



Title	Hybrid Strategy of Particle Swarm Optimization and Firefly Algorithm for Black-box Function Optimization
Author(s)	肖, 恒
Citation	大阪大学, 2021, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/82283
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏名 (肖 恒)	
論文題名	Hybrid Strategy of Particle Swarm Optimization and Firefly Algorithm for Black-box Function Optimization (ブラックボックス関数最適化に対する粒子群最適化とFireflyアルゴリズムのハイブリッド戦略)
論文内容の要旨	
<p>Evolutionary computation is inspired by biological evolution and provides many algorithms for optimization problems. Among the evolutionary computation, metaheuristics are provided with sampling a set of solutions. Even though metaheuristics do not ensure to get the globally optimum solution for some problems, they may get sufficiently good solutions for problems with incomplete information like the black-box problems. PSO and FA are population-based metaheuristic methods. PSO is easy to be implemented for optimization problems and has a strong global search. However, there are some reasons as the poor local search ability or premature convergence that cause PSO cannot keep finding better solutions in the latter evolution. Past research work to recover the velocity component for the degenerated dimension to improve the conventional PSO as Gaussian mutation, random walk, position initializing, population reassignment, sampling (SPSO-2011). However, a lot of them have the problem that delaying convergence and increasing the number of parameters that need to be adjusted. On another side, FA owns a strong local search ability for optimization problems. It is important to make a good balance between the local search and the global search. Then consider how to make a better algorithm as a PSO-FA hybrid where different properties of PSO and FA are utilized.</p> <p>Related works of making hybrid of PSO and FA are like: Modifying the standard model; Changing particles' properties with a fixed rule; Making a sub-population of PSO and FA; Building a strategy to select the model of PSO or FA. These works using parameter tuning, modifying model and show good performance for specific problems. However, parameter tuning cost a lot of computation and it is not helpful to build widely used solvers.</p> <p>On another side, high-dimensional problems own many parameters and need many iterations and arithmetic operations for evaluations. In real applications, evaluating high-dimensional problem usually cost a lot of computation while large number evaluations may not be practical and reasonable. It is difficult to do parameter tuning during the whole evolution process.</p> <p>This research proposes making a hybrid swarm of standard models without parameter tuning. Even though the parameters of PSO model and FA model are fixed, adjusting the numbers of the particles and fireflies in a single group is expected to change the performance of the swarm. Simple PSO-FA hybrid algorithms with different number of particles and fireflies are tested and show that changing the number of particles and fireflies is useful. However, manually adjusting the number is not always useful for processing different problems. An automatically characteristic changing strategy is needed to build a widely used solver. HFPSO provides an event-driven strategy based on whether one particle gets better fitness than the previous global best. In this method, only the outstanding particles can change characteristics to use the local search of FA. When the global best stops evolution, it usually considers that a lot of particles fail to update their personal best. The global best may affect others to find potentially better solutions if their movement include the issue of the global best. By utilizing an event-driven strategy to cutting off the effect of the global best for part of the population to increase the particles who can update their personal best and that may improve the global best. By testing the proposed hybrid on some expensive benchmark problems to show how the proposed hybrid well performs on high dimension problems than some other optimization methods.</p> <p>Then, the proposed method is applied to multifactorial optimization. Multifactorial optimization is provided to simultaneously processing multiple optimization tasks with a single population. Combing the proposed hybrid with the multifactorial optimization is expected to get better performance when simultaneously processing multiple tasks. Then test the proposed method on the multifactorial benchmark problems and show its good performance. Besides, a black-box benchmark problem in which it needs to optimize the mass of three different cars is provided. Test the proposed multifactorial hybrid to show the method well performs on a real-world problem.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (肖 恒)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	鈴木 秀幸
	副 査	教授	藤崎 泰正
	副 査	教授	森田 浩

論文審査の結果の要旨

最適化問題に対して近似解を与えるメタヒューリスティクス手法として、進化計算や群知能の分野では、並列に多点を探索するアルゴリズム（計算モデル）の研究がなされている。これらの手法は、ブラックボックス関数最適化問題などのように、対象とする最適化問題に関する大域的な情報が完全には得られないクラスの問題に対して、良い解探索性能を示す可能性があるとされている。このため、進化計算や群知能の分野では、解探索性能の改善を目的として、これらの計算モデルが有するパラメータの調整や新たな計算モデルの開発が進められている。

本論文では、群知能の解探索性能を改善する目的に対して、パラメータの調整や計算モデルの改良によるアプローチではなく、既存の標準的な計算モデルを組み合わせるハイブリッド化のアプローチを取る。具体的には、2つの代表的な群知能モデルである粒子群最適化（PSO: Particle Swarm Optimization）とホタルのアルゴリズム（FA: Firefly Algorithm）を取り上げ、各々の特性を活用したハイブリッド化について段階的に検討している。また、提案するハイブリッド法の多因子最適化への展開を試みている。本論文の成果は、以下のようにまとめられる。

1. PSOモデルとFAモデルに従うエージェントが混在する単一の集団（群）において、各モデルに従うエージェントの割合を調整することにより群の探索性能が改善されることを、標準的なベンチマーク問題を用いて実験的に確認し、各モデルの特性を活用したハイブリッド化の有用性を確認している。
2. PSOの自己最良解の更新に着目することにより、イベントドリブン型の既存のハイブリッド法よりも解探索性能に優れたハイブリッド法を提案し、その有用性を高次元の最適化問題に対する数値実験により確認している。
3. イベントドリブン型の提案ハイブリッド法が多因子最適化問題に対しても有用であることを、多因子最適化のベンチマーク問題に対する数値実験により確認している。
4. 実問題に近い性質をもつベンチマーク問題として提供されている3車種同時設計問題を多因子（3因子）最適化問題と捉え、非ハイブリッド型の手法と提案ハイブリッド法をそれぞれ適用した結果の比較から、提案法の有用性をさらに検証している。

以上のように、本論文は、複数の標準的な計算モデルのハイブリッド化により群知能の解探索性能を改善する新しい方法を提案し、標準的なベンチマーク問題を用いてその有用性を確認している。ブラックボックス関数最適化問題に対するメタヒューリスティクス手法に関して新たな知見を与えていることから、情報科学に寄与するところが大きい。よって、博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。