

## A study on search points generating mechanisms in evolutionary computation

大西, 圭

<https://doi.org/10.15017/458554>

---

出版情報 : Kyushu Institute of Design, 2002, 博士 (芸術工学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :

# 概要

生物進化に着想を得た計算方法である進化計算手法は、直接法の最適化手法として、幅広い問題に対して少ない計算負荷で良い解を得ることを目標に改良が続けられている。進化計算手法はこれまで様々な最適化問題に対しその有用性が示されていることから、研究目標の達成に近づいている状況であると言える。しかし、これまでの研究には、その目標が強い方法論についての制約があったように思われる。

本研究は、進化計算手法研究の目標の束縛から離れ、これまで解探索にほとんど利用されてこなかった情報を利用する拡張進化計算手法を実現し、実現手法と従来の進化計算手法との比較実験を通じた進化計算手法に対する深い理解と今後の進化計算研究の方向性の提示を試みるものである。実現手法は全て数値最適化手法である。

進化計算手法は、3つの空間（遺伝子型空間、表現型空間、適応度ランドスケープ）から得られる情報を解探索に利用する。遺伝子型空間とは、対象とする最適化問題の全候補解の進化計算内部での表現集合である。表現型空間は全候補解の集合である。遺伝子型空間と表現型空間の間には写像が定義される。適応度ランドスケープとは、遺伝子型空間上の適応度分布である。適応度は、適応度関数によって候補解に与えられる数値であり、候補解の適応度は、それに対応する遺伝子型空間内の探索点（個体）に対しても与えられる。従来の進化計算に共通する基本手続きは、(1) 遺伝子型空間内に複数の探索点（個体集団）を保持する、(2) 現個体集団の情報を利用して新個体集団を形成する、(3) 個体集団として保持する個体の選択あるいは新個体の生成に用いる親個体の選択に適応度を利用する、である。個体集団の形成法は、遺伝子型空間内の個体分布からその空間内の分布への変換法として働く。遺伝子型空間と表現型空間の間の写像は一般に全単射であり、さらに近年の傾向は恒等写像である。数値最適化問題の場合、遺伝子型空間と表現型空間を同じ実数空間  $R^n$  とする。

本論文での進化計算手法の拡張の方向性は2つに大別される。第1の拡張の方向は、従来遺伝子型空間内からそれ自身内部への探索点分布の変換法として働いていた探索点生成法を、適応度ランドスケープから遺伝子型空間内への変換として働くものに拡張するものである。第2の拡張の方向は、遺伝子型空間の構成法を変更するものである。この拡張にはさらに2つの拡張手法がある。第1の拡張手法は、探索点を生成するメカニズムの構成要素の集合で遺伝子型空間を構成し、構成されるメカニズムにより表現型空間内の点を生成するものである。第2の拡張手法は、従来1対1であった遺伝子型空間と表現型空間の間の写像関係を多対1に拡張するものである。冗長な遺伝子型空間における競争進化主体間の競争進化により、遺伝子型空間から表現型空間への写像関係を同時に適応させるものである。

本論文は、全9章から構成される。第1章では、本論文の背景と目的および論文の構成を示す。第2章では、まず進化計算の枠組みを示し、次にこれまでの進化計算研究を探索点生成法の観点から類別し、それらの研究と本論文の取組みとの違いを示す。

第3章と第4章では、適応度ランドスケープ構造情報を探索点生成に利用する手法（第1の拡張の方向）について示す。

第3章では、過去に印具、高木らによって提案されている適応度ランドスケープ構造情報を利用する探索点生成法を補助的に導入した進化計算手法の解探索特性を詳しく調べる。第4章では、適応度ランドスケープの構造学習に基づく最適化アプローチを提案し、その解探索特性を調べる。両手法ともパラメトリック関数により適応度ランドスケープを近似し、近似で得られる関数を利用して探索点を生成するものである。それらは、近似に用いる関数と適応度ランドスケープ構造の類似度に強く依存して大きな効果を得ることができることを実

験的に示す。

第5章と第6章と第7章では、遺伝子型空間構成法の変更（第2の拡張の方向）を行なう。

第5章では、表現型空間内の点を生成するメカニズムの構成要素で遺伝子型空間を構成する最適化アプローチを提案し、その解探索特性を調べる。従来の進化計算手法が探索点を競争進化の主体とするのに対し、探索点生成メカニズムが競争進化の主体となる。第6章では、実際の生物の遺伝子型から表現型空間への写像である発生機構に着想を得た構造生成手法を提案する。これは最適化アプローチの提案ではない。第7章では、第5章で提案する最適化アプローチと第6章で提案する構造生成手法を組み合わせた最適化手法を提案し、その解探索特性を調べる。第6章で提案する生物の発生機構に基づく構造生成手法は、表現型空間内の点を生成する方法となる。第5章で提案する探索点生成メカニズムの競争進化に基づく最適化アプローチは、第7章で提案する手法が構造生成のときに利用するパラメータ値を生成するメカニズムを競争進化させる。この一連の取組みにおいて、提案アプローチの有効性と冗長性を従来法との比較から示す。

第8章は、本論文全体の考察部分である。本研究を通じた進化計算の理解とその理解から今後進化計算研究が進んでいくべき方向性を示す。第9章は、本論文の結論である。