JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	クラスタリングGAを用いたレンズ設計
Author(s)	玉村, 弘志
Citation	
Issue Date	2007-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/3578
Rights	
Description	Supervisor:東条　敏, 情報科学研究科, 修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

クラスタリングGAを用いたレンズ設計

玉村　弘志 (510065)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2007 年 2 月 8 日

キーワード: レンズ設計，遺伝的アルゴリズム，近傍探索，分散・共分散行列.

レンズ設計などの実問題では，定式化に基づく探索空間には多くの谷や山を持つ多峰性を持ち，騙し構造を持つ問題として知られている．このような問題に対して，本研究では遺伝的アルゴリズム（GA）を用いて最適化を行う．騙しに対して対処する手法として，高橋の提案した ANS と永田の ANS を元に複製選択の方法を改良した手法があり，これらは探索空間中の各谷ごとにクラスターを形成する手法である．本研究ではこれらの手法の改良を行った．これらの手法は，個体間の距離を元に複製選択を行っている．このため，探索空間が悪スケールを持つ問題では，谷の中の探索が行われず，隣接する異なる谷の間の探索が行われるために探索効率が低下という問題が発生しているという問題がある．そこで，本研究ではこの問題に対して個体の分布から谷の形状を推定することで，同一の谷にある個体を選択することが可能となるように手法を改良する．具体的には，分散・共分散行列を用いた局所的な個体を分布推定し，個体間の距離を変換することにより，谷の形状に沿った個体選択が行われ，谷を跨った個体選択を抑制する方法を提案する．また，改良した手法では，分散・共分散行列による個体の分布推定を各世代毎に行うが，過去の分散・共分散行列を一定の割合で引き継ぐことで先の個体の分布状況をより正確に推定する．これは，Hansen の CMA-ES を参考にしている．そして，個体の位置によって谷の形状が異なることがあることから個体別に分散・共分散行列を保持している．本研究では，以上の手法を用いることで解の精度が向上し，多様な解を得ることを目指す.

この分散・共分散行列を用いて手法の改良の効果を確認するために 3 つの 2 次元の関数最適化問題で実験と検証を行った．この 3 つの関数最適化問題は，それぞれに特徴が異なる関数である．関数 1 では，参考にした手法でも問題なく各谷に対して個体を分布させることができる問題である．この問題では，手法改良によって性能が低下していないことを確認するための問題である．結果は，ANS より多くのクラスタを形成することができ，解の探索性能についても低下が起こっていないことを確認した.

関数 2 は，楕円状の谷が隣接する問題で谷を跨いだ個体選択が起こりやすい問題である．この問題に対して改良手法を用いた結果は，分散・共分散行列が谷の形状に近い形を示した．その結果，谷を跨いだ個体選択が起こらないことを確認した．また，各谷に対して個

Copyright © 2007 by Tamamura Hiroshi

体を分布させることができることを確認した．クラスタの個体数についても ANS と比べ個体数が均一化されることが確認できた．

関数 3 は，各谷が異なる方向の楕円を持つ関数である．この問題の場合も関数 2 と同様に谷を跨いだ個体選択は起こると考えられる問題である．この問題の結果は，谷が違えば個体が持つ分散・共分散行列の形状も属している谷に合わせて形状が変わることが確認できた．また，クラスタの個体数についても ANS より均一化することが確認できた．

次に，改良した手法と Mating List 2 と Mating List 3 を 3 枚組，4 枚組レンズ設計問題に適応した．3 枚組レンズ設計問題では，改良した手法が改良前の手法より解の精度が向上した．これは，改良を行うことによって谷の探索効率が向上したためと考えられる．クラスタの数は，改良した手法の方がクラスタの数は減少しているがクラスタの個体数は均一化されている．ANS については，1 点に個体が集中する結果となった．

4 枚組レンズ設計問題では，改良した手法の方が改良前の手法に比べ解の精度が向上した．これは，3 枚組レンズ設計問題と同様に改良を行ったために探索効率が向上したためだと考えられる．また，クラスタの数については，改良前の手法の方が改良した手法よりクラスタの数が多い結果となった．しかし，改良した手法の方がクラスタの個体数が近傍個体数に近い個体数でクラスタが形成されている．このため，クラスタの個体数が 1 というクラスタが減った．同時に個体の分布が，改良後の手法の方が狭くなっている．

実験結果から，本研究の提案手法である分散・共分散行列を用いた個体選択では，解の精度は向上し，解の多様性は減少するが個々のクラスタに対して個体を均一に割り当てることができる手法である．