

正 三木 光範 (同志社大工)    正 廣安 知之 (同志社大工)  
学 長谷 佳明 (同志社大院)    学 小川 泰正 (同志社大院)

Mitsunori MIKI, Doshisha University, Tatara Miyakodani 1-3, Kyo-Tanabe, Kyoto  
Tomoyuki HIROYASU, Doshisha University, tomo@is.doshisha.ac.jp  
Yoshiaki NAGAYA, Graduate School of Engineering, Doshisha University  
Yashumasa OGAWA, Graduate School of Engineering, Doshisha University

We propose a new network collaboration system, named DIGA(Distributed Interactive Genetic Algorithm), where IGA is extended to Parallel and Distributed Model. By using DIGA we can realize an IGA-based design system with many people at the same time. DIGA is aimed to solve problems of making creative plans and making agreement within a group. We developed a proto-type system and applied the proposed approach to make good plans for selecting the colors of three furniture (sofa, curtain, and carpet). The experiment shows the effectiveness of the method.

*Key word:* Interactive Genetic Algorithm, Distributed Interactive Genetic Algorithm

## 1 はじめに

<sup>1</sup> 本研究では、ネットワーク上でのコラボレーションによってデザイン作成を行うための発想支援システムを提案する。ネットワーク上で、デザイン作成といった人間の知的活動の中でも特に高度な作業を行うことは容易ではない。その理由として、感性を形にすることや、ネットワーク上で複数の人が1つの解に対して同時に意見を述べ、リアルタイムで修正を行うことが困難であることが挙げられる。

感性を抽出する一つのアルゴリズムとして、従来から対話型遺伝的アルゴリズム (IGA) <sup>1)</sup> が用いられていた。しかし、IGAには、設計解の早熟収束や、多様性の維持が難しいという問題点があった。これら問題点に対し、本研究で提案する分散対話型遺伝的アルゴリズム (DIGA) は、IGAに対し並列分散モデル適用したアルゴリズムである。そして、このアルゴリズムを用いて、複数ユーザで同時にデザイン作成を行うためのコラボレーションシステムを構築した。本研究で提案する分散対話型遺伝的アルゴリズムは、従来のIGAの問題点を克服し、複数ユーザ間で感性の共有を実現する。本研究では、家具の配色問題にDIGAを適用し、その有効性を検証した。

## 2 対話型遺伝的アルゴリズム (IGA)

IGA(Interactive Genetic Algorithm) <sup>1)</sup> とは、遺伝的アルゴリズムにおける評価関数を人が担うよう拡張したアルゴリズムである。

ユーザは、システムから提示された解候補の「評価」を行う。システムは進化的操作である「交叉」及び「突然変異」を行うことでユーザの評価を考慮した次世代の解候補を提示する。このように、ユーザを探索そのものに組み入れることで、評価関数によるモデル化が容易でなかった対象の探索を行うことが可能となる。

## 3 分散対話型遺伝的アルゴリズム (DIGA)

### 3.1 並列分散モデル

DIGA(Distributed Interactive Genetic Algorithm)とは、従来行われていたIGAを並列分散モデルに拡張した手法である。つまり、複数人で同時にIGAを行い、お互いの設計解の交換が行われる。本手法における解探索、設計解の交換により複数ユーザ間でコラボレーションを行う際に必要となる情報の共有が可能となる。

ネットワーク上での協調作業を行う上で重要な点は、ユーザ間における透過性である。透過性とは、各ユーザがあたかもひとつの仮想空間上で設計解を通じ、互いの情報の共有がシームレスに行えることである。DIGAでは、これら透過性を考慮したシステム設計を行っている。

### 3.2 実装

DIGAでは、各ユーザがそれぞれ一つの個体群を形成し、ユーザ間において非同期的に設計解の交換を行う。ユーザ間において非同期的に設計解の交換を行うために「移住個体プール」を設けた。これに

<sup>1</sup>[No.01-1] 日本機械学会 2001 年度年次大会講演論文集 (5)[2001-8.27~30, 福井市]

より各ユーザは「同期待ち」を回避できる。DIGAの実装を図1に示す。

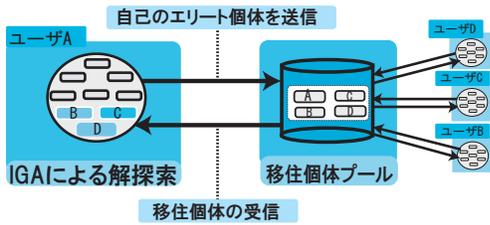


図 1: DIGA の実装モデル

#### 4 提案手法の有効性

本研究では家具の配色問題に DIGA を適用することで、その有効性を検証した。なお、配色の対象とした家具はソファ、カーペット、カーテンの3種類とし、色を表現する方法として、RGB カラーモデルによる表現法を用いた。提案システムでは、配色が目的となるため、連続空間の探索により適しているといわれている実数値遺伝的アルゴリズム (Real-Coded GA)<sup>2)</sup> を用いた。交叉法には、単峰性正規分布交叉 (UNDX)<sup>3)</sup> を使用した。

##### 4.1 個体数と評価法

提示される個体数は、10 個体+移住個体とした。ただし、移住個体の数は、使用するユーザ数に依存する。また、個体の評価方法は、各世代ごとに良いと判断する 3 個体、最も悪いと判断する 1 個体を選択することで評価を行う。

##### 4.2 初期個体発生

初期個体発生に関しては、ユーザの意思をある程度反映させる方法を用いた。まず、GUI を用いた画面上でユーザが操作を行い、ユーザのイメージをデータ化する。そのデータと一様乱数により初期 10 個体を生成する。

##### 4.3 選択・交叉

選択には、ユーザの評価を反映した確率に依存しない確定的選択・交叉と一様乱数を介した確率的選択・交叉を組み合わせた選択法の 2 つの方法を用いた。この理由は提示される少ない個体数に対して、ユーザの感性を確実に子個体に反映させるためである。

##### 4.4 移住個体

移住個体は、各ユーザが各世代において最も良いと判断した 1 個体 (エリート個体) を移住対象とした。他ユーザからの移住個体は、ユーザが良いと判断する 3 個体に含まれない限り、交叉に関与しない。この理由は、移住個体が無条件で交叉に含まれると、各

ユーザにおける探索情報が失われる可能性があるためである。

#### 4.5 評価実験

家具配色問題に従来型 IGA を適用したシステムと、DIGA を適用したシステムの 2 つを被験者に使用してもらい、設計解の履歴を比較した。評価実験の結果、従来型 IGA を適用したシステムよりも DIGA を適用したシステムを用いた方が被験者の探索範囲が広がることを確認した。被験者 A の探索履歴の一例を図 2 に示す。図 2 に示すとおり、被験者の探索範囲は他者の設計解を利用することで広がっている。また被験者 A は、探索が従来型 IGA よりも DIGA によるシステムを用いた方が、効果的な探索であると評価した。

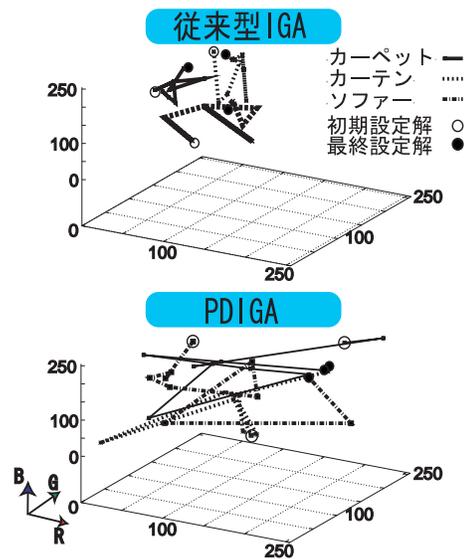


図 2: ユーザ A の探索履歴 (エリート解)

#### 5 結論

本研究では IGA を並列分散に拡張したアルゴリズムである DIGA を提案した。そして、家具配色問題に対して DIGA を適用することで、従来型 IGA と比べ、その探索範囲が広がっていることを証明し、DIGA の有効性を示した。今後は、広範囲な対象問題に DIGA を適用し、その有効性を検証するつもりである。

#### 参考文献

- 1) 高木英行, 畝見達夫, 寺野隆雄. インタラクティブ進化計算. pp. 325-361, 2000.
- 2) Eshleman, L.J., Schaffer, J.D. *Real-Coded Genetic Algorithms and Interval-Schemata 2*, pp. 187-202.
- 3) Ono, I., Yamamura, M. and Kobayashi, S. A genetic algorithm for function optimization using unimodal normal distribution crossover. pp. 246-253, 1997.