simulador contendo um cisto e o sistema foi configurado para utilizar um transdutor linear com frequência central de 5 MHz, 128 elementos, comprimento de onda de 0,31 mm e frequência de amostragem de 25 MHz. **RESULTADOS:** Os contrastes obtidos a partir do método baseado em Fourier com 1 *plane wave*, 2 *plane waves* e 3 *plane waves* foram de 7,89 dB, 8,34 dB e 8,57 dB, respectivamente. Utilizando o mesmo número de *plane waves* citados anteriormente, adicionando o método *sparse array* os contrastes obtidos foram de 9,03 dB, 9,62 dB e 9,80 dB, respectivamente. **CONCLUSÕES:** Analisando-se os resultados obtidos, pode-se concluir que a técnica *plane wave* utilizando-se apenas um disparo no transdutor apresenta maior taxa de varredura, no entanto, há diminuição da resolução da imagem, quando comparada à técnica tradicional DAS, mesmo utilizando *sparse arrays*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ultrassom. Elevadas Taxas de Varredura. *Plane Wave*. *Sparse array*.

## 1. INTRODUÇÃO

Na imagem convencional de ultrassom, as taxas de quadros são limitadas devido à metodologia intrínseca de formar uma *scan line* em um *frame* por transmissão e recepção e tempo para processamento (ASSEF, 2013; MAIA, 2004; VAKA et al., 2013). As elevadas taxas de varredura podem ser alcançadas pela imagem utilizando *plane wave* (KLIMONDA et al., 2014; TANTER et al., 2014. Em vez de se concentrar na região de interesse, a energia transportada por uma *plane wave* é espalhada por todo o meio, o que induz uma diminuição da relação sinal-ruído (BESSION et al., 2016).

A técnica *Fourier-Based Reconstruction* foi descrita pela primeira vez para imagens de onda plana de D. Liu. A técnica consiste em transformar todos os dados do elemento recebido no domínio da frequência usando a Transformada de Fourier 2D (GARCIA et al., 2013).

## 2. MÉTODOS

Foram utilizados 128 elementos, com frequência central de 5 MHz, comprimento de onda de 0,31 mm, frequência de amostragem de 25 MHz, *pitch* de 0,1953 mm e *kerf* de 0,05 mm. A implementação foi feita utilizando o Matlab e o Field II. O número de iterações utilizado para o método *sparse* foi 200. A velocidade do som é usada como  $1540 \text{ m.s}^{-1}$ . Um cisto anecóico de 8 mm de diâmetro a 4 cm de profundidade é inserido em um meio com alta densidade de espalhamento e é atingido pela *plane wave* com incidência normal. Nenhuma apodização é utilizada na transmissão nem na recepção. A imagem do envelope é extraída da imagem RF reconstruída, com  $\gamma = 0.3$  e, finalmente, convertida em escala de cinza de 8 bits para obter a imagem em modo B.

## 3. RESULTADOS

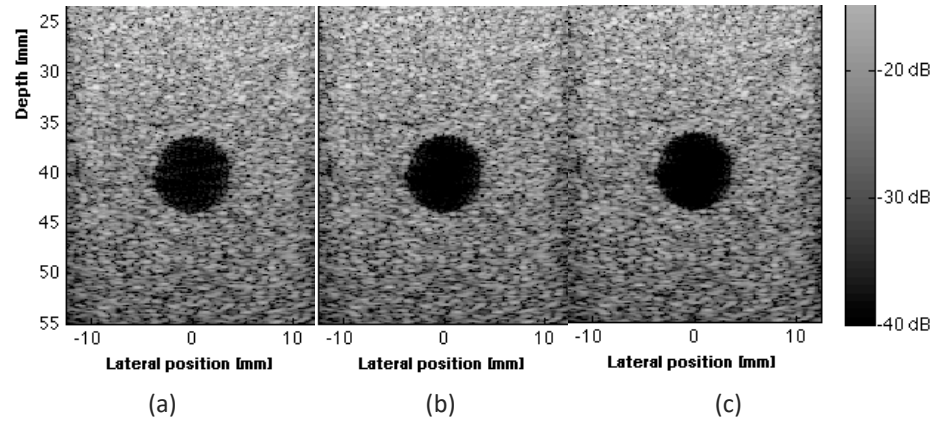
Os resultados obtidos estão reunidos na tabela 1 e apresentados nas figuras 1 e 2.

Tabela 1 – Valores obtidos dos contrastes em dB

| <i>Plane waves</i>           | Contraste (dB) |      |      |
|------------------------------|----------------|------|------|
|                              | 1              | 2    | 3    |
| <i>Fourier-based</i>         | 7.89           | 8.34 | 8.57 |
| <i>Fourier-based Sparsed</i> | 9.03           | 9.62 | 9.80 |

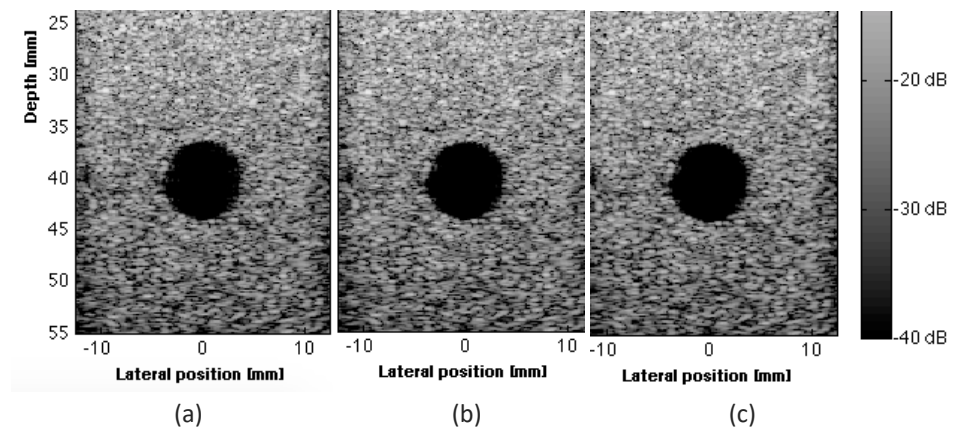
Fonte: Autoria própria (2017).

Figura 1 – Resultados do método baseado em Fourier com a) 1 *plane wave*, b) 2 *plane waves* e c) 3 *plane waves*



Fonte: Autoria própria (2017).

Figura 2 – Resultados do método baseado em Fourier com a aplicação do método *sparse array* com a) 1 *plane wave*, b) 2 *plane waves* e c) 3 *plane waves*



Fonte: Autoria própria (2017).

#### 4. DISCUSSÃO

O contraste é imprescindível para a avaliação visto que a análise visual se mostra subjetiva neste caso.

Os resultados mostram um aumento do contraste para a estrutura proposta. Como o contraste é medido na área anecóica, ele está diretamente ligado à quantidade de ruído na imagem reconstruída e, como as imagens são obtidas através da simulação, a única fonte de ruído é induzida pelo modelo de medição (*grid*) (BESSION et al., 2016).

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em comparação com métodos clássicos, o método *plane wave* permite altas taxas de varredura com uma energia baixa, sendo um processo mais rápido e foi

possível analisar o trade-off entre a rapidez de processamento e a qualidade de imagem que havia sido comprometida pelo seu uso. A menor qualidade de imagem oferecida pelo *plane wave* pode ser compensada com *sparse array*, apesar do custo computacional.

As elevadas taxas de varredura (1000 *frames* por segundo) são cruciais para aquisições 3D/4D de imagens cardíacas, musculares, etc. Logo, os métodos estudados podem ser ferramentas para a utilização dessas altas taxas pois permitem garantir a qualidade da imagem sem comprometer completamente o tempo de processamento.

O contraste se mostrou fundamental para a análise quantitativa da qualidade da imagem, sem depender totalmente da subjetividade da análise visual.

---

## Ultrasound imaging using high scan rates

### ABSTRACT

**OBJECTIVE:** The objective of this work was to evaluate routines for ultrasound image processing using plane wave and comparison with traditional delay-and-sum technique (DAS) using sparse arrays. **METHODS:** The work was developed using Field II simulator and the routines were developed to be executed in MATLAB. A phantom was designed in the simulator containing a cyst and the system was configured to use a linear array transducer with a central frequency of 5 MHz, 128 elements, wavelength of 0.31 mm and sampling frequency of 25 MHz. **RESULTS:** The contrasts obtained with the Fourier-based method with 1 plane wave, 2 plane waves and 3 plane waves were 7.89 dB, 8.34 dB and 8.57 dB, respectively. Using the same number of plane waves mentioned above, by adding the sparse array method the obtained contrasts were 9.03 dB, 9.62 dB and 9.80 dB, respectively. **CONCLUSIONS:** By analyzing the obtained results, it can be concluded that the plane wave technique using only one trigger in the transducer presents a higher scanning rate, however, there is a decrease of the image resolution, when compared to the traditional DAS technique, even using sparse arrays<sup>4</sup>.

**KEYWORDS:** Ultrasound. High scan rates. Plane Wave. Sparse array.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES, Fundação Araucária, FINEP e Ministério da Saúde pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

ASSEF, A.A. Arquitetura de hardware multicanal reconfigurável com excitação multinível para desenvolvimento e testes de novos métodos de geração de imagens por ultrassom. 2013.

BESSON, A.; CARRILLO, R. E.; ZHANG, M.; FRIBOULET, D.; BERNARD, O.; WIAUX, Y.; THIRAN, J. P. **Sparse regularization methods in ultrafast ultrasound imaging**. 24th European Signal Processing Conference (EUSIPCO). 2016.

GARCIA, D.; LE TARNEC, L.; MUTH, S.; MONTAGNON, E.; PORÉE, J.; CLOUTIER, G. **Stolt's f-k Migration for Plane Wave Ultrasound Imaging**. IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, Vol. 60. No. 9. September 2013.

KLIMONDA, Z.; LITNIEWSKI, J.; NOWICKI, A. **Compounded plane wave technique applied to imaging attenuation of ultrasound in tissue structures**. Forum Acusticum. Cracóvia, Polônia. 2014.

MAIA, J. M. Ultrassom. Apostila, UTFPR, Curitiba, 2004.

TANTER, M.; FINK, M. **Ultrafast Imaging in Biomedical Ultrasound**. IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, vol. 61, no. 1. 2014.

VAKA, N. R.; HANSEN, H. H. G.; SARIS, A. E. C. M.; KORTE, C. L. **Effect of aperture size on plane wave ultrasound strain estimation**. Medical UltraSound Imaging Centre (MUSIC), Department of Radiology. Radboud University Nijmegen Medical Centre. Nijmegen, Holanda. Joint UFFC, EFTF and PFM Symposium. 2013.

**Recebido:** 31 ago. 2017.

**Aprovado:** 02 out. 2017.

**Como citar:**

MAHFOUD, S. G.; MAIA, J. M. Processamento de imagens de ultrassom utilizando elevadas taxas de varredura. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 22., 2017, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: UTFPR, 2017. Disponível em: <<https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2017/index>>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

Suellen Guimarães Mahfoud  
Av. Sete de Setembro, 3165, Curitiba, Paraná Brasil.

**Direito autoral:**

Este resumo expandido está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

