

# 並列分散対話型遺伝的アルゴリズムを用いた合意形成システムの有効性 Validity of the consensus building system using the parallel distributed interactive genetic algorithm

三木 光範<sup>†</sup>  
Mitsunori Miki

廣安 知之<sup>†</sup>  
Tomoyuki Hiroyasu

富岡 弘志<sup>‡</sup>  
Hiroshi Tomioka

## 1. はじめに

近年，商品設計において，工学的尺度に加えて意匠性など付加価値を高める感性的尺度の重要性が高まっている．それに伴い，感性に対する工学的な研究が行われている．その中でも人間と計算機との相互作用および人間の主観的評価に基づいて最適化を行う手法として，対話型遺伝的アルゴリズム (Interactive Genetic Algorithm:IGA)[1]がある．IGAは遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm:GA)による探索をベースとし，人間が持つ印象や好みなどの人間の感性を評価関数として求める解を導き出す手法である．IGAは人間の関与が必須であるため，個体数を制限することによってユーザの疲労を考慮することができる．しかし，個体数の制限は早熟収束という問題につながる．

この問題解決のためにIGAを並列分散モデルに拡張した並列分散対話型遺伝的アルゴリズム (Parallel Distributed Interactive Genetic Algorithm:PDIGA)[2]が三木らにより提案されている．これはGAを並列分散モデルに拡張することで早熟収束を回避する並列分散遺伝的アルゴリズム (Parallel Distributed Genetic Algorithm:PDGA)[3]の考えをIGAに応用したものである．

これまでの研究により，PDIGAは複数の人間における合意形成および妥協案の生成を行うツールとして期待できることが報告されているが，グループ内のユーザが互いの解をどのように評価するかという点が十分検証されていない[2]．本研究では，グループ全員がPDIGAを用いたシステムで作成した互いの解を評価することで，合意形成が行われているかを検証する．

## 2. 並列分散対話型GA(PDIGA)

PDIGAでは，ネットワークを通じて世代ごとに各ユーザが良いと判断した設計解(エリート)を互いのIGA処理に組み込む．その概念図を図1に示す．ここでMigrationとは，移住と呼ばれる設計解の交換を意味する．この移住操作によって，グループ内の他ユーザのエリートを見ることが可能となり，ユーザの発想が支援されると考えられる．また，ユーザ自身が選択したエリートは次世代に保存される．PDIGAを用いて設計された解はグループ内で類似することから，合意形成を進められる可能性があることが報告されている[2]．

## 3. 検証用システム

本研究における評価実験を行うために「服装カラーコーディネート支援システム」を構築した．本システムでは図2に示す男女の服装における計5アイテムの配色

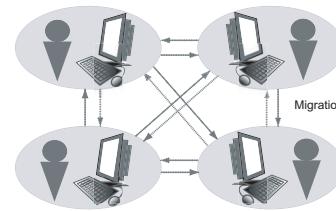


図 1: PDIGA の概念図

を変更することでデザインを作成する．ユーザは提示される12個のデザインに対して，与えられたコンセプトに基づき5段階で評価を行う．そして，12個のうち最もコンセプトに合っていると思うものをエリートとして選択する．これを10世代繰り返し，10世代目で選択したエリートが最終的なデザインとなる．なお，各設計変数における色はHue(色相)およびTone(色調)[4]の2次元で表現した．

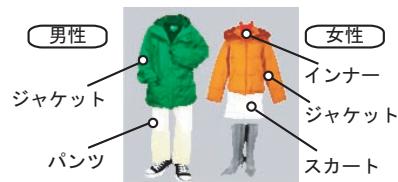


図 2: 構築したシステムにおける設計変数

## 4. 実験内容および検証結果

本実験では，各被験者がIGAシステムとPDIGAシステムの2つのシステムを順に操作する．被験者は72人とし，6人を1グループとするA~Lの計12グループで実験を行った．なお，2つのシステムのうち，どちらがIGAシステム，PDIGAシステムであるかということをも被験者に伝えない．また，全グループのうち半分はシステムの操作順序を入れ替えている．これは，操作順序によるシステムの評価の優劣をなくすためである．

本研究では，以下の4つの項目について検証を行った．

1. デザインの検証
2. 個体評価値の検証
3. 設計解の類似性の検証
4. 同一初期個体による設計解の検証

### 4.1 デザインの検証

実験後，IGAシステムおよびPDIGAシステムそれぞれで最終エリートとして選択したデザインを全ユーザ分(計12個)被験者に提示し，1位から12位までの順位を付けてもらった．A~Lのグループにおいて順位付けされたデザインのうち，上位6位までに選ばれたデザインのシステムごとの割合を図3に示す．各ユーザの6位ま

<sup>†</sup>同志社大学工学部

<sup>‡</sup>同志社大学大学院

での個体を合計するため、各グループでの総数は 36 となる。

図 3 から、PDIGA システムで作成したデザインは 6 位以上の順位が付けられる割合が高いことが分かる。このことから、PDIGA システムで作成したデザインはグループ内の他の被験者からも高く評価されるデザインであることが分かる。これは、PDIGA システムで作成したデザインが、移住個体により他の被験者の評価も反映しているためと考えられる。

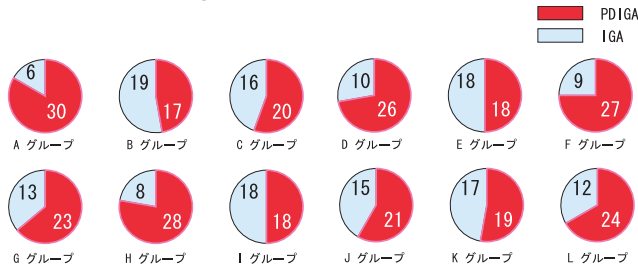


図 3: 上位 6 個体のシステム別個数

#### 4.2 個体評価値の検証

IGA システム、PDIGA システムそれぞれで提示されたデザインに対する評価値の平均をグループごとに算出したものを図 4 に示す。グラフは縦軸が個体評価値の平均点を、横軸がグループを示している。

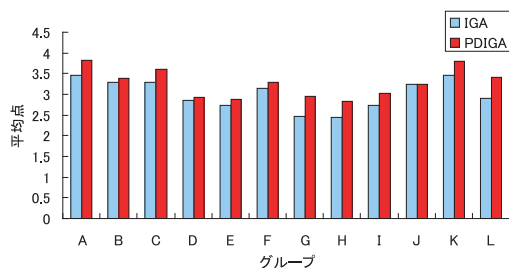


図 4: 各グループにおける個体評価値の平均

図 4 より、ほぼ全てのグループにおいて IGA システムより PDIGA システムの方が個体評価値の平均が高いことがわかる。このことから、PDIGA システムの方がコンセプトに合っていると判断されるデザインが生成されていることが分かる。

#### 4.3 設計解における類似性の検証

ここでは、グループにおける設計解の類似性を検証する。各設計解を各設計変数ごとに Hue 及び Tone に分解した。そして各グループの Hue および Tone の値ごとの分散を世代別に算出した。その結果の一例を図 5 に示す。グラフは縦軸が設計解に対する分散を、横軸が世代数を示している。

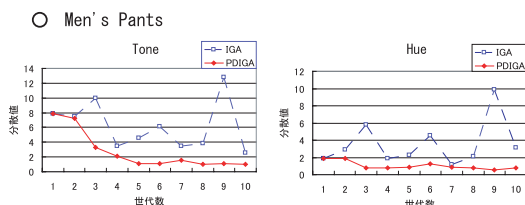


図 5: 設計解に対する分散

図 5 から設計解に対する分散は、PDIGA システムの方が IGA システムより小さい値を取っているのがわかる。また PDIGA システムで作成した設計解の分散は、世代を追うごとに小さくなる傾向がある。つまり PDIGA システムで作成したデザインは、世代を追うごとにグループ内で類似していくことが分かる。

#### 4.4 同一初期個体による設計解の検証

前節での類似性の検証において、収束する解はグループごとに異なっている傾向が見られた。本節ではこの傾向が初期個体に依存するものであるかを検証する。同一初期個体で行った実験のうち、顕著な違いが見られた D、J グループの PDIGA で作成したデザインを図 6 に示す。

図 6 に示すように、各ユーザに提示された初期個体群は同一のものでありながら、最終的には D グループは暖色系、J グループは寒色系と異なった解に収束している。このことから PDIGA システムによるグループ内でのデザインの類似性は、初期個体ではなくグループを形成する被験者に依存していることがわかる。



図 6: 同一初期個体の PDIGA で作成したデザイン

### 5. まとめ

本研究では、PDIGA を用いたシステムが合意形成を行える可能性を探るため、グループ内での設計解に対する評価の検証、個体評価値の検証、設計解の類似性の検証、及び PDIGA システムにおける初期個体の影響の検証を行った。その結果、PDIGA システムで作成したデザインはグループ内で高く評価されること、PDIGA システムは個体評価値の平均が IGA システムよりも高く、全グループでよりコンセプトにあったデザインを提示していることから、PDIGA システムはグループ全体で高い評価を得られる設計解を作成できることが確認できた。さらに、各グループの設計解の分散から、PDIGA システムではグループ内のデザインが類似する傾向を示すことがわかった。また、初期個体の影響が小さく、デザインの類似はグループを形成する被験者に依存することがわかった。これらのことから、PDIGA を用いたシステムは、グループ内のユーザが高い評価をする設計解を作成する合意形成システムとなり得ることがわかった。

#### 参考文献

- [1] 高木英行, 畷見達夫, 寺野隆雄. インタラクティブ進化計算. 遺伝的アルゴリズム 4, pp. 325-365, 2000
- [2] 三木光範, 廣安知之, 小川泰正, 長谷佳明, 吉田昌木. 対話型遺伝的アルゴリズムにおける並列分散モデルの有効性. 人工知能学会, 5 2002.
- [3] 三木光範, 廣安知之, 畷中一幸, 吉田純一. 並列分散遺伝的アルゴリズムの有効性. 日本計算工学会, 2000.
- [4] 小林重順 (著), 日本カラーデザイン研究所 (編). カラーイメージスケール改訂版. 講談社, 2000