
Sujet de thèse

CREATIS - Equipe : 3 – Imagerie Ultrasonore
CEA-Leti – DTBS- LISA
Directeur de thèse : Didier VRAY, Professeur INSA-Lyon
Contact : didier.vray@creatis.insa-lyon.fr

TITRE : Imagerie photoacoustique des tissus biologiques profonds

Contexte:

L'imagerie photoacoustique ou optoacoustique permet de combiner les avantages de l'imagerie ultrasonore et de la tomographie optique à différentes longueurs d'onde. Le principe de l'imagerie photoacoustique repose sur l'émission de courtes impulsions lumineuses par un laser. L'énergie lumineuse absorbée de manière spécifique en fonction de la nature des tissus biologiques produit une onde de pression acoustique. Cette onde acoustique se propage et peut ensuite être enregistrée par un ensemble de capteurs ultrasonores. Des méthodes de reconstruction permettent alors de produire une image en 3D de la zone imagée. Avec l'arrivée de nouveaux capteurs plus sensibles et la miniaturisation des lasers, l'imagerie photoacoustique connaît un nouvel essor depuis 2004. Après une étude de faisabilité, Creatis, en collaboration avec le CEA/LETI de Grenoble, proposent d'explorer de nouvelles pistes dans le domaine de l'imagerie moléculaire et plus généralement l'aide au diagnostic médical.

Objectif:

L'objectif de la thèse est de développer des modèles et des méthodes de traitement du signal et de l'image qui permettront de reconstruire une image 3D des tissus biologiques profonds (plusieurs cm) à partir de l'acquisition des signaux photoacoustiques. La résolution visée sera de l'ordre de quelques dizaines de μm avec un contraste amélioré par rapport à l'imagerie ultrasonore. Le travail permettra de développer un prototype opérationnel pour lequel une application médicale potentielle est le diagnostic précoce du cancer de la prostate.

Méthodologie:

Le travail consistera tout d'abord à élaborer un modèle physique permettant de comprendre et de quantifier les phénomènes mis en jeu dans l'imagerie photoacoustique in vivo. Pour cela, le doctorant pourra s'appuyer sur les modèles de propagation de la lumière dans les tissus qui ont été développés par le LISA, et sur les compétences en traitement de l'information et de formation de l'image ultrasonore de CREATIS. Une méthode de reconstruction des images (en 2D et 3D) basée sur des algorithmes de traitement d'antenne ou de tomographie sera ensuite développée.

Le doctorant pourra alors proposer le dimensionnement du système photoacoustique en fonction des performances attendues :

- Choix des paramètres du laser (longueur d'onde, durée, fréquence...)

- Choix des paramètres et de la géométrie du système ultrasonore d'acquisitions

- Simulation de différentes géométries possibles

- Validations expérimentales sur fantômes, in vitro puis in vivo sur modèle animaux.

Chacun des 2 partenaires apportera les moyens nécessaires à la réalisation des expérimentations : un laser NdYag par le CEA et un échographe de recherche par CREATIS.

Compétences requises :

Le candidat devra avoir de bonnes compétences en traitement du signal et des images ainsi qu'en programmation en Matlab et/ou C. Un goût pour l'instrumentation est également requis. Des connaissances en physique, en optique et imagerie ultrasonore seront appréciées.

La thèse se déroulera à Creatis (D. VRAY, B. Montcel) en collaboration avec le Département micro Technologies pour la Biologie et la Santé (DTBS) du CEA-LETI à Grenoble (J. Boutet, J.-M. Dinten).