

Méthodes d'imagerie ultrasonore avancées et rapides pour le contrôle non destructif de matériaux atténuants et diffusants.

Le développement de sondes multiéléments et les progrès continus en électronique ont favorisé l'émergence des méthodes d'imagerie ultrasonore pour le contrôle non-destructif (CND). En particulier, les approches linéaires de type formation de voies sont largement utilisées pour leur simplicité et leur rapidité, rendant possible l'imagerie en temps réel. Néanmoins, la résolution et le contraste des images reconstruites sont limités par la nature oscillante de l'onde ultrasonore.

Cette thèse aborde l'imagerie ultrasonore sous l'angle des problèmes inverses. La reconstruction de l'image de réflectivité à partir de mesures ultrasonores, dont l'information est limitée par la bande passante des transducteurs, est un problème inverse mal posé. Dans ces travaux, nous adoptons des techniques d'inversion par régularisation favorisant la reconstruction de solutions à la fois parcimonieuses et lisses spatialement, d'extension spatiale limitée. Nous cherchons ainsi à reconstruire une carte de réflectivité d'un milieu globalement sain, ne contenant éventuellement que quelques réflecteurs de petite taille. Une première contribution décrit la mise en œuvre et l'inversion d'un modèle linéaire reliant les données brutes de grande taille à la réflectivité du milieu, via un opérateur contenant les formes d'ondes ultrasonores. Un deuxième axe est basé sur la projection du modèle de données ultrasonores dans l'espace image via une technique de formation de voies. L'inversion du modèle résultant, de plus petite taille, est alors interprétée comme un problème de déconvolution à réponse impulsionnelle variable spatialement et à bruit coloré.

Un modèle interpolateur est proposé, permettant une inversion rapide. Un dernier axe de travail adapte ces méthodes à des milieux ayant des propriétés acoustiques complexes telles que l'atténuation fréquentielle et la dispersion, pour lesquels l'onde acoustique se déforme lors de sa propagation.

Les méthodes proposées sont évaluées sur des données synthétiques et appliquées à des exemples concrets de CND. Un pouvoir de résolution bien supérieur aux méthodes standard est obtenu, au prix d'une complexité calculatoire plus élevée.

Mots-clés : contrôle non-destructif (CND), imagerie ultrasonore, problèmes inverses, focalisation en tout point, parcimonie