

CEA Saclay, DEN/DM2S/STMF/LGLS, F-91191 Gif sur Yvette

Proposition de stage 2017

Mise en œuvre des estimateurs par plans répliqués pour l'analyse de sensibilité d'un code de calcul

Le stage est proposé aux étudiants préparant un diplôme Bac + 5 (Écoles d'Ingénieurs ou Masters 2^{ème} année) ayant suivis une formation en probabilités et statistiques. Il se déroulera au CEA Saclay dans le laboratoire de Génie Logiciel pour la Simulation (LGLS), au sein du Service de Thermohydraulique et de Mécanique des Fluides (STMF) de la Direction de l'Énergie Nucléaire (DEN). Le STMF développe des logiciels de simulation, mène des études et recherches en mécanique des fluides, en thermohydraulique et en modélisation probabiliste pour la prise en compte des incertitudes.

Sujet :

L'utilisation massive des codes de calcul pour prédire des phénomènes physiques complexes motive l'utilisation de méthodes d'Analyse de Sensibilité (AS) permettant de déterminer les variables d'entrée influentes vis-à-vis d'une réponse physique d'intérêt prédite en sortie. La sensibilité d'une variable d'entrée peut être mesurée localement, via le calcul d'une dérivée en une valeur nominale de la variable (on parle d'AS locale), ou le plus souvent au sein d'un domaine d'applicabilité du code (on parle alors d'AS globale). Les méthodes d'AS globale [1] qui nous intéressent pour ce stage sont basées sur le calcul d'indices de sensibilité calculés dans un cadre de représentation probabiliste des variables d'entrée du code. Les plus connus et les plus utilisés sont appelés indices de Sobol [2]. Sous l'hypothèse d'indépendance des variables d'entrée, les indices de Sobol du premier ordre quantifient la part de variance expliquée par chacune d'entre elles sur la variance totale de la sortie, alors que les indices de Sobol d'ordre supérieur quantifient la part de variance expliquée par une interaction entre plusieurs variables. A partir d'un certain nombre de simulations du code, plusieurs estimateurs Monte-Carlo des indices de Sobol ont été proposés dans la littérature et leurs performances comparées [3].

Travail demandé :

Le stage consistera en l'étude d'une nouvelle classe d'estimateurs basés sur l'utilisation de plans répliqués de type Hypercube Latins (HL) [4,5] permettant le calcul de tous les indices de Sobol du premier et du second ordre en un coût de

simulations indépendant de la dimension des variables d'entrée (c'est-à-dire du nombre d'indices à estimer !). Sur un panel de fonctions tests, les performances de ces nouveaux estimateurs seront étudiées, puis comparées aux estimateurs actuellement implémentés dans la plateforme URANIE [6]. La question de la construction des HL pourra également être abordée [7,8]. Si le temps le permet, une étude de nouveaux indices de sensibilité plus généraux que les indices de Sobol sera aussi proposée au stagiaire [9].

Durée du stage :

- 5 à 6 mois entre mars et septembre

Compétences requises :

- mathématiques appliquées (probabilités et statistiques)
- programmation informatique (R, bases de Python et/ou C++)

Rémunération :

Le montant de la rémunération mensuelle est compris entre le minimum légal et 1300 Euros selon le diplôme préparé. Une prime de 10% au maximum peut être versée en fin de stage en fonction de son bon déroulement. Une partie des frais occasionnés directement par le stage (transport, logement) pourra être remboursée.

Références :

1. Iooss (2011) Revue sur l'analyse de sensibilité globale de modèles numériques. Journal de la Société Française de Statistique.
2. Sobol (1993) Sensitivity indices for nonlinear mathematical models. Mathematical Modelling and Computational experiment 1.
3. Prieur and Tarantola (2015) Variance-Based Sensitivity Analysis: Theory and Estimation Algorithms. Handbook of Uncertainty Quantification. Springer.
4. Tissot (2015) A randomized Orthogonal Array-based procedure for the estimation of first- and second-order Sobol' indices. Journal of Statistical Computation and Simulation.
5. Mara (2008) Comparison of some efficient methods to evaluate the main effect of computer model factors. Journal of Statistical Computation and Simulation.
6. Martinez (2011) Analyse de sensibilité globale par décomposition de la variance. Presentation in the meeting of GdR Ondes and GdR MASCOT-NUM, January, 13th, 2011. Institut Henri Poincaré, Paris, France.
7. Gilquin (2016) Recursive estimation procedure of Sobol indices based on replicated design (HAL, archives-ouvertes.fr).
8. Joseph (2008) Orthogonal Maximin Latin Hypercube Designs. Statistica Sinica.
9. Da Veiga, S. Analyse de sensibilité généralisée à base de noyaux. Application aux entrées/sorties fonctionnelles. Séminaire MIA INRA 30/01/2015.

Contacts :

Guillaume DAMBLIN : guillaume.damblin@cea.fr (01.69.08.39.18)

Jean-Marc MARTINEZ : jean-marc.martinez@cea.fr