Développement de techniques de reconstruction ultrasonore multi-éléments pour la localisation et la caractérisation de défauts dans des pièces de géométrie complexe

Alex Fidahoussen, Pierre Calmon, Marc Lambert

▶ **To cite this version:**

Alex Fidahoussen, Pierre Calmon, Marc Lambert. Développement de techniques de reconstruction ultrasonore multi-éléments pour la localisation et la caractérisation de défauts dans des pièces de géométrie complexe. Journées Cofrend 2008, May 2008, Toulouse, France. hal-01104095

HAL Id: hal-01104095

https://centralesupelec.hal.science/hal-01104095

Submitted on 16 Jan 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Développement de techniques de reconstruction ultrasonore multi-éléments pour la localisation et la caractérisation de défauts dans des pièces de géométrie complexe

A. Fidahoussen, P. Calmon, CEA LIST, Saclay, France,

M. Lambert, Laboratoire des Signaux et Systèmes (L2S), Supélec, Gif-sur-Yvette, France.

Contexte

➢ Les techniques multi-éléments sont de plus en plus utilisées en contrôle non-destructif par ultrasons en raison en particulier de la flexibilité qu'ils permettent et de leur adaptabilité à des configurations complexes.

➢ Les méthodes d'imagerie classiques ne s'appliquent pas dans le cas d'utilisation de fonctionnalités multi-éléments avancées (acquisition des signaux élémentaires, de la matrice inter-éléments, etc…)

➢ Les méthodes de reconstruction classiques fondées sur des hypothèses simples ne permettent pas toujours de localiser les défauts, à l'origine des échos détectés, dans des situations non canoniques.

➢ Des modèles directs qui permettent de prendre en compte la complexité géométrique des pièces et la complexité du contrôle sont disponibles (implémentés dans CIVA).

Objectif de la thèse: Développer des algorithmes de reconstruction qui exploitent les modèles directs de CIVA, et qui s'appliquent à des configurations complexes et des fonctionnalités multi-éléments avancées.

Principe des algorithmes de reconstruction

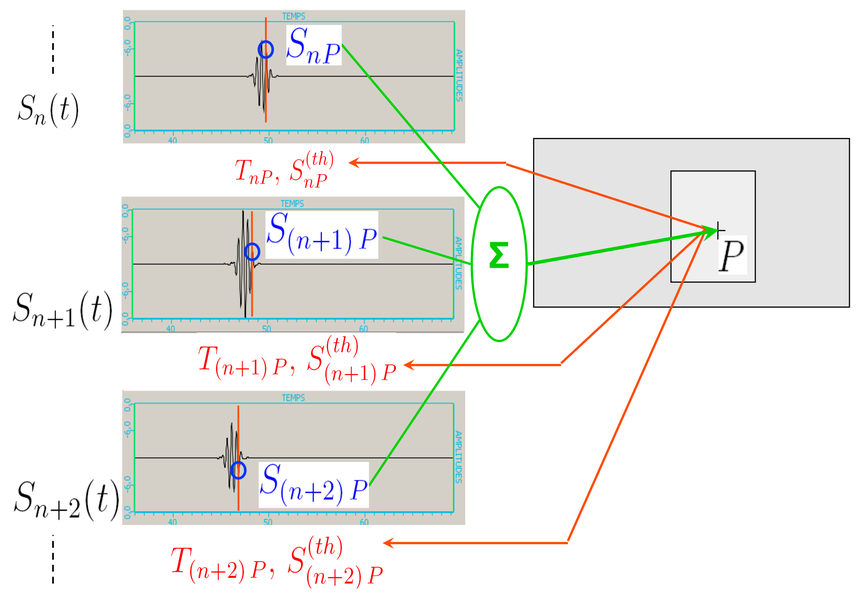
➢ S'appliquent à toute acquisition constituée de N signaux US $S_n(t)$ et dérivent de l'approche consistant à sommer de façon cohérente les signaux reçus en tous points P de la zone à imager

➢ En sortie obtention d'une cartographie d'un estimateur *E(P)* représentatif de la « plausibilité » de présence d'un diffracteur en un point *P*.

➢ Pour chaque couple (n,P) et à partir du signal théorique (modélisé) dû à la présence d'un diffracteur ponctuel en *P*: $S_n^{(th)}(P,t) = e(t) \otimes \sum_{i\in E} \sum_{j\in R} \left\{ h_i^e(P, t-\tau_i^e) \otimes h_j^r(P, t-\tau_j^r) \right\}$, on extrait le temps T_{nP} qui est le temps de parcours émetteurs-*P*-récepteurs et l'amplitude $S_{nP}^{(th)} = S_n^{(th)}(P, T_{nP})$

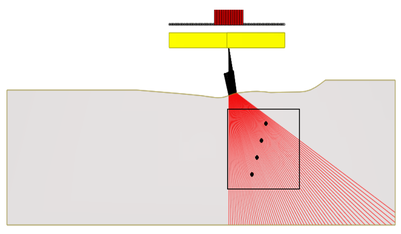
➢ On calcule les estimateurs $E_1(P) = \sum_{n=1}^{N} S_{nP}$ et $E_2(P) = R(P) \times \sum_{n=1}^{N} S_{nP}$

où $S_{nP} = S_n(T_{nP})$ et $R(P) = \left(\sum_{n=1}^{N} S_{nP} S_{nP}^{(th)} \right)^2 \Big/ \left(\sum_{n=1}^{N} S_{nP}^2 \sum_{n=1}^{N} S_{nP}^{(th)2} \right)$

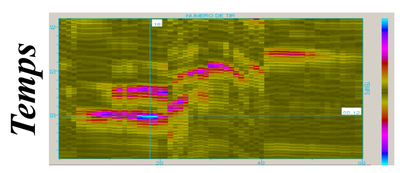


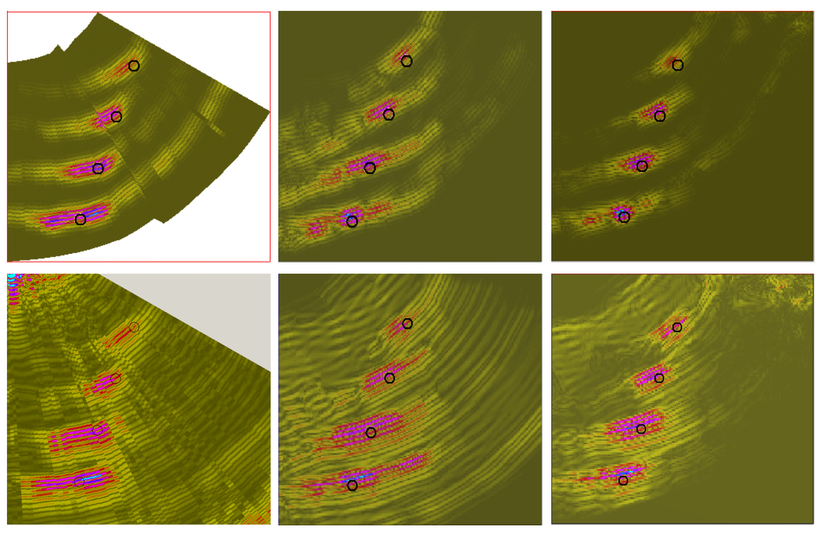
Application sur données simulées et expérimentales

Reconstruction sur des signaux sommés : exemple du balayage angulaire



1 tir = une déviation angulaire

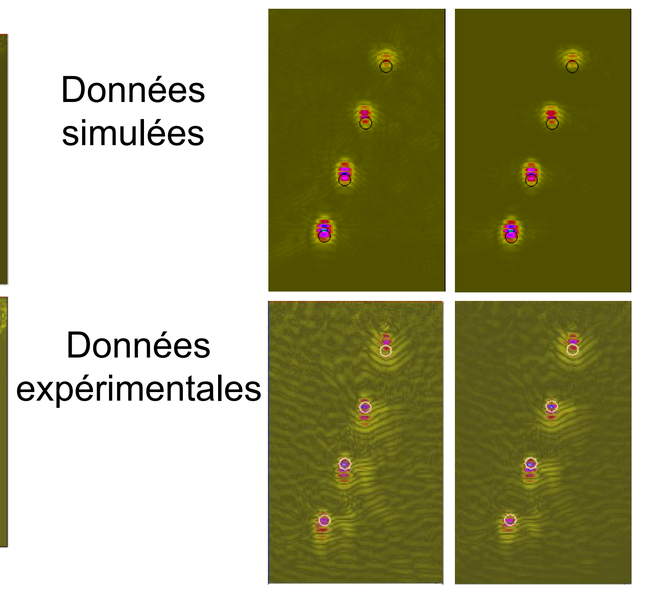


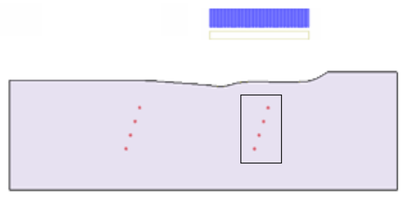


B-scan angulaire (gauche), cartographies de E_1 (milieu) et de E_2 (droite).

➡ Amélioration de la localisation avec E_1 et E_2
Meilleur contraste avec E_2

Reconstruction sur des signaux élémentaires : Acquisition de la matrice inter-éléments





1 tir = 1élément en émission, tous les éléments en réception

Cartographies de E_1 (gauche) et de E_2 (droite)

➡ Très bonne localisation avec E_1 et E_2

Conclusions et perspectives

➢ Les algorithmes de reconstruction basés sur l'approche de focalisation synthétique et exploitant des modèles directs de CIVA, permettent d'imager des acquisitions multi-éléments dans des cas complexes (pièce avec une surface irrégulière).

➢ L'approche est générique, les algorithmes peuvent être appliqués quelle que soit la technique d'acquisition.

➢ **Travail en cours**: Quantification des performances des algorithmes en fonction de la technique d'acquisition et comparaison avec d'autres techniques existantes.

➢ **Perspectives**: - Combinaison de modes (prise en compte de trajets multiples)
- Extension des algorithmes à la caractérisation de défauts étendus