

Proposer des mesures efficaces et précises de différences entre données temporelles afin de nourrir des algorithmes de reconstruction paramétrique

Application aux signaux issus d'expériences de contrôle non-destructif par ultrasons

Alexandre IMPERIALE^{1,*}, Edouard DEMALDENT¹, Mark BAKRY¹

¹CEA Saclay, List – DISC, 91191 Gif-sur-Yvette

*alexandre.imperiale@cea.fr

Dans de nombreux domaines, la modélisation – accompagnée de la simulation – est un outil majeur de la démarche scientifique. Elle vise à soutenir l'analyse et la compréhension du phénomène (physique ou abstrait) d'intérêt. Vue selon l'angle des mathématiques, la modélisation se matérialise par une ou plusieurs équations liant un ensemble de paramètres constitutifs avec la ou les variables d'états du système.

Dans ce contexte, il est commun de considérer (au moins) deux grilles de lecture. Une première approche considère tous les paramètres de la modélisation comme connus, et se concentre sur la recherche de la variable d'état satisfaisant les équations. C'est le problème direct. Une seconde approche suppose données des observations (le plus souvent partielles) sur l'état du système, et cherche à reconstruire les « meilleurs » paramètres du modèle. L'objectif étant le suivant : les variables d'états liées aux paramètres ainsi reconstruits doivent « correspondre au mieux » aux observations. C'est le problème inverse, constituant la thématique générale du sujet proposé.

D'après la présentation, à très grosse maille, que nous venons de donner du problème inverse, il est remarquable d'observer l'apparition d'une question importante : « la correspondance au mieux » aux observations. Comment comparer les données ?

Dans des cas pratiques de résolutions de problèmes inverses, cette question peut conduire à d'importantes difficultés. C'est notamment le cas lorsque les observations sont des signaux obtenus dans le cadre d'expériences de contrôle non-destructif par ondes ultrasonores, ce qui constitue ici le cadre applicatif du sujet.

Avec ces éléments de contexte, le sujet se formule ainsi : proposer une méthode de comparaison, ou de « mesure de différence », entre des observations de type signaux ultrasonores, enregistrés lors d'expériences de contrôle. Afin de bien comprendre la nature des observations, et pour évaluer la ou les solutions proposées, nous nous appuyons sur des données (fournies) de contrôles de matériaux complexes (zone de soudage entre pièces métalliques, bétons avec granulats, matériaux composites...).

Dans la littérature, un grand nombre d'algorithmes de résolution de problèmes inverses reposent sur la résolution intensive de problèmes directs. Le schéma conceptuel le plus courant étant le suivant : à partir d'un jeu de paramètres candidats, nous obtenons les variables d'états du système par la résolution des équations de la modélisation, que nous comparons ensuite aux observations. Or, dans beaucoup de cas concrets d'application, la résolution unitaire d'un problème direct peut être coûteuse. Ainsi, une perspective possible au sujet proposé est la suivante : proposer un moyen efficace et précis « d'interpoler » les observations, afin d'en faciliter la génération à partir d'un jeu de paramètres.