

並列分散対話型遺伝的アルゴリズムにおける合意形成に関する検証

The examination about forming harmony in Parallel Distributed Interactive Genetic Algorithm

久松 望美, 下村 大輔

Nozomi HISAMATSU, Daisuke SHIMOMURA

Abstract: Parallel Distributed Interactive Genetic Algorithm(PDIGA) has proposed as a method which supports to get a new idea, through network and harmonize several people's consensus. According to current research, there is an analogy among solutions which created by several people within the same group. This results shows that it can be possible to collaborate several people with PDIGA. To make it clear, we put a check experiment. As a result, it can gain not only that solutions are resemble within the same group, but also solutions that a high degree of satisfaction with PDIGA. So, we proved PDIGA can be a consensus building tool.

1 はじめに

近年, 人工物設計において, 工学的尺度に加え, 感性的尺度も重要視されてきている。それに伴い, 人間の感性を効率的に抽出するシステムが必要となっている。それを実現するものの1つとして対話型遺伝的アルゴリズム (Interactive Genetic Algorithm: IGA) がある。また, 企業活動, 文化活動のグローバル化, シームレス化に伴い, 遠隔地同士の共同作業も重要視されている。これを実現するために, 対話型遺伝的アルゴリズムを並列分散モデル化した, 並列分散対話型遺伝的アルゴリズム (Parallel Distributed Interactive Genetic Algorithm: PDIGA)¹⁾ が三木らにより提案されている。

PDIGA における移住解は, IGA における突然変異解よりも高い評価を得ることがわかっている¹⁾。また, PDIGA で得られた設計解は, IGA で得られた設計解よりも, 複数人のグループ内で設計解は類似することが報告されている¹⁾。このことから, PDIGA は複数人によるコラボレーションが可能であると考えられる。

そこで本研究では, ネットワーク上で遠隔地同士の共同作業が可能システムを構築し, それに PDIGA を適用した「服装カラーコーディネート支援システム」を構築した。そのシステムを用い, 異なるコミュニティ間で被験者による実験を行った。この実験の目的は, PDIGA システムは, グループ内で設計解が類似するだけでなく, グループ全体で満足度の高い設計解が得られるかを検証することである。その結果をもとに, PDIGA システムが, グループ全体として満足度の高い解を設計できる合意形成ツールとなり得るかを検証する。

2 並列分散対話型遺伝的アルゴリズム

並列分散遺伝的アルゴリズム (PDIGA) は, 対話型遺伝的アルゴリズム (Interactive Genetic Algorithm: IGA)

を並列分散モデルに拡張したアルゴリズムである¹⁾。PDIGA では, 各操作者が良いと判断した設計解をコンピュータ間で通信することによりお互いの設計解を IGA 処理に組み込むことができる。この「移住」操作により, 他人の感性によって設計された解とユーザ自身の感性によって設計された解が交わる可能性がある。よって, 本システムを活用することで複数人による企画立案, デザイン作成が可能と考えられる。

2.1 PDIGA の有効性

三木らが行った IGA と PDIGA の比較実験¹⁾ により, 以下のような PDIGA の有効性が示された。

- PDIGA における移住解の評価値平均は, IGA における突然変異解の評価値平均よりも高い。よって, 移住解は突然変異解に比べて解探索に役立つ良好な解が多い。
- PDIGA における移住解の評価値は, IGA における突然変異解の評価値よりも分散が大きい。よって, 移住解は突然変異解に比べて, 交叉される確率が高いことから, 移住解は, 解探索に大きな影響を与える。
- IGA で得られた設計解よりも, PDIGA で得られた設計解の方がグループ内で類似している。よって, PDIGA はグループにおける合意形成, 妥協案の生成が行えることが期待できる。

2.2 実験における前回からの変更点および検証事項

- グループでの共同作業によって得られたすべての最終的な設計解を, グループ全員がそれぞれ評価することで, グループ全体における満足度を検証した。これにより, 複数人による合意形成が行えるツールであるかを検証する。

- ネットワーク上で、遠隔地同士の共同作業が可能なシステムを構築した。これにより、「閉じたコミュニティ」内のみならず、「異なったコミュニティ間」においても合意形成を図れるかを検証する。
- 対象問題を「オフィス空間」から「カップルの服装」に変更する。これにより、よりユーザによる感性の違いが現れやすいものを対象問題として選択した場合においても、グループ全体において高い満足度が得られるかを検証する。

3 提案システム

PDIGA における合意形成に関する検証実験を行うために「服装カラーコーディネート支援システム」を提案する。GA 処理における設計変数として Fig. 1 に示すように、男性のジャケット、パンツ、女性のジャケット、インナー、スカートの 5 つを用いている。計 5 アイテムの色を変更することにより、カップルの服装デザインを決定するシステムである。各設計変数におけるカラーパターンは、Hue&Tone における有彩色の 120 色とした。

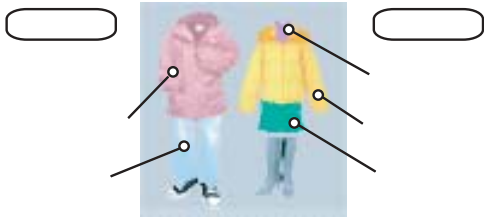


Fig. 1 服装カラーコーディネート支援システムにおける各設計変数

3.1 Hue & Tone²⁾

Hue(色相)とは赤, 青, 黄などの色みの変化を, Tone(色調)とは明暗, 濃淡, 派手, 地味などの色の調子を意味する。Hue&Tone では色は色相と色調の 2 次元で表現され, 有彩色 120 色, 無彩色 10 色に分類, 整理される。本システムではこの内の有彩色 120 色のみを用いている。Hue&Tone を用いることの利点は, 各色の RGB 値から解析を行うよりも, 2 次元で表現されているデータの方が解析を容易に行うことができる点。また, 人間の感性を考慮したカラーパターンで構成されているため, ある程度人間の感性を考慮した数値データを得ることができる点である。

3.2 実数値遺伝的アルゴリズム

Hue&Tone は, 色相および色調の 2 次元で表現された連続値である。そのため, 表現型空間における親個体の近傍に子個体を生成する方法である実数値 GA(Real-coded GA) を用いた。実数値 GA は, 探索対象の表現

型をコード化するのではなく, 表現型の数値を用いて交叉, 突然変異を行うアルゴリズムである。GA における各パラメータを Table 1 に示す。ただし, IGA および PDIGA の比較検証のために, IGA システムでは Table 1 に示した各パラメータに加えて 5 つの突然変異個体を一様乱数によって生成し, PDIGA システムでは 5 つの移住個体を個体群に加える。

Table 1 GA のパラメータ設定

設計変数	5
個体数	12
世代数	10
選択手法	ルーレット選択 + エリート保存戦略
交叉法	UNDX
交叉率	$\frac{N_P - N_E}{N_P}$
突然変異率	$\frac{1}{V}$

UNDX: Unimodal Normal Distribution Crossover,
 N_P : 個体数, N_E : エリート個体数, V : 設計変数

4 主観評価実験

主観評価実験では, 各被験者が IGA システムと PDIGA システムの 2 つのシステムを操作し, 比較評価を行う。実験に用いた被験者は 24 人であり, 6 人を 1 グループとして, 計 4 回の実験を行った。被験者は 3 人ずつ 2 部屋に別れて, 各々が両システムを操作する。ただし, 被験者には 2 つのシステムのどちらが IGA システム, PDIGA システムであるかわからない仕組みとなっている。また, 操作順序による優越をなくするために, 最初の 2 グループは IGA, PDIGA の順に, 次の 2 グループはその逆の順にシステムを操作するようにした。デザイン作成の際のコンセプトは, 「遊園地で過ごすクリスマス」とした。また, グループで共同して 1 つのものを作成するという目的を明確にするために, 店のショーウィンドウにディスプレイすることを想定してデザインを行うこととした。

被験者は各デザインに対して, どの程度コンセプトに合っているかを 5 段階で評価する。本実験では, 以下の項目について IGA システムおよび PDIGA システムを比較し, グループ全体における満足度の検証を行った。

1. IGA および PDIGA 両システムで得られた全ての設計解 (12 個体) に対して, グループ全員に, よりコンセプトにあっていると思う順に順位をつけてもらう。

順位の良いデザインから順番に, 12 点, 11 点... と得点をつけ, IGA および PDIGA システムの合

計得点を求め、各グループごとに比較する。

- グループ全員の、各世代ごとの全個体に対する評価 (12 個体 × 9 世代 × 6 人) の平均値を求め、各グループごとに比較する。
- 両システムで得られた個人の設計解 (各 1 個体) を IGA システムと PDIGA システムとで比較し、どちらがよりコンセプトにあった設計解であるかのアンケートを行う。
- 両システムで得られたグループ全体の設計解 (各 6 個体) を IGA システムと PDIGA システムとで比較し、どちらがよりコンセプトにあった設計解であるかのアンケートを行う。

5 実験結果

5.1 IGA システムと PDIGA システムの生成したデザイン得点値の比較

上記の検討項目 1 について、IGA システムで作成したデザインのグループごとの得点平均と PDIGA システムで作成したデザインのグループごとの得点平均を比較したものを Fig. 2 に示す。縦軸は得点値、横軸はグループを示している。

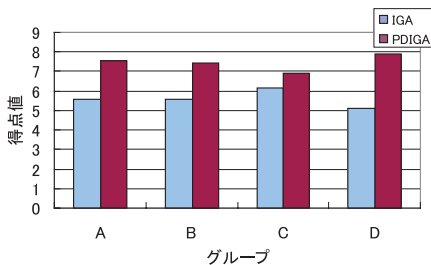


Fig. 2 IGA デザインと PDIGA デザインの得点平均

Fig. 2 より、どのグループでも PDIGA で作成したデザインの方が IGA で作成したデザインより全体的に高く評価されていることが分かる。

次にデザインの各得点において、IGA システム、PDIGA システムで設計されたデザインが選択される頻度を Fig. 3 に示す。縦軸は頻度、横軸は得点値を示している。

Fig. 3 に示した通り、PDIGA で作成したデザインには IGA で作成したデザインより 10 点以上の高得点が付けられる頻度が高いことが分かる。

これらの結果から、PDIGA システムで作成したデザインは、作成した本人だけでなくグループ内の他人から見てもより高く評価されるデザインであることが分かる。

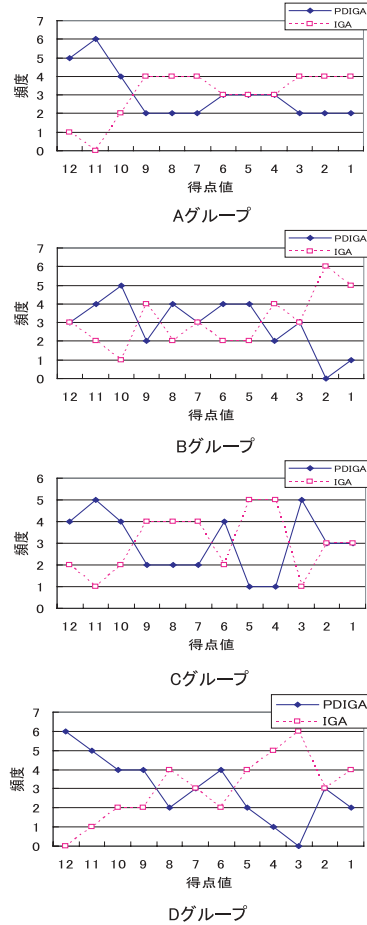


Fig. 3 得点頻度

5.2 各グループごとの IGA システムと PDIGA システムの個体評価値の比較

IGA システムで作成したデザインと PDIGA システムで作成したデザインそれぞれのグループ全個体 (12 個体 × 9 世代 × 6 人) の評価値の平均を Fig. 4 に示している。

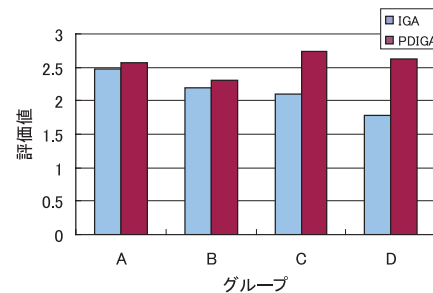


Fig. 4 グループ全個体の評価値平均

Fig. 4 より、どのグループでもグループ全個体の評価値の平均は IGA より PDIGA の方が高い。このことから PDIGA システムでは、グループ単位で見てもコンセ

プトに合ったデザインを形成していることが分かった。

5.3 アンケートの検定

実験後、被験者は以下の項目のアンケートを回答した。

1. IGA システムで形成した自分のデザインと、PDIGA システムで形成した自分のデザインを比較し、どちらがよりコンセプトにあったデザインができたか
2. IGA システムで形成されたグループ 6 個のデザインと、PDIGA システムで形成されたグループ 6 個のデザインを比較し、どちらがよりコンセプトにあったデザインができたか

1 のアンケートのグループごとの回答結果を Table 2 に示し、2 のアンケートのグループごとの回答結果を Table 3 に示す。

Table 2 個人でコンセプトに合致していたシステム

	A	B	C	D	合計
IGA	0	1	0	0	1
どちらかという IGA	1	0	2	0	3
どちらともいえない	0	2	1	0	3
どちらかという PDIGA	5	2	0	2	9
PDIGA	0	1	3	4	8

Table 2 では、被験者 24 人中 17 人が PDIGA システムの方が、よりコンセプトに合ったデザインができたと回答している。

Table 2 の結果を用い符号検定¹を行った。検定は「IGA」「どちらかという IGA」と答えた回答の和と、「PDIGA」「どちらかという PDIGA」と答えた回答の和で行った。本符号検定では危険度 5% で、PDIGA システムは IGA システムより、高い満足度を与えるデザインを作成できることが分かった。ただし、「どちらともいえない」という回答は検定から除外した。

Table 3 では、被験者 24 人中 20 人が PDIGA システムの方が、グループでよりコンセプトに合ったデザインができてると回答している。

Table 3 の結果を用い符号検定¹を行った。検定は「IGA」「どちらかという IGA」と答えた回答の和と、「PDIGA」「どちらかという PDIGA」と答えた回答の和で行った。本符号検定では危険度 5% で、PDIGA シ

¹符号検定とは対応のある 2 変数の組について、母代表値に差があるか検定する手法

Table 3 グループでコンセプトに合致していたシステム

	A	B	C	D	合計
IGA	0	0	1	0	1
どちらかという IGA	0	0	1	1	2
どちらともいえない	0	1	0	0	1
どちらかという PDIGA	4	3	2	0	9
PDIGA	2	2	2	5	11

システムは IGA システムより、グループで高い満足度を与えるデザインを作成できることが分かった。ただし、「どちらともいえない」という回答は検定から除外した。

6 まとめ

主観評価実験より得られた結果を以下にまとめる。

1. PDIGA システムで作成したデザインは IGA システムで作成したデザインより、作成した本人だけでなくグループ内の他人からもより高く評価されるデザインである。
2. PDIGA システムで作成したデザインは IGA システムで作成したデザインより、グループ単位で見てもコンセプトに合ったデザインを形成している。
3. PDIGA システムは IGA システムより、高い満足度を与えるデザインを作成できる。
4. PDIGA システムは IGA システムより、グループで高い満足度を与えるデザインを作成できる。

また、これまでの実験で PDIGA システムでは、グループで設計解が類似したものとなることが分かっている。

以上の結果より、PDIGA システムは単にグループで設計解が類似するということではなく、グループ全体で満足度の得られる設計解を作成できることが分かる。このことから、PDIGA システムは、グループ全体が満足する解を作成する合意形成システムと成り得ることが分かった。

今後は同志社女子大学と共同で、一般の学生らを被験者とする追加実験を行い、PDIGA のグループにおける満足度をさらに調査する予定である。

参考文献

- 1) 小川泰正, 並列分散モデルに基づく対話型遺伝的アルゴリズム, 同志社大学大学院工学研究科 知識工学専攻 博士前期過程 修士論文, 2002.
- 2) 小林重順 (著), 日本カラーデザイン研究所 (編): カラーリスト-色彩心理ハンドブック-, 講談社, 1998.