

STRATEGIES MIMETIQUES POUR LES ESSAIS DE PARTICULES ET IMPLEMENTATION SOUS PARADISEO

**Thomas Legrand¹, Oliver Schütze¹, Laetitia Jourdan¹, Carlos Coello-Coello², and
El-ghazali Talbi¹**

¹ INRIA Futurs, LIFL, CNRS Bât M3, Cité Scientifique
59655 Villeneuve d'Ascq, FRANCE
e-mail: {legrandt,schuetze,Laetitia.Jourdan,talbi}@lifl.fr

² CINVESTAV-IPN, Electrical Engineering Department
México D.F. 07300, MÉXICO
e-mail: ccoello@cs.cinvestav.mx

Keywords: ParadisEO, optimisation scalaires, optimisation multi-objectifs, PSO, MOPSO, front Pareto, stratégies mimétiques

Dans ce travail, nous présentons ParadisEO ([2]), un framework ouvert orienté objet et dédié à l'implémentation d'algorithmes évolutionnaires. ParadisEO fournit un ensemble de classes dont le but est de faciliter le développement et l'exécution de programmes efficaces. La distinction conceptuelle entre les solutions et le problème qu'elles tentent de résoudre confère à ParadisEO une souplesse de développement et un maximum de code réutilisable. Le module ParadisEO-EO propose une collection de composants et d'utilitaires pour le design et l'implémentation d'un PSO. Les caractéristiques avancées et l'architecture de la plateforme permettent une conception simple de PSO multi-objectifs mais aussi l'exploitation des modèles distribués et parallèles. De plus, une panoplie de composants relatifs aux stratégies PSO standard de calcul de vitesses et de mouvements est intégrée au sein du framework. Nous exposerons alors la structure logicielle d'un algorithme PSO implémenté sous ParadisEO et une illustration par un exemple simple.

Dans un second temps, nous présentons comment les stratégies de recherche largeur incrementielle (*line searchers*) bien connues en optimisation continue peuvent être utilisées pour développer des algorithmes PSO mimétiques. Dans un premier temps, nous présenterons comment les *line searchers* ont été utilisés pour la réalisation d'un mécanisme de guidage d'un PSO pour des problèmes d'optimisation scalaires [3]. Comme ces techniques sont bien adaptées (mais non restreintes) à la recherche locale, l'algorithme obtenu peut être considéré comme mimétique. De plus, les mêmes techniques ont été utilisées pour la réalisation d'un nouveau type d'Hill Climbing. Nous présenterons les différents algorithmes proposés et quelques résultats numériques afin de prouver leur efficacité.

Finalement, nous nous intéresserons aux problèmes multi-objectifs. Nous présenterons une procédure de recherche itérative guidée par un point (*pointwise iterative search*) sans utilisation des gradients (et sans approximation de ceux-ci). Etant donné un point x_0 pris dans le domaine de recherche, la procédure recherche des points dominés dans son voisinage en utilisant des techniques d'hill climbing similaires à celles décrites précédemment en mono-objectif. De plus, en utilisant certaines propriétés géométrique des cônes de dominance et de diversité ([1]), la méthode est capable de se déplacer le long du front Pareto. Si les points sont "proches" du front Pareto, plusieurs itérations sont réalisées dans la direction favorisant la diversité. La figure 1 montre une séquence d'itérations sur le problème multi-objectif suivant (convexe) :

$$F : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^2$$

$$F(x) = \begin{pmatrix} (x_1 - 1)^4 + \sum_{i=2}^n (x_i - 1)^2 \\ \sum_{i=1}^n (x_i + 1)^2 \end{pmatrix} \quad (1)$$

avec $n = 10$. L'utilisation de 2453 évaluations montrent que cette stratégie locale est relativement efficace. De plus, nous montrerons différentes possibilités d'intégration de ce processus local dans des algorithmes evolutionnaires multi-objectifs. Par exemple, la procedure peut être intégrée dans un algorithme à essaim de particules multi-objectif (MOPSOs), car le *Hill Climber with Sidestep* peut être vu comme un outil permettant de déterminer localement une direction (*local guide*) pour chaque particule. Nous présenterons quelques paramètres de gestion du pas et concluerons par quelques résultats numériques.

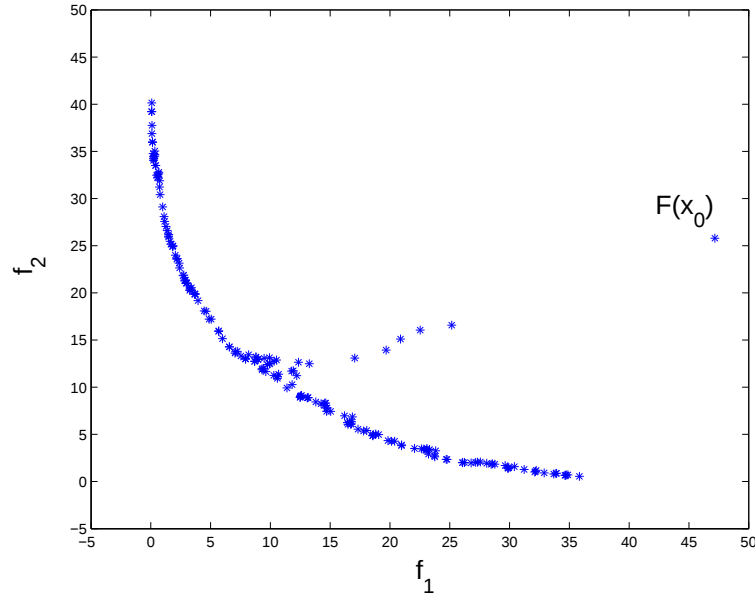


Figure 1: Résultat du *Hill Climber with Sidestep* sur le problème bi-objectif (1) avec $n = 10$. L'algorithme a été initialisé avec x_0 et a effectué 2453 appels de fonction.

References

- [1] M. Brown and R. E. Smith. Directed multi-objective optimization. *International Journal of Computers, Systems, and Signals*, 6(1):3–17, 2005.
- [2] S. Cahon, E-G Talbi, and N. Melab. Paradiseo : A framework for parallel and distributed biologically inspired metaheuristic. In *BIOSP3 Workshop on Biologically Inspired Solutions to Parallel Processing Problems, IEEE IPDPS2003 (Int. Parallel and Distributed Processing Symposium)*, Nice, France, 2003.
- [3] O. Schütze, E.-G. Talbi, C. A. Coello Coello, L. V. Santana-Quintero, and G. Toscano Pulido. A memetic PSO algorithm for scalar optimization problems. *To appear in Proceedings of IEEE Swarm Intelligence Symposium (SIS2007)*, 2007.