

遺伝的アルゴリズムを用いた多目的最適化へのアプローチ

はじめに

多目的最適化問題において従来より適用されてきたスカラー化手法は、次のような欠点があった。

- ・各評価項目の優先度を定義する必要がある。
- ・一度の探索でパレート最適解集合の一つしか求められない。

1980年代に入り、これらの欠点を克服する新たな試みとして、進化的手法を多目的最適化へ適用する研究が盛んに行われるようになった。この分野における、主要な手法の多くは遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm : GA) であり、一般に、多目的GAと呼ばれる。特に最近、多目的GAのアルゴリズムに関する研究が非常に盛んに行われており、いくつかの探索効率の良い優れた手法が提案されている。

本トピックでは、多目的最適化、多目的GAの大まかな概要について述べた後、多目的GAの適用例としてディーゼルエンジン噴射スケジュールの最適化を取り上げる。

多目的最適化

実世界に存在するさまざまな最適化問題を考えた場合、単一の目的関数ではなく、むしろ複数の目的関数によって定式化されるべきものが少なくない。一般に、このように複数の目的が存在するような最適化問題を多目的最適化問題と呼ぶ。多目的最適化では、一般に完全最適解を得ることはできないため、パレート最適解という別の概念を用いて解探索を行う。パレート最適解とは「ある目的関数の値を改善するためには、少なくとも他の一つ目的関数の値を改悪せざるを得ないような解」と定義されており、複数存在する。

多目的GA

GAは、自然界における生物の進化をモデル化した確率的最適化手法の一つである。GAを多目的へ応用した多目的GAの探索概念図を図1に示す。

図1に示すように多目的GAでは、各

評価項目の優先度を定義することなく、一度の試行により幅広い領域の解候補を得ることができる。一方、多目的GAでは単一目的GAと比較して、解候補の評価方法、探索個体群の多様性の保持といった問題点が存在するものの、ここ数年のアルゴリズムの研究によりこれらの問題点もかなり解決されている。

ディーゼルエンジン噴射スケジュール

東京都の排ガス規制に代表されるディーゼルエンジンに対する規制の強化は、近年ますます高まっている。ここでは、そのための対策技術としてディーゼル燃焼の改善に着目し、燃料噴射率の最適化を試みる。条件としては、多段階噴射を想定し、燃料噴射期間内に噴射率を任意に変化させることが可能であることとし、噴射率を変更することにより、NO_x、すす、燃費率が最低となる最適な燃料噴射率の探索を行う。この3目的最適化のための最適化手法としては、文献(1)において提案されている多目的GAを用いた。また、評価部としては、現象論的モデルの一つであるディーゼルエンジンシミュレータのHIDECSを用いた。

得られた解集合を図2, 3に示す。図2は、燃費率が最小となる解候補であり、図3はNO_xの値が最小となる解候補である。また、図3は、すすを最小とする解候補である。

最も重要な点は、これらの解候補は一度の最適化試行で同時に得られていることである。通常の一目的で最適化をGAで行う場合にはその際に必要な計算回数が問題となるが、多目的最適化におけるパレート解集合をGAで探索する場合には、同時にいくつもの解候補が得られるため、非常に効率的な手法であるといえる。

おわりに

多目的GAの研究は、探索アルゴリズムそのものに関するものから、徐々に実問題への応用へとシフトしていくものと思われる。今後は、これらの優

図1 多目的GA探索

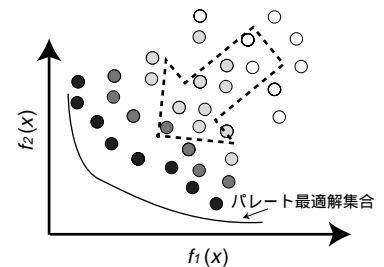


図2 非劣解集合 1

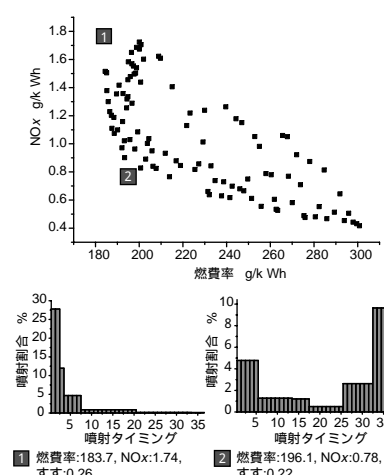
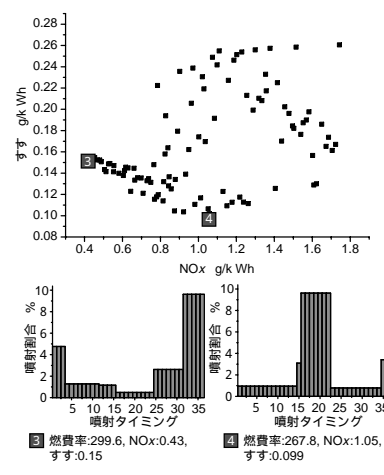


図3 非劣解集合 2



れた探索アルゴリズムを用いて、さまざまな分野に対する多目的GAの適用が行われていくものと思われる。

(原稿受付 2002年11月5日)

〔渡邊真也・廣安知之・三木光範

同志社大学〕

文献

- (1) 渡邊真也・廣安知之・三木光範, 近傍培養型遺伝的アルゴリズムによる多目的最適化, 情報処理学会論文誌「数理モデル化と応用」, 採録決定, 2002.