



Sujet de stage master 2 ou 3^{ème} année d'Ecole.

Identification d'ensembles de volume minimal pour la garantie de systèmes physiques à sorties vectorielles.

Centre d'accueil : CEA/DAM/DIF, F-91297, Arpajon, France

Contact : Guillaume Perrin, guillaume.PERRIN2@cea.fr

Contexte industriel.

Profitant de l'accroissement des puissances de calcul disponibles et de progrès importants en modélisation des phénomènes physiques, la simulation numérique s'impose actuellement comme un outil majeur pour la conception, l'optimisation et la certification de systèmes mécaniques de plus en plus complexes. Le rôle de la simulation n'est alors plus seulement descriptif, mais prédictif. Pour cela, il est primordial de pouvoir associer à tout résultat de simulation une confiance de prédiction, qui intègre l'ensemble des sources d'incertitudes (erreurs numériques, erreurs de mesure, erreur de modèle,...).

Contexte scientifique.

Considérons un système physique, dont la réponse dépend de d paramètres d'entrée incertains, regroupés dans le vecteur aléatoire $x=(x_1, \dots, x_d)$, et dont on analyse le bon fonctionnement à travers l'évaluation de N quantités d'intérêt $y_1=g_1(x), \dots, y_N=g_N(x)$, où g_1, \dots, g_N sont des codes de calcul. En notant P_y la mesure de probabilité associée à $y=(y_1, \dots, y_N)$, et μ une mesure de référence dans \mathbb{R}^N , on appelle alors ensemble de volume minimal et de probabilité au moins $0 < \alpha < 1$, l'ensemble mesurable $S^*(\alpha)$ vérifiant :

$$S^*(\alpha) = \arg \min_S \{ \mu(S) : P_y(S) \geq \alpha \}.$$

Ces ensembles $S^*(\alpha)$, qui résument les régions de plus forte probabilité pour y , jouent ainsi un grand rôle pour la détection d'anomalies de simulation, la construction de régions de confiance, et donc pour la garantie des systèmes physiques par la simulation.

Descriptif de l'étude.

Lorsque $N \geq 2$, et que seule la distribution de x est connue, si bien que l'information maximale disponible sur y est un échantillon d'évaluations des codes g_1, \dots, g_N , l'identification pratique de tels ensembles de volume minimal peut s'avérer difficile. Il est alors d'usage de limiter la recherche à des familles paramétrées de sous-ensembles de \mathbb{R}^N . L'idée du stage est alors de se concentrer sur la famille des ellipsoïdes (et plus généralement les unions d'ellipsoïdes). Au cours de son stage, le stagiaire sera ainsi amené à étudier les propriétés d'une telle famille pour l'identification d'ensembles de probabilité au moins $0 < \alpha < 1$, en terme de classification et de minimisation du risque. En particulier, la possibilité d'utiliser des métamodèles, c'est à dire des approximations mathématiques faciles à évaluer de g_1, \dots, g_N , sera étudiée. L'efficacité des méthodes proposées sera enfin évaluée sur des cas analytiques ainsi que sur un exemple de géolocalisation par satellite.

Connaissances requises : ce stage demande des connaissances en probabilités/statistique et en programmation de type matlab, python ou R.

Détails pratiques : le poste est basé sur le centre CEA DAM Île de France situé à Bruyères-le-Châtel. Des lignes de bus CEA desservent le centre depuis Paris et la banlieue. Pour des raisons d'accessibilité sur le centre, il est nécessaire de posséder la nationalité française.