



Proposition de thèse 2019-2022 – CEA-List

Imagerie ultrasonore 4D par reconstruction rapide dans le domaine de Fourier et compression de données

PhD Position 2019-2022 – CEA-List

4D ultrasonic imaging with compressed sensing techniques and reconstruction algorithms in the Fourier domain

Résumé : L'imagerie ultrasonore multi-éléments est désormais très répandue en contrôle non-destructif, et la plupart des systèmes industriels offrent la possibilité d'imager une structure en temps-réel avec des sondes comportant typiquement 64 éléments. Au-delà, les cadences d'imagerie des systèmes sont fortement ralenties en raison, d'une part, du volume important des signaux à transférer de l'unité d'acquisition à l'unité de traitement et, d'autre part, du nombre d'opérations de calcul à réaliser pour former l'image. Un exemple type est l'imagerie 3D avec des sondes matricielles de 16x16 éléments nécessitant le transfert de 256x256 signaux et le calcul de 10^6 à 10^8 voxels pour constituer l'image 3D dans le solide. Dans ce contexte, ce travail de thèse vise à accélérer les systèmes d'imagerie en optimisant le transfert des données par acquisition comprimée (ou *compressed sensing*) [1], et de combiner la compression des données avec des algorithmes de reconstruction rapide dans le domaine de Fourier, ces derniers pouvant réduire les temps de calcul des images d'un facteur 300 par rapport à des méthodes plus conventionnelles opérant dans le domaine temporel [2]. Enfin, un autre point qui sera abordé fin de thèse est la réduction du nombre de signaux par divers techniques, comme les émissions planes aléatoires ou les *sparse arrays*.

Mots-clés : ultrasons, imagerie 3D, capteurs multiéléments, algorithmes de reconstruction rapide, compressed sensing

Abstract: Ultrasonic array imaging is now a widespread technique in the field of non-destructive testing, and most industrial systems are able to image structures in real-time with arrays typically consisting of 64 elements. For larger arrays with 128 or 256 elements, the imaging systems are slowed down considerably because of the large volume of signals to be transferred from the acquisition unit to the computation unit, and the number of computational operations to form a large image. A typical example is 3D imaging with 16x16 matrix arrays requiring the transfer of 256x256 signals and the computation of 10^6 to 10^8 voxels to form 3D images. In this context, the thesis aims to accelerate imaging systems by optimizing the data transfer with compressed sensing techniques [1] and by exploiting fast reconstruction algorithms in the Fourier domain, these are able to reduce computations time of images by a factor of 300 compared to more conventional methods operating in the time domain [2]. Finally, another point that will be addressed at the end of the thesis is the reduction of the number of signals with various techniques, such as random plane-wave emissions or sparse arrays in receive mode.

Key-words: ultrasounds, 3D imaging, transducer arrays, fast reconstruction algorithms, compressed sensing

[1] H. Liebgott, R. Prost, D. Friboulet, *Pre-beamformed RF signal reconstruction in medical ultrasound using compressive sensing*, Ultrasonics, vol. 53(2), pp. 525-533, 2013.

[2] L. Merabet, S. Robert, C. Prada, *2-D and 3-D Reconstruction Algorithms in the Fourier Domain for Plane-Wave Imaging in Nondestructive Testing*, IEEE Trans. Ultrason., Ferroelectr., Freq. Control, vol. 66, no. 4, pp. 772-788, 2019.

Contact : **Sébastien Robert**

CEA - List - Département Imagerie Simulation pour le Contrôle

Bât. 565 - Point Courier 120, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex

sebastien.robert@cea.fr

01 69 08 19 56

<http://www-list.cea.fr/>