

Optimisation bayésienne en grande dimension. Application à la conception de systèmes par simulation numérique

Mots-clés — Mathématiques appliquées ; optimisation ; méthodes bayésiennes ; plans d'expériences numériques ; estimation paramétrique et non-paramétrique ; simulations numériques.

Contexte

L'utilisation de simulations numériques pour concevoir un système faisant intervenir un grand nombre de composants, ainsi que des phénomènes physiques de nature variée, est un enjeu très important pour de nombreux acteurs industriels, en particulier dans le domaine de l'automobile et de l'aéronautique. De telles simulations numériques sont, par exemple, utilisées pour maximiser les performances des systèmes, les rendre plus sûrs et respectueux de l'environnement, dans un contexte économique et environnemental exigeant. Toutefois, la modélisation numérique d'un système de grande taille requiert des ressources informatiques importantes, et malgré l'essor de moyens de calcul très performants, les temps de calcul élevés nécessitent de conduire les simulations numériques avec parcimonie et de manière efficace.

Les méthodes d'optimisation bayésiennes sont des méthodes qui permettent de converger rapidement vers l'optimum global d'une fonction. Il s'agit d'un sujet de recherche considéré avec très grand intérêt dans le domaine de la conception de systèmes par simulation numérique. De manière informelle, le principe fondamental d'un algorithme d'optimisation bayésienne est l'utilisation d'un a priori sur la fonction à optimiser, exprimé sous la forme d'un processus aléatoire. En calculant les lois a posteriori de certaines fonctions de ce processus, on peut évaluer le gain qui peut être attendu d'une nouvelle évaluation de la fonction en un point donné. Plusieurs études ont montré empiriquement l'efficacité et la pertinence de ces algorithmes, d'où leur popularité croissante.

Objectifs de la thèse

L'optimisation d'une fonction définie sur un espace de grande dimension reste un problème très difficile en pratique. Toutefois, lorsque l'on s'intéresse à une fonction exprimant la performance d'un système en fonction d'un certain nombre de facteurs, il est légitime de penser que la performance du système ne dépend principalement que d'un petit nombre de (combinaisons de) facteurs prépondérants. Formellement, cela signifie que l'on peut sans doute utiliser des approximations de la fonction à optimiser, dépendant d'un plus petit nombre de variables, pour accélérer la recherche d'un optimum global.

L'objectif de la thèse proposée est de construire et d'utiliser de telles approximations dans des algorithmes d'optimisation bayésienne, en particulier dans le cadre des algorithmes utilisant une approche Monte-Carlo séquentielles, récemment développés à Supélec. L'intérêt des méthodes développées sera démontré à travers leur mise en œuvre sur des problèmes issus des industries aéronautique et automobile.

Compétences requises du futur doctorant

Connaissances spécifiques

- Mathématiques appliquées : probabilités/statistiques et méthodes numériques (en particulier optimisation).
- Maîtrise d'au moins un langage de programmation « scientifique » de haut niveau (type Matlab/Octave, R, ...).
- Bon niveau en anglais écrit et parlé (TOEIC > 850).

Aptitudes personnelles souhaitées

- Autonomie, ouverture d'esprit, sens du travail en équipe, écoute, synthèse...

Informations complémentaires

- Durée et commencement prévus : 3 ans à partir de septembre 2013
- Contacts : Julien Bect et Emmanuel Vazquez (prenom.nom@supelec.fr)