

対話を用いる人工物の知的化システム Interactive Genetic Algorithm

Intelligent System of Artifacts with talking to its User- Interactive Genetic Algorithm

横田あい子 (知的システムデザイン研究室)

Aiko YOKOTA (Intelligent System Design Laboratory)

Abstract

Recently artifact has become useful, easy and intelligent. So it's important to that artifacts become closer to user. There are many approaches to build suitable systems to users, for example Neural Network, Evolutionally Computing and so on. Results of Interactive Genetic Algorithm(IGA), which is derived from Genetic Algorithm that solves optimization problems, can get suitable for each user. This paper shows its applications, problems and the artifacts system that can output the color users want.

1 はじめに

最近の人工物は性能、機能ともによいものとなっており、それにつれて人工物に対する要求も徐々に高度になりつつある。そして、自分のイメージ通りに人工物を操作したいという要求は多々見られる。例えば、気分に合わせて自動的に温度を最適に設定してくれるエアコンや、そのときの気分に合わせて走りを提供してくれる自動車を考えてみる。このような人工物を実現するためには、操作者の意図、目的を人工物が自動的に理解することが必要になってくる。本論文では、人工物が操作者の要求を理解するために必要となるシステムを構築する対話型遺伝的アルゴリズム (Interactive Genetic Algorithm, 以下 IGA) を取り上げる。IGA は GA を基礎として発展したもので、操作者との対話によって徐々にその出力を意図にそったものとするアルゴリズムである。以下では IGA の特徴、問題点をあげたうえでその応用例、しくみを挙げ、今後の研究に関する取り組みを紹介する。

2 IGA の概要

2.1 対話型進化計算法

操作者に最適になるようなシステムは、システムのパラメータ調整で実現できる。しかし、そのパラメータを調整する基準となる個人の好みというモデルを完全に作ることは困難であると思われる。そこで、人間の評価系をモデル化して組み込むという分析的なアプローチに対して、その本人そのものを最適化系に組み込み、本人の評価に基づいてコンピュータに最適化させるというアプローチが考えられる。このように人間と機械との相互作用によって主観的評価に基づく最適化を、進化的計

算 (EC, Evolutionally Computing)¹を用いて実現する方法が、対話型進化計算法である。そして、IGA もその 1 つなのである。

2.2 IGA の特徴

GA から発展してできた IGA は、人間の主観的評価に基づいてシステムを最適化させる技術である。簡単にいえば、フィットネス関数を人間に置き換えた GA である。人間の主観的評価が組み込まれるため、対話型 GA は感性をシステムに組み込む技術ということもできる。また、GA は自然界の生物が過去数 10 億年をかけて作り上げられてきた進化の過程にヒントを得て考案された手法である。数理計画法やニューラルネットの手法に比べ、多くの計算資源を必要とする場合が多いが、複雑な組み合わせ構造の最適化にも柔軟に適用可能な方法としての有用性がある。EC 以外の方法を用いた対話型最適手法に比べ、複雑な構造を対象とする問題領域にも適用しやすいことは明らかであろう。

IGA に限らず、対話型 EC において、人間は心理空間上のターゲットとシステムの出力との距離に応じて評価し、EC はその心理空間上の距離尺度を評価値として特徴パラメータ空間を探索する。よって対話型 EC は、人間と EC が、2 つの空間の写像関係に基づいて協調的に探索し、システムを最適化していくシステムといえる。

また、人間が表現型の個体を直接評価するというよりは、多くの場合、個体を実現する応用システムの出力を評価する。

GA と比べて大変異なる部分がある。人間の心理空間上のターゲット位置 (好み) と距離尺度 (評価値) は揺らぐのである。が、主観的評価が時間とともに揺らぐのを

¹EC 技術には遺伝的アルゴリズム (GA)、遺伝的プログラミング (GP)、進化戦略 (ES)、進化的プログラミング (EP) などがある

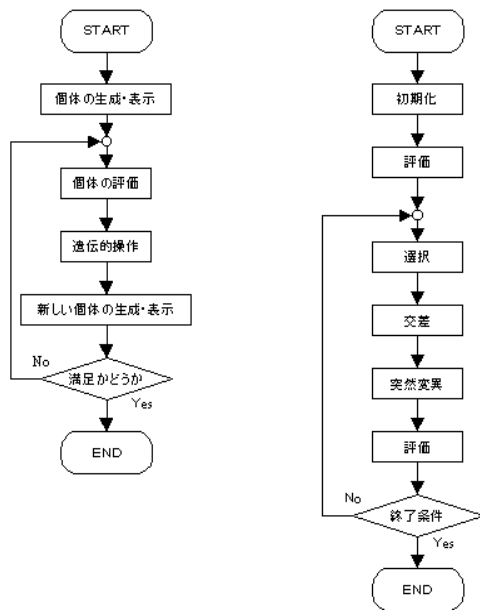


図 1: IGA と GA における基本的動作の流れ図 (左が IGA, 右が GA)

前提として、心理空間上のターゲット近くに写像される特徴パラメータ空間位置を探索させたいというのがそもそもの要求なのである。幸いなことにこういった EC 探索はノイズに対してもロバストであると言われている。加えて、測定した主観的評価値の揺らぎに基づいてシミュレーションで収束性を調べた結果でもほとんど影響がないと報告されている。この理由として、この EC の収束先が結構荒くても良いことにある。なぜなら、人が区別できなければ同じことであるからである。こういった意味では、対話型 EC はランドスケープが広く、場合によっては多峰性の目的関数を最適化していると考えられることができる。

3 IGA の仕組み

IGA は、操作者との対話から個体を評価し操作者の反応に対し最適化を行う GA である。IGA と GA における基本的動作のフローチャートを図 1 に示す。図 1 を見るとわかるが、IGA の仕組みは GA のそれと大変似ている。IGA と GA と大きく違うところは個体の評価法と終了条件にある。その 2 つ重点的に述べる。

3.1 IGA での評価法

IGA において、作り出された個体の評価をするのは操作者自身である。よって、GA における適合度を計算するためには操作者に提示し、その入力を待たねばならない。その評価により、個体の適合度は割り振られる。ここで大きく GA と異なるのは、あくまでも主観的な

評価のため、相対的な適合度しか与えられない点である。よって、各世代における適合度の総和はいつも一定となる。

3.2 IGA での終了条件

フローチャートを見ても分かるように、IGA における唯一の終了条件は操作者が満足したかである。適合度の総和が一定であるため、世代毎の適合度合いが判断できないためである。操作者の納得のいく個体が出てきた時点で終了するのである。

4 IGA の問題点と技術的課題

IGA における最大の問題点は操作者の疲労をどう軽減するかにある。人間が疲れを知らないコンピュータと協調して世代毎に多く個体を比較評価し、評価値を入力するには限界がある。この問題を解決するためには、

1. 入力インターフェースの改善
2. 評価予測システムに基づく提示インターフェース
3. EC 収束の高速化
4. 非対話型 EC との統合

等が行われている。

入力インターフェースの改善は評価のしやすさという点から操作者の疲労軽減を計ろうという取り組みである。例えば、使用者に細かい評価を強いるのではなく 5 段階や 7 段階といった粗い評価をしてもらうようにする。すると評価の時点で多少の違いに煩わされることなく評価ができる。

評価を粗くすることにより量子化ノイズが増え、収束が悪くなると考えられるが、収束の問題以上に使いやすさが統計的に示されている。また、量子化ノイズがみられるのは数 10 世代から 100 世代といった、多量の世代が計算されたときにしか見られなかった。つまり実際に評価が終了するであろう世代では問題がないことが示された。

また、時系列でのデータを評価する際には、評価時間を短縮するため提示途中で時々刻々評価するといった提案がある。これによって、記憶に残った過去とのデータとの比較ではなく、そのときそのときのもっとも短いフレーズを評価することになるため評価が容易になる。

評価予測システムに基づく提示インターフェースの製作によって、操作者の疲労を軽減しようとする試みがある。対話型 EC の出力をランダム提示するよりは提示順序にも手を加えた方が比較評価がしやすくなると考えられる。例えば似たような評価値個体をグループ化した後に提示すると比較がしやすく疲労が軽減するのではないかと期待できる。

これには評価者の評価特性を学習するシステムが必要となる。そのため NN やユークリッド距離などの手法を使うことが提案されている。しかし、これらは使用者の心理的労を軽減するにいたっていない。

EC 収束の高速化によって疲労軽減が見こまれる。そのためにはどれでもいいのではなく、初期世代での収束の効果が期待できる高速化手法が必要である。なぜなら、人が評価に付き合える対話型 EC の世代数は、高々10もしくは20世代であるからである。

このような高速化に向けて、次のような動きがある。1つは探索中に気づいた点も考慮に入れて探索するという動きと、使用者の評価待ち時間を利用して EC 側でできる事をするという動きである。

先に述べた、予測を利用する方法として、ユークリッド距離などから目的関数を製作する他、対話プロセスの間に目的関数に含まれるパラメータを簡単な強化学習の手法によってチューニングする方法が提案されている。これによって、非対話型 EC との統合という対話型 EC と通常の GA とを交互に実施できるようなシステムも考案されている。

5 IGA の応用例

以下に IGA を用いて製作されたシステムの例をあげる。

- 3次元 CG ライティングシステム^[3]

IGA を用いて 3次元 CG のライティングデザイン支援に応用したものである。ライティングデザインとは、与えられたモチーフに最適なライティングパラメータの設定を行うというものである。IGA を用いない場合の評価が低いデザイナー、すなわち知識や経験の少ないデザイナーに対して IGA による支援効果が有意に現れたという結果が得られた。一方、IGA を用いない場合でも評価の高いデザイナーに対しては IGA の支援効果は薄い結果が得られた。

- 顔画像生成システム 感性的イメージの生成^[4]

感性的に表現される顔画像を遺伝的アルゴリズムを用いて生成するシステムである。[柔らかな顔] や [怖い顔] といった漠然でかつ個人差のイメージを生成する。このシステムにおいては、感性的イメージの生成に十分適応できるといっている。

6 研究の現状と今後の予定

現在は、使用者にとって個人差があり、曖昧ではあるが頭の中にはしっかりとしたイメージがあるといったものを探るといって作業をしている。曖昧な色、例えばすみ

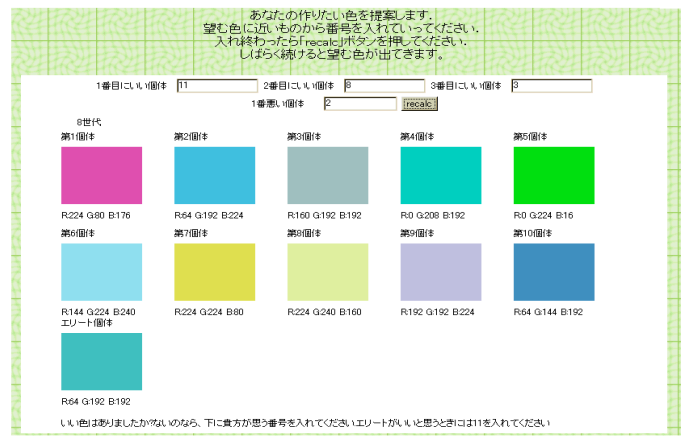


図 2: 色探索パレット

れ色といった、個人差があっても曖昧な色でも対応するプログラムを Java を使って製作中である。製作中である色探索パレットの様子を図 2 に示す²。これからは、現在の曖昧な色作成支援システムの改良はもとより、過去の IGA に関する更なる文献を調査し IGA の現在の状況について調べる。その後、独自のアイデアを活かした IGA を製作する予定である。現在、部屋の家具における配色支援システムや、HP における配色支援システム、また、人の顔におけるかわいらしいイメージ作成支援システム、これらの中のどれかの製作を予定している。

参考文献

- [1] 高木英行, 畝見達夫, 寺野隆雄: 対話型進化計算法の研究動向, 人工知能学会誌, Vol.13, No.5, pp.692-703 (1998)
- [2] 坂和正敏, 田中雅博: 遺伝的アルゴリズム, 朝倉書店 (1995)
- [3] 青木研, 窓木英行: 対話型 GA における 3次元 CG ライティングデザイン支援, 電子情報通信学会論文 D-, Vol.J81-D-, No.7, pp.1601-1608
- [4] 磯野勝宣, 尾田政臣, 赤松 茂: 遺伝的アルゴリズムを用いた顔画像生成システム 感性的イメージの生成青木研, 窓木英行: 対話型 GA における 3次元 CG ライティングデザイン支援, 電子情報通信学会論文 D-, Vol.J82-D-, No.3, pp.483-493

²このプログラムは私の HP の研究という場所に上げてある。興味のある人は自分なりの色を自由に製作してください。
<http://mikilab.doshisha.ac.jp/aiko/research.html>