

Alexandre CORAZZA,

Sujet de thèse "Adaptive beamforming and microbubble identification for ultrasound localization microscopy"

Mots clés Français / French Keywords:

Imagerie médicale, Imagerie par localisation ultrasonore, Formation de voies adaptative, Théorie de la décision

Mots clés Anglais / English keywords:

Medical imaging, ultrasound localization microscopy, adaptive beamforming, decision theory

Abstract: Characterizing the vascular network is essential for diagnosing pathologies linked to vascular structure and blood flow. To this end, Ultrasound Localization Microscopy (ULM) has recently been developed. It involves injecting microbubbles (MBs) into the vein. Ultrasound (US) measurements are acquired over time. From these, US image sequences are constructed using the standard Delay and Sum (DAS) beamforming (BF) method. On these images, moving bright spots corresponding to MBs can be visualized. The ULM consists in identifying the MBs, precisely locating their centers and tracking them over time to map the vascular network with a resolution in the order of tens of micrometers. The aim of this thesis is to investigate the influence of the BF step on ULM results. This question is motivated by the ability of adaptive BF methods to improve the resolution of US images, or to attenuate biological tissue and noise on these images, thus facilitating the identification of MBs. The contributions are firstly in the evaluation of adaptive BF methods in the context of ULM, showing an increase in the number of MBs detected on in silico data. On in vivo data, it is shown that MBs identification methods in the literature are not suitable for a fair comparison of BF methods. Next, a new MB identification method based on decision theory is proposed. First evaluated with DAS on in vivo data, this identification method offers improved completion and resolution of vascular network maps. Finally, by combining this method with adaptive BF, more complete vascular network maps can be generated.

Résumé: Caractériser le réseau vasculaire est essentiel pour diagnostiquer des pathologies liées à la structure vasculaire et au flux sanguin. Pour cela, l'imagerie par localisation ultrasonore (ILU), a récemment été élaborée. Son fonctionnement réside dans l'injection de microbulles (MBs) par voie veineuse. Des mesures ultrasonores (US) sont acquises au cours du temps. Des séquences d'images US sont construites à partir de celles-ci avec la méthode de formation de voies (FV) standard du Delay and Sum (DAS). Sur ces images, des points brillants en mouvement correspondant aux MBs peuvent être visualisés. L'ILU consiste à identifier les MBs, localiser avec précision leur centre et les suivre au cours du temps pour tracer la carte du réseau vasculaire avec une résolution de l'ordre de la dizaine de micromètre. L'objectif de cette thèse est d'étudier l'influence de l'étape de FV sur les résultats de l'ILU. Cette interrogation est motivée par la capacité de méthodes de FV adaptatives à améliorer la résolution des images US, ou à atténuer les tissus biologiques et le bruit sur ces images, ce qui permettrait de faciliter l'identification des MBs. Les contributions s'inscrivent tout d'abord dans l'évaluation des méthodes de FV adaptatives dans le contexte de l'ILU, montrant une augmentation du nombre de MBs détectées sur des données in silico. Sur des données in vivo, il est montré que les méthodes d'identification des MBs de la littérature ne sont pas adaptées pour une comparaison équitable des méthodes de FV. Puis, une nouvelle méthode d'identification de MB basée sur la théorie de la décision est proposée. D'abord évaluée avec le DAS sur des données in vivo, cette méthode d'identification offre une amélioration de la complétion et de la résolution des cartes de réseau vasculaire. Enfin, en combinant cette méthode à la FV adaptative, des cartes du réseau vasculaire plus complètes peuvent être générées.