

Réduction de modèle par POD

Par Aziz Hamdouni.
LaSIE – Université de La Rochelle.

Résumé :

L'objectif de ce cours est de présenter une méthode de réduction de modèles basée sur l'analyse spectrale, il s'agit de la décomposition orthogonale aux valeurs propres (POD). La réduction de modèles est un des thèmes les plus actifs actuellement en modélisation en mécanique. L'objectif de l'approche est de remplacer un problème aux limites, dépendant de paramètres ou du temps, assez coûteux à résoudre (problème complet), par un problème contenant très peu de degrés de liberté qui peut être résolu en quasi-temps réel (modèle réduit). Et ce, en utilisant des solutions du problème complet obtenues pour quelques paramètres ou pour quelques échantillons temporels. La méthode passe d'abord par la construction d'un opérateur à noyau sur un espace d'Hilbert, construit à partir de ces solutions. Cet opérateur est positif, auto-adjoint et compact. Il donne lieu à un problème spectral «sympathique». La base hilbertienne construite à partir des vecteurs propres du problème spectral est associée à une suite de valeurs propres décroissante vers zéro. En ne gardant qu'un petit nombre de vecteurs propres associés aux plus grandes valeurs propres et en projetant le problème complet initial sur cette famille, on obtient un problème réduit à faible nombre de degrés de liberté. Dans ce cours nous examinerons plus précisément la construction de la base «réduite» ainsi que les propriétés du problème réduit. Nous traiterons aussi quelques exemples issus de la mécanique des fluides et du solide. Nous terminerons par quelques aspects géométriques des modèles réduits.

Ce cours se déroulera sous forme de cours-TD.

Plan :

- Présentation de la décomposition orthogonale aux valeurs propres (POD).
- Construction du modèle réduit par POD pour les problèmes aux limites linéaires et non linéaires.
- Quelques résultats sur la stabilité et la convergence des modèles réduits.
- Applications en mécanique (mécanique des fluides, vibrations, interaction fluide-structure).
- Quelques outils géométriques pour les modèles réduits (interpolation dans les variétés grassmanniennes, invariance par un groupe de symétrie, ..).