

Transformée de Radon Fenêtrée et Décomposition Tensorielle de Rang 1 pour le Beamforming Adaptatif en Échographie Ultrarapide

CADET Florent, DORFNER François

March 14, 2025

Introduction

- ▶ Contexte : Imagerie par échographie ultrarapide
- ▶ Objectif : Améliorer la qualité d'image en corrigeant les aberrations de phase causées par les variations de *Speed of Sound*
- ▶ Proposition : Une nouvelle méthode de beamforming combinant la transformée de Radon fenêtrée et la décomposition tensorielle de rang 1

Méthode Proposée

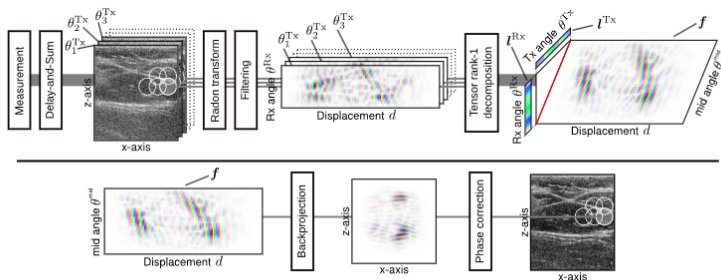


Fig. 1. Summary of the proposed method. Top row: beamforming of a single complex radio-frequency image per insonification, followed by windowed Radon transform and filtering. Tensor rank-1 decomposition is then performed patch-wise according to (19) and Algorithm 1. The phase and magnitude of complex numbers are encoded by the hue and darkness of the depicted colors, respectively. Bottom row: reconstruction of a patch from the result of tensor decomposition, followed by the reconstruction of the output image from the whole set of patches according to Algorithm 2.

Figure: Vue d'ensemble de la méthode proposée : (haut) étapes de beamforming et transformée de Radon fenêtrée, (bas) reconstruction d'image à partir des patches traités.

Avantages de l'Approche

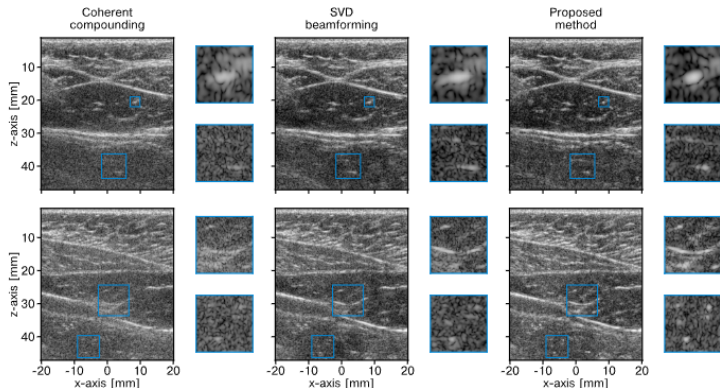


Fig. 7. Two in-vivo images of an abdominal wall (top and bottom row), using 9 plane wave insonifications and displayed with a 60 dB dynamic range. Results of coherent compounding, SVD beamforming and the proposed method are depicted. Areas of interest are highlighted in blue.

Figure: Images in-vivo de la paroi abdominale obtenues avec différentes méthodes de reconstruction, démontrant l'amélioration de la qualité d'image dans un contexte clinique.

Résultats Principaux

- ▶ Influence du paramètre de régularisation μ sur la qualité d'image
- ▶ Contraste des inclusions : -25 dB (anéchoïques), -6 dB (hypoéchoïques)
- ▶ Amélioration de la résolution spatiale (réduction de la FWHM entre 200 et 600 μm)

Résultats Principaux

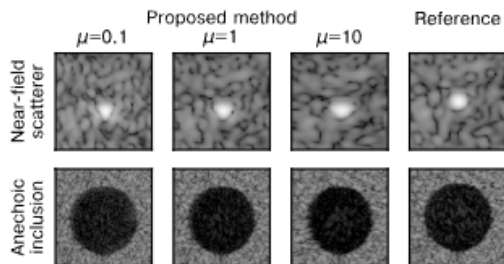


Fig. 4. B-mode examples of scatterer and anechoic inclusion reconstructed using different values of the regularization parameter μ . They are compared with a reference aberration-free image and displayed with a 60 dB dynamic range.

Figure: Exemples de reconstruction de diffuseurs et d'inclusions avec différentes valeurs du paramètre de régularisation μ , comparés à l'image de référence.

Limites

- ▶ Structures réfléchissantes
- ▶ Limitation de l'aberration

Conclusion

- ▶ Avancée significative dans le beamforming pour l'échographie ultrarapide
- ▶ Supériorité démontrée en termes de contraste et de résolution
- ▶ Paramétrable pour avoir un contrôle précis entre qualité d'image et robustesse
- ▶ Potentiel clinique prometteur