

Cubature adaptative pour le développement en Polynômes de Chaos dans le cadre de la propagation d'incertitudes

Thierry CRESTAUX, Université Paris 13

Mots-clés : Polynômes de Chaos, Quadrature, Cubature de Smolyak, Cubature Adaptative, Incertitudes

Cette présentation se situe dans le cadre la modélisation des incertitudes par développement spectral. Nous présentons l'approche par projection non-intrusive sur une base de Polynômes de Chaos pour laquelle le calcul des coefficients spectraux nécessite en général une intégration multi-dimensionnelle. Cette intégration numérique peut être basée sur des formules de quadrature du type interpolation. En grande dimension, la stratégie actuelle consiste à utiliser des méthodes de cubature fondées sur la méthode de Smolyak [2] moins coûteuse que la simple tensorisation des formules de quadrature unidimensionnelle. Néanmoins le coût augmente encore trop rapidement avec la dimension du problème. Pour réduire davantage le nombre d'évaluations du modèle numérique, nous nous sommes orientés vers des techniques récemment développées de cubature adaptative [1]. Dans cette présentation nous introduirons le formalisme de la *cubature généralisée*, des méthodes adaptatives, ainsi que leur mise en oeuvre dans le cadre de la projection spectrale non-intrusive sur une base de Polynômes de Chaos (ANISP). Les cas tests réalisés illustrent l'intérêt de l'approche adaptative non seulement en intégration mais aussi pour le calcul des développements spectraux à base de chaos polynomiaux. Les figures ci-dessous ont été réalisées sur la fonction d'Ishigami, $f : [-\pi, \pi]^3 \rightarrow \mathbb{R}$, cas test classique en analyse de sensibilité. Celle de gauche montre qu'en creusant les dimensions, la cubature adaptative diminue le coût d'intégration. La figure de droite illustre le gain en vitesse de convergence du développement spectral que l'on peut obtenir en appliquant ces méthodes.

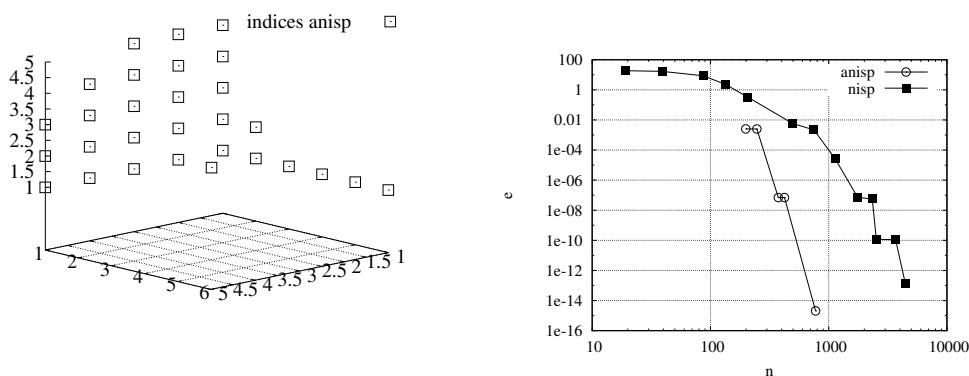


Figure 1: La figure de gauche montre le plan des indices de la formule de cubature adaptée à la fonction d'Ishigami et celle de droite la comparaison de l'évolution de l'erreur en fonction du nombre d'évaluation de la fonction entre notre méthode (anisp) et celle usuelle utilisant la cubature de Smolyak (nisp) .

Références

- [1] GERSTNER, THOMAS AND GRIEBEL, MICHAEL, *Dimension - Adaptive Tensor-Product Quadrature*, Computer, 2003
- [2] S.A. SMOLYAK, *Quadrature and interpolation formulas for tensor products of certain classes of functions*, Soviet Math. Dokl., 1963.

Thierry CRESTAUX, Université Paris 13, LAGA, Villetaneuse

crestaux@math.univ-paris13.fr

Jean-Marc MARTINEZ, CEA-SACLAY, DEN/DANS/DM2S/SFME/LGLS, 91191 Gif sur Yvette

jean-marc.martinez@cea.fr

Olivier LE MAITRE, CNRS, LIMSI

olm@limsi.fr