

TP Traitement du signal et problèmes inverses

Applications sur des exemples EDF

Saâd Aziz Alaoui, Yassine Jamoud, Samy Haffoudhi

7 mars 2022

Introduction

Lors de ce TP nous allons explorer trois problèmes de traitement du signal en lien avec des exemples EDF. Le premier problème portera sur le traitement de signaux multicauteurs illustré sur des données de température issues de mesures de fibres optiques. Ensuite, nous nous intéresserons au problème inverse de surrésolution à partir de données de fibre optique déformation. Enfin, nous verrons le problème inverse d'estimation des sources à partir de données de contrôle non destructif ultrasonores.

Pour chacun de ces exemples, nous commencerons tout d'abord par une présentation du contexte et de l'enjeu avant de jouer sur les paramètres des différentes méthodes pour bien appréhender leurs effets.

1 Problème inverse de sources à partir de données de contrôle non-destructif ultrasonore

1.1 Le contexte d'application

L'objectif de cette partie est de réaliser un contrôle non-destructif de défauts dans des soudures. Pour ce faire, on utilise des signaux ultrasonores induits par la soudure à inspecter.

On souhaite, à l'aide de ces signaux, détecter des perturbations dues à ces défauts. Pour ce faire, nous disposons d'une ondelette de référence. Elle est réalisée par calibration à l'aide de 4 trous de 1 millimètre.

On peut donc détecter des défauts similaires à des trous d'un millimètre. En effet, par déconvolution, on peut retrouver les positions des défauts (à un décalage près du à la convolution)

Pour réaliser la déconvolution, on utilise une minimisation de l'erreur quadratique moyenne. En revanche, sans information à priori sur la réflectivité, on obtient des résultats de mauvaise qualité. On utilise alors une régularisation.

On obtient donc une nette amélioration mais le défaut apparait avec un double pic

Pour tenir compte de la possible déformation en phase de l'ondelette, on a recours à la transformée de Hilbert de l'ondelette h . On obtient alors un nouveau modèle de convolution ainsi qu'un nouveau critère à minimiser.

On peut finalement observer le module des deux solutions sur le graphique ci-dessous :

1.2 Influence des paramètres

On constate sur la figure ci-dessus que le choix des paramètres n'est clairement pas optimal.

En effet, pour ce problème nous disposons de deux paramètres, λ et μ :

- Le paramètre μ permet de s'assurer de l'existence de la solution et doit être non nul. Plus il est proche de 0, plus la solution est optimale en revanche, l'optimisation sera plus complexe. On choisit alors une valeur $\mu = 10^{-2}$ pour obtenir un bon compromis.
- Le paramètre λ correspond au paramètre de régularisation. Il contrôle le poids du terme de régularisation.

Dans la partie précédente, nous avons choisi une valeur très faible pour le paramètre de régularisation : $\lambda = 10^{-4}$. On obtenait donc une solution non optimale. En effet pour des valeurs faibles de λ , la régularisation aura un poids faible tandis qu'au contraire, pour des valeurs trop importantes de λ , on surrégularise.

On constate alors que pour une valeur $\lambda = 10^{-3}$, on obtient les meilleurs résultats.

Pour la solution réelle :

Et pour la solution complexe :

Et enfin, pour les modules :

Pour des valeurs de λ , plus élevées, les pics sont trop épais et on perd donc en résolution.

Remarque : On peut observer sur la FIGURE 4 OPTI, la solution complexe est bien plus intéressante que la solution réelle. En effet, on obtient bien un seul pic par défaut et on remarque aussi que pour le premier défaut, la solution complexe nous donne 2 pics. Il s'agit d'un défaut différent qui ne correspond pas à un trou (un défaut de surface) qui nécessite alors une autre ondelette afin d'être correctement détecté.