

Optimisation par métamodélisation et réduction séquentielle d'incertitude

Victor PICHENY, INRA Toulouse

Mots-clés : Processus gaussiens, échantillonnage, volume d'excursion

L'utilisation du krigeage, et de la modélisation par processus gaussiens en général, comme guide pour l'échantillonnage adaptatif de simulateurs coûteux est une pratique bien établie. Dans un cadre d'optimisation, l'algorithme EGO [1], basé sur le concept d'*amélioration espérée*, a prouvé son efficacité pour de nombreux problèmes mono-objectifs, sans contraintes. De nombreuses adaptations ont été proposées, notamment pour les cas multi-objectifs ou contraints, avec un succès plus relatif essentiellement dû à la difficile transposition du concept d'*amélioration* à ces problèmes.

Les travaux que nous proposons s'inscrivent dans la lignée de [2] et [3], et proposent une approche alternative à EGO, en raisonnant non pas par amélioration successive de la meilleure solution mais par réduction séquentielle de l'incertitude liée à la position du minimiseur du problème. La mesure d'incertitude choisie est le volume de l'ensemble d'excursion sous le minimum courant, et la stratégie d'échantillonnage consiste à choisir itérativement l'observation qui maximise, en espérance, la réduction de ce volume. Des formules quasi-analytiques sont obtenues pour le calcul du critère d'échantillonnage, évitant le recours à de coûteuses simulations conditionnelles.

Un avantage majeur de l'approche par réduction séquentielle d'incertitude est son adaptation transparente à différents cadres d'optimisation. Nous développerons les cas d'optimisation mono-objectif avec contraintes complexes, et d'optimisation multi-objectifs sans contraintes. Dans les deux cas, nous ferons l'hypothèse que les quantités d'intérêt (fonctions objectifs et contraintes) sont issues d'un unique simulateur complexe (échantillonnage *synchrone*) et abordables par des modèles de krigeage. Dans le cas contraint, la mesure d'incertitude devient le volume de l'ensemble d'excursion *admissible* sous le minimum courant (le domaine admissible étant déterminé de manière probabiliste à l'aide des modèles de krigeage). Dans le cas multi-objectifs, la mesure d'incertitude est le volume d'excursion *derrière le front de Pareto courant*. Dans les deux cas, des formules quasi-analytiques permettent de calculer les critères d'échantillonnage de manière rigoureuse.

L'approche proposée sera illustrée sur des problèmes analytiques simples.

Références

- [1] JONES, D.R., SCHONLAU, M., WELCH, W.J., *Efficient global optimization of expensive black-box functions*, Journal of Global optimization **13**(4), 455–492, 1998.
- [2] VILLEMONTAIX, J., VAZQUEZ, E., WALTER, E., *An informational approach to the global optimization of expensive-to-evaluate functions*, Journal of Global Optimization **44**(4), 509–534, 2009.
- [3] CHEVALIER, C., BECT, J., GINSBOURGER, D., VAZQUEZ, E., PICHENY, V., RICHEL, Y., *Fast parallel kriging-based stepwise uncertainty reduction with application to the identification of an excursion set*, Technometrics, à paraître, 2013.