

Les fiches Outils du GDR –MACS

Éditeurs : M. Gourgand, P. Siarry, D. Trentesaux, J. Zaytoon © GDR MACS

TRIBES : optimiseur par essaim particulaire sans paramètres

Référence fiche : fiche_outil_1

mise à jour : 13-03-2007

Auteur : Maurice Clerc

e-mail : Maurice.Clerc@WriteMe.com

Fiche proposée par le GT : META



Pourquoi ?

L'optimisation par essaim particulaire (OEP, ou *Particle Swarm Optimization, PSO*, en anglais) est un outil de recherche stochastique de l'optimum (en pratique souvent le minimum) d'une fonction numérique, continue ou discrète, inventé en 1995. Il est très efficace et rapide, particulièrement pour les fonctions multimodales non linéaires, y compris de haute dimensionnalité (plus de cent variables). Les versions les plus simples se codent en quelques lignes, mais obligent l'utilisateur à ajuster certains paramètres, typiquement trois ou quatre, ce qui est parfois délicat. La version présentée ici, bien que de codage nettement plus complexe, est par contre entièrement adaptative. L'utilisateur doit seulement décrire le problème à résoudre (espace de recherche, fonction à optimiser, contraintes éventuelles, erreur admissible, nombre maximum admissible d'évaluations de la fonction).

Comment ?

Le processus de recherche démarre avec une seule *particule* placée au hasard dans l'espace de recherche. Cette particule se déplace ensuite et d'autres particules mobiles sont générées, puis parfois détruites. Elles se regroupent en *tribus*, dont l'ensemble forme *l'essaim*. Les déplacements des particules échantillonnent l'espace de recherche. Chaque particule mémorise la meilleure position trouvée au cours de son déplacement et ses deux dernières positions. Les particules communiquent entre elles ces informations selon un réseau structuré : dense au sein d'une tribu, plus lâche entre tribus et assurant juste la connectivité. Chaque particule a ainsi son propre sous-réseau en étoile d'*informatrices* directes. Ainsi l'essaim peut explorer simultanément plusieurs minimums locaux sans y rester piégé.

Adaptations structurelles

Une tribu qui peine à améliorer ses résultats (c'est-à-dire à trouver des points où la fonction à minimiser a des valeurs plus faibles que celles mémorisées) génère des particules plus "exploratrices". Les particules générées par les différentes tribus forment une nouvelle tribu, qui reste en communication avec ses génitrices. Inversement une tribu efficace tendra à supprimer celles de ses particules qui n'ont pas contribué à sa bonne performance. Les règles appliquées sont soit qualitatives ("meilleure que") soit majoritaires ("plus de la moitié de").

Adaptations stratégiques

Chaque particule a sa propre stratégie de déplacement, modifiée selon son historique et selon celui de ses informatrices. Cette méthode favorise l'apparition de comportements de recherche saltatoires (alternance de "sauts" importants et de recherches locales minutieuses) dont l'efficacité est connue. Les règles de choix de stratégie sont qualitatives (exemple : "si amélioration alors ...").

L'intervalle de temps entre deux phases d'adaptations (tant structurelles que stratégiques) est calculé de façon à ce que l'information puisse se diffuser dans tout l'essaim. C'est ce qui leur permet d'être plus pertinentes. En pratique, elles sont donc d'autant plus rares que l'essaim est grand et inversement.

Quels sont les outils connexes et les différences ?

Quelques autres versions d'OEP adaptatives existent mais aucune ne l'est totalement, comme ici. En particulier la taille de l'essaim y est toujours définie par l'utilisateur. C'est que l'OEP originelle ne pratique pas de sélection. TRIBES y introduit cette notion, inspirée des algorithmes évolutionnaires. Néanmoins, même parmi ceux-ci, s'il en existent beaucoup de plus ou moins adaptatifs, là encore aucun algorithme évolutionnaire ne semble l'être totalement. Par exemple, l'algorithme suivant est très souvent cité :

Harik, G. R. & Lobo, A parameter-less genetic algorithm, *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference, Morgan Kaufmann, 1999, 1*, 258-265

et ses principes sont repris dans nombre de travaux ultérieurs. Mais, en réalité, certains paramètres numériques (taux de sélection, de croisement) y sont prédéfinis et la population n'est adaptée que par le biais de compétitions entre différentes tailles plausibles, elles-mêmes prédéfinies.

Logiciels et sites ?

Sur la technique *Particle Swarm Optimization* en général :

Particle Swarm Central : <http://www.particleswarm.info>

Sur TRIBES en particulier (et aussi quelques versions paramétriques plus classiques) :

PSO Math Stuff <http://clerc.maurice.free.fr/ps/>.

La dernière version est en Java. Un code plus ancien en C est également disponible.

Quelles sont les références majeures qui traitent de cet outil ?

La première présentation a été faite en séminaire en 2003 :

Clerc, M., TRIBES - Un exemple d'optimisation par essaim particulière sans paramètres de contrôle, Conférence *OEP'03 (Optimisation par Essaim Particulaire)*, Paris, octobre **2003**

Une description plus complète fait l'objet d'un chapitre du livre :

Clerc, M., L'optimisation par essaims particulières. Versions paramétriques et adaptatives, *Hermès Science*, **2005**

Quelques applications pratiques :

Altman and al., Auto-tuning of RRM Parameters in UMTS Networks, in Nawrocki, M. A. A. H., Understanding UMTS Radio Network Modelling, Planning and Automated Optimisation: Theory and Practice, *Wiley*, **2006**, 405-426

Onwobulu, G., TRIBES application to the flow shop scheduling problem, *New Optimization Techniques in Engineering*, Springer, **2004**, 517-536