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 a Parallel Distributed Interactive Genetic Algorithm

三木 光範

Mitsunori Miki

同志社大学工学部

Department of Knowledge Engineering and Computer Science, Doshisha University

mmiki@mail.doshisha.ac.jp

廣安 知之

Tomoyuki Hiroyasu

(同上)

tomo@is.doshisha.ac.jp

富岡 弘志

Hiroshi Tomioka

同志社大学大学院工学研究科

Graduate Student, School of Engineering, Doshisha University

tomioka@mikilab.doshisha.ac.jp

keywords: parallel processing, interactive evolutionary computation, genetic algorithm, sensibility, consensus building

Summary

We propose a parallel distributed interactive genetic algorithm(PDIGA) as a new design collaboration method. PDIGA uses an IGA and a parallel distributed genetic algorithm, which combines several IGA systems, and it has a scheme that best ones among the design solutions based on the subjective evaluation of each user are shared among users for every generation. A collaboration system using PDIGA is developed to make good design solutions among several people at difference locations. To verify a validity of the PDIGA system, we conducted experiments for comparing IGA and PDIGA. In particular, we examined each user's evaluation to the final design, compared the averages of the individual evaluation value, and examined the similarity of the design solution. These showed that the collaboration system using PDIGA become a consensus building system, and users' design solutions are unified in a group.

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の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注目されている。これまで人間の感性に合うデザインやものをシステムで設計する場合, 人間の評価系の代替モデルを作成し, 最適化システムに組み込むという手法がとられてきた。しかし, 人間の感性をモデル化することは困難であるため, 従来の最適化手法を用いて最適化を行うことは容易ではない。そこで, 人間そのものを最適化系に組み込み, 本人の評価に基づいて最適化を行う方法が考えられる。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値に基づく最適化を行う手法のうち, 進化的計算を用いたものを対話型進化計算 (Interactive Evolutionary Computation: IEC) という [高木 00]。

対話型進化計算法における代表的な手法のうち, 生物の適応進化を模倣する遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: GA) を用いて最適解を導き出す対話型遺伝

的アルゴリズム (Interactive Genetic Algorithm: IGA) がある [高木 00]。GA は生物の適応進化を工学的にモデル化したアルゴリズムである [Goldberg 89]。GA において 1 つの設計解は個体と呼ばれ, 複数の個体からなる母集団が, 個体の交叉, 突然変異, および選択によって変化し, 多くの世代を経た後に最適解が得られる。また, IGA とは人間が持つ印象, 好み, 見やすさといった人間の感性を評価関数とした GA であり, 人間の主観的評価値に基づいて最適化を行う手法である。

IGA は, 1 人の人間の感性に基づいて設計を行うことに対して有効であり, これまで多くの研究が行われてきた [青木 98, 和田 03, Masataka 03, 中洲 03, 久保 00]。しかしながら, これらは全て 1 人の人間の評価に基づいて設計を行うものであり, 複数の人間の感性を基に, 共同で単一のものをデザインする場合には用いることができない。ここでは, IGA を複数の人間で用いることが可能な手法を提案し, これを用いたコラボレーションシステムの可能性を検証する。

2. 合 意 形 成

意思決定者が複数存在する場合、例えば企業における経営方針の決定などの場合では、異なった価値基準を持つ意思決定者の意見を完全に一致させるということは多くの場合、容易ではない。そのため、これら複数の人間で意見の集約を図るために合意形成を行う必要がある。

合意形成とは、意思決定者間で納得できる形で合意を図り、集団での意思決定を行うことである。近年ではこのような集団意思決定のための合意形成支援をコンピュータを用いて行うという研究が盛んである。例えば、評価基準が異なった人間同士での合意形成支援 [加藤 98] や、各意思決定者の立場や視点を共有し、互いの意見が衝突する部分については説得あるいは妥協を促すようにしながら合意形成を行う方法の提案 [加藤 97]、コンセンサスに基づくグループ意思決定支援 [渡部 92]、操作者同士の概念の相違を理解し、互いの合意を促すシステムの研究 [角 02] などがある。これらはコンピュータを用いて代替案の評価を行い、互いが重要視する項目を視覚化し、それらの不一致度を見せることで操作者間での妥協を図ることを促す、あるいは意見や意向を抽出し、合意形成を行うというものである。しかしながら、これらは合意形成を行うという意思のもとで用いられており、互いに妥協しようとする意識が働くことになる。このことは、妥協する意識が働かなければ、合意形成ができないと考えることができる。

本稿で提案する手法は、IGA を用いて操作者自身の感性を反映しながらも、同時に他人の感性を反映させることができるため、互いに妥協するという意識なく自然な合意形成が可能になる。つまり、これまでの合意形成支援の手法とは異なった新たなアプローチになるといえる。

3. 対話型遺伝的アルゴリズム

IGA は GA による探索アルゴリズム中にある個体の適合度評価を人間が行う。IGA では、GA における遺伝的操作と、人間の評価という人為的な操作の両方によって解の探索を行うため、人の感性という複雑な構造の解析に、より適していると言われている [高木 00]。

IGA のアルゴリズムを図 1 に示す。

- (1) 個体群の初期化 (Initialization)
GA と同様に個体群の初期化を行う。
- (2) 提示 (Display Solutions)
IGA において、評価を行うのは操作者であるため、個体の提示が必要である。
- (3) 評価 (Evaluation)
各個体について評価を行う。GA においては、適合度関数により適合度が計算されたが、IGA においては、操作者が主観評価に基づいて個体を評価し、適合度を与える。評価方法については、5 段階評価の

ようなある程度荒い評価のほうが操作者にとって評価しやすいという提案がなされている [H.Oya 98]。

(4) 終了判定 (Terminal Condition)

IGA において探索の終了は操作者が判断する。求められるものが得られたのであれば IGA を終了し、得られていないのであれば、再び評価、選択、交叉、突然変異といった遺伝的操作を繰り返す。

(5) 選択 (Selection)

GA と同様に適合度に依存した一定の規則で個体の選択を行う。

(6) 交叉 (Crossover)

GA と同様に、選択個体に対して交叉を行う。

(7) 突然変異 (Mutation)

個体の多様性を維持するため、個体の解の一部をランダムに変化させる。

図 1 から分かるように、IGA のアルゴリズムは GA と似ている。IGA は GA と同様に、個体に対して選択、交叉、突然変異を経て新しい個体を生成する。IGA と GA との大きな相違は個体の評価方法と終了条件にある。IGA 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間の距離に応じて個体を評価し、GA 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。IGA では、人間が評価値を与えるので GA のように評価関数が一定ではない。そのため、心理空間上の好みと評価値が揺らぐ可能性がある。ただし、人間の評価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 [H.Oya 98, 高木 96]。

図 1 IGA のアルゴリズム

4. 並列分散対話型遺伝的アルゴリズム

4.1 並列分散対話型遺伝的アルゴリズムの提案

並列分散対話型遺伝的アルゴリズム (Parallel Distributed Interactive Genetic Algorithm: PDIGA) は、並列分散遺伝的アルゴリズム (Parallel Distributed Genetic Algorithm: PDGA) [三木 01] の考え方を適用し、IGA を並列分散モデルに拡張する手法である。その概念図を図 2 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。IGA の並列分散モデルとは、ネットワークを用いて複数のコンピュータを繋ぎ、それぞれのコンピュータ上で IGA を行う仕組みである。そして、各世代ごとに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、互いの設計解を IGA 処理に組み込むことができる。

PDIGA では GA における遺伝的操作が行われた後、各操作者がエリートとして選択した解を互いに交換し、次世代で提示される解候補に組み込まれる。この移住してきた個体が親個体として採用されることによって、次世代では他操作者の感性を反映した新たな解が生成されることになる。この操作が数世代に渡って繰り返し行われることにより、各操作者の感性を反映した設計解の作成が可能となる。

4.2 コラボレーションツールとしての PDIGA

移住してきた個体を他人が良いと判断すれば高い評価がつけられ、その個体は進化に影響を与える個体となる。このように各操作者からの移住個体が解探索に影響を及ぼすことによって、集団内で自然なコラボレーションが行われ、互いに妥協するという意識が働くことなく合意形成することが期待できる。そこで本稿では、PDIGA を用いたシステムによって合意形成することが可能であることを検証する。検証のために構築したシステムとその目的について次章で記述する。

5. 検証用システム

5.1 合意形成の検証

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。本システムの目的は、操作者が与えられたコンセプトに基づいて提示された各デザインを評価していくことで、最終的にコンセ

プトに合ったデザインを作成することである。ここでは、PDIGA を用いたシステムで合意形成を行えるかを検証するために、以下のようなコンセプトおよび想定を設定した。

● コンセプト

「冬の雪の中を歩く恋人たち」

● 想定

「操作者一人一人は服屋の店員である。今回、上記のコンセプトに基づいて、店のショーウィンドウに飾るカップルの服装を 1 組決めることとなった。そこで、グループのメンバーでデザイン作成を行ってもらう。」

このような想定のもと、複数の操作者によってコラボレーションを行いながら解の生成や進化が行えるかどうかを検証する。

5.2 服装カラーコーディネート支援システム

本システムでは、図 3 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、スカートの計 5 アイテムの配色を変更することで、最適なカラーコーディネートを作成する。各設計変数における色は Hue (色相) & Tone (色調) と呼ばれる色データの有彩色 120 色とした。色相とは赤、青、黄などの色みの変化を、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 とは、無限に広がる色に対してなるべく単純で理解しやすい有彩色 120 色と無彩色 10 色に分類・整理したものである [小林 00]。

操作者には図 4 に示すように個体数を 12 とする画面が提示され、操作者は各デザインに対して与えられたコンセプトに基づいて 5 段階で評価を行う。そして、12 個体のうちで最もコンセプトにあっていると思うものをエリートとして選択する。この操作を 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。

5.3 システムの詳細

§1 実数値遺伝的アルゴリズム

カラーパターンは色相および色調が離散値で表現されている。しかし、2 次元の設計空間において 2 つの色を結んだ直線上の色はそれぞれの中間的なカラーパターンとなる。このため、GA 処理において遺伝子型空間では連続値を用い、表現型空間ではそれらの値を離散化して用

図 2 PDIGA の概念図

図 3 構築したシステムにおける設計変数

図 4 システムのインタフェース

いた．手法としては，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せず，表現型の数値そのものを用いて交叉，突然変異を行うアルゴリズムである [小野 99]．交叉法には UNDX を用いた．

§ 2 突然変異個体と移住個体

主観評価実験のため，移住のある PDIGA システムと移住のない PDIGA システム（以下 IGA システムと呼ぶ）の 2 つのシステムを用いた．それぞれのシステムでは個体数 12 のうち，7 つの個体が各サブ母集団における突然変異および交叉によって生成される進化的な個体であり，残りの 5 つの個体は，PDIGA システムでは他のサブ母集団からの移住個体であり，IGA システムではすべての設計変数を乱数で決定した完全な突然変異個体とした．

移住個体を 5 つにした理由は PDIGA システムを用いた実験では 1 グループ 6 名で行うためである．このため，IGA システムにおいても完全な突然変異個体の数を同数とした．これにより，移住個体と完全な突然変異個体の差により合意形成の相違が明らかとなる．なお，どちらのシステムにおいても各サブ母集団内で行う突然変異率は各設計変数に関して 0.2 とし，その突然変異は次に示すように設計変数にわずかな変更を与えるものとした．これにより 7 つの進化的な個体は主として交叉により進化し，5 つの移住個体もしくは完全な突然変異個体は各サブ母集団で進化している個体群とはまったく異なる設計変数を持つ個体として操作者に提示されることになる．突然変異個体の生成および移住個体は以下のように設定した．

●突然変異

各サブ母集団の中で行う突然変異は，Hue&Tone における 120 色の設計空間において図 5 のように親個体の近傍 5 × 5 の中から一様乱数を用いて生成する．このため，この突然変異は設計変数にわずかな変化をもたらす．なお，元の設計変数が図 5 の周辺

図 5 突然変異による色の变化

部分に存在する場合には図 5 の設計変数空間は上下左右に繰り返して現れるものとして取り扱った．

一方，IGA システムにおける 5 つの完全な突然変異個体は全設計変数をすべて乱数で決めたものである．

●移住個体

移住個体は各操作者が各世代ごとに選んだエリート解とする．移住は 2 世代目から毎世代行われ，表示画面上では個体群となる 12 個体の中でランダムに配置されるので，操作者にはどれが移住個体かは分からない．

6. 主観評価実験

6.1 実験概要

主観評価実験とは各操作者の主観的判断によっていくつかの事物を評価する実験方法である．本実験では，各操作者が IGA システムと PDIGA システムの 2 つのシステムを操作し，作成したデザインに対して比較評価を行う．操作者数は延べ 72 人であり，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．操作者は同志社大学および同志社女子大学の学生（20 歳前後の男女）である．各操作者は各大学の実験室に分かれてインターネットを通じて実験を行う．

各操作者は，提示された教示に従って 2 つのシステム (IGA システム，PDIGA システム) をシステム A，システム B として順に操作し，用意されたアンケートに回答する．なお，操作者にはどちらが IGA システム，PDIGA システムであるか伝えない．また，操作順序によるシステムの評価の優越をなくすために，A～F の 6 グループは IGA システム - PDIGA システムの順に，G～L の 6 グループは PDIGA システム - IGA システムの順にシステムを操作するようにした．

各操作者は，5.1 節で記述したコンセプトにどの程度合っているかをもとに，すべてのデザインを 5 段階で評価していく．システム側では各世代ごとに同期をとり，6

図 6 上位 6 個体のシステム別個数

人の操作者の解探索世代は同一となるようにしている。実験終了後、2つのシステムで各操作者が最後に選択した計 12 個のデザインが示される。

本実験で検証を行ったのは、以下の 4 つの項目である。

(1) デザインの検証

実験後、2つのシステムで作成したグループ全員のデザイン 12 個を、コンセプトに合っていると思う順に 1~12 位まで順位をつけてもらった。この順位について IGA システムと PDIGA システムで比較する。

(2) 個体評価値の検証

IGA システムによって提示された個体と PDIGA システムによって提示された全個体のうち、6~10 世代の各世代ごとの 12 個体中上位 6 個体に対する評価値を比較する。

(3) 設計解における類似性の検証

IGA システムおよび PDIGA システムで提示されたデザインについて設計解の Hue と Tone の分散を比較し、世代を追うごとに分散がどのように変化するかを検証する。

(4) 同一初期個体による設計解の検証

PDIGA システムにおいて初期個体を指定した場合に作成されたデザインについて、グループごとに比較を行う。これにより、作成されるデザインが初期個体に依存するか否かを検証する。

6.2 実験結果

§1 デザインの検証

IGA システム、PDIGA システムで作成されたデザインのうち、各操作者に上位 6 位までに選ばれた個数をグループ別に集計したものを図 6 に示す。これより、PDIGA システムで作成したデザインには IGA システムで作成したデザインより、6 位以上の順位が付けられる頻度が高いことが分かる。

§2 個体評価値の検証

IGA システム、PDIGA システムによって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示したものが図 7 である。グラフの縦軸が評価値の平均、横軸がグループを示す。

個体評価値の平均は、どのグループにおいても IGA シ

表 1 IGA システム、PDIGA システムでの個体評価値

	IGA	PDIGA
データ数	2160	2160
平均値	3.02	3.32
標準偏差	1.11	1.10

ステムより PDIGA システムの方が高いことが分かった。

また、IGA、PDIGA の両システムにおける個体評価値のデータについて、システム別に要約した結果を表 1 に示す。このデータを元に t 検定 [南風 02] を行ったところ、有意水準 0.05 の両側検定において IGA と PDIGA の評価値に有意な差があることが分かった。

§3 設計解における類似性の検証

IGA システムと PDIGA システムの比較実験における各グループの設計解を各設計変数に分解し、各設計変数をさらに Hue と Tone に分解し、それぞれの分散を算出した。その結果を図 8 に示す。設計解における分散は、Hue および Tone の値ごとの分散を設計変数の数で平均したものである。グラフは縦軸が設計解における分散を、横軸が世代数を示している。

設計解における分散は、多くのグループで 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ことが分かる。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ことが分かる。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 同一初期個体による設計解の検証

同一初期個体で実験を行った D・E・F・J・K・L グループのうち、顕著な違いの見える D グループと J グループの設計解の履歴を図 9 と図 10 に示す。

また、D グループと J グループの PDIGA システムで作成した最終的なデザインを図 11 に示す。

図 9、図 10 の 1 世代目のデザインをみると操作者によりエリート個体として選択したデザインが異なっている。つまり各操作者では評価関数が異なっていることが分かる。しかし世代を追うごとにグループ内のデザインは類似する傾向にあり、その結果図 11 に示すように、D グ

図 7 各グループにおける個体評価値平均

図 8 全 12 グループにおける設計解の分散

図 9 D グループのエリート個体の履歴

グループは暖色系に、J グループは寒色系にと異なったデザインに収束している。また図 9、図 10 から、同一初期個体であってもグループにより異なったデザインの作成が行われていることが分かる。

図 10 J グループのエリート個体の履歴

図 11 D グループと J グループの PDIGA システムで作成したデザイン

6・3 考 察

§ 1 デザインの検証

図 6 より、PDIGA システムで作成したデザインはグループ内の他の操作者から見ても高く評価されることが分かる。これは、PDIGA システムで作成したデザインは、移住した他の操作者の設計解が高く評価されて親個体として選択されることで、他操作者にも高く評価される解が生成されたためと考えられる。

§ 2 個体評価値の検証

図 7 および検定の結果より、個体評価値の平均は PDIGA の方が高い結果となった。このことから PDIGA システムは、IGA システムよりコンセプトに合ったデザインを提示していることが分かる。これは、PDIGA システムのそれぞれのエリート個体を移住個体として移住させ、それが交叉に組み込まれることでグループ全体に良い作用をもたらし、IGA の突然変異個体よりコンセプトに合った個体を生成し提示していると考えられる。

§ 3 設計解における類似性の検証

グループ内のデザインの類似性がみられた理由としては、他の操作者が作成したデザインである移住個体を高く評価することで、その移住個体に影響を受け、各個人の評価関数が類似したものに变化したと考えられる。しかし、その傾向の見られないグループもあった。これは、

移住個体に影響を受けなかった操作者がグループ内に多かったためと考えられる。

§ 4 同一初期個体による設計解の検証

同一初期個体であってもグループにより異なったデザインに収束することは多かった。このことから、PDIGA システムにおける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操作者に依存していると考えられる。

7. ま と め

本実験では、PDIGA システムの合意形成システムとしての可能性を探るため、グループレベル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、および 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、また、PDIGA システムは個体評価値の平均が高く、どのグループでもよりコンセプトに合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分かった。さらに各グループにおける設計解の分散から、PDIGA システムではグループ内のデザインが類似する傾向があることも分かった。一方、PDIGA システムにおける初期個体の影響は小さく、グループ内でのデザインの類似はグループを形成する操作者に依存していることが分かった。これらのことから、PDIGA システムでは設計解がグループ内で統合化の方向に向かうため、合意形成システムと成り得るといえる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、実験にご協力をいただきました同志社女子大学 学芸学部 情報メディア学科 和氣早苗 助教授および和氣ゼミの学生の方々に感謝いたします。

◇ 参 考 文 献 ◇

- [Goldberg 89] Goldberg, D.: Genetic Algorithms in Search Optimization and Machine Learning, Addison Wesley, Reading, Mass (1989)
- [H.Oya 98] H.Oya, M., K.Osaki: An input method using discrete fitness values for interactive GA, *J.of Intelligent and Fuzzy Systems*, Vol. 6, No. 1, pp. 131-145 (1998)
- [Masataka 03] Tokumaru, M., Muranaka, N., Imanishi, S.: Virtual Stylist Project -Examination of Adapting Clothing Search System to user's Subjectivity with Interactive Genetic Algorithm-, *Congress on evolutionary Computation PROCEEDINGS*, Vol. 2, pp. 1036-1043 (2003)
- [加藤 97] 加藤直孝, 中条雅庸, 國藤進: 合意生成プロセスを重視したグループ意思決定支援システムの開発, *情報処理学会論文誌*, Vol. 38, No. 12, pp. 2629-2639 (1997)
- [加藤 98] 加藤直孝, 國藤進: 異なる評価構造を持つ参加者間の合意形成支援法の提案と実装, *情報処理学会論文誌*, Vol. 39, No. 10, pp. 2927-2936 (1998)
- [角 02] 角 薫, 溝口理一郎: オントロジー工学と HCI を融合した協調型合意形成支援システム, *人工知能学会人工知能基礎論*

研究会資料, Vol. 49, pp. 19-24 (2002)

- [久保 00] 久保田直行, 渡邊和裕, 小島史男: 人間共存型ロボットの軌道生成のための対話型遺伝的アルゴリズム, *日本機械学会論文集 C 編*, Vol. 66, No. 647, pp. 2274-2279 (2000)
- [高木 96] 高木英行, 大宅喜美子, 大崎美穂: 対話型遺伝的アルゴリズムのインタフェース改善手法の提案と評価, *ファジイシステムシンポジウム*, Vol. 12, pp. 513-516 (1996)
- [高木 00] 高木英行, 畠見達夫, 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*, 第 11 章, pp. 325-365, 朝倉書店 (2000)
- [三木 01] 三木光範, 廣安知之, 畠中一幸, 吉田純一: 並列分散遺伝的アルゴリズムの有効性, *日本計算工学会論文誌*, Vol. 3, pp. 29-34 (2001)
- [小野 99] 小野功, 佐藤浩, 小林重信: 単峰性正規分布交叉 UNDX を用いた実数値 GA による関数最適化, *人工知能学会誌*, Vol. 14, No. 6, pp. 1146-1155 (1999)
- [小林 00] 小林重順: カラーイメージスケール改訂版, 講談社 (2000)
- [青木 98] 青木研, 高木英行: 対話型 GA による 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誌*, Vol. J81-D-2, No. 7, pp. 1601-1608 (1998)
- [中洲 03] 中洲俊信, N.P.Chandrasiri, 苗村健, 原島博: 対話型遺伝的アルゴリズムを用いた似顔絵作成, *電子情報通信学会技術研究報告*, Vol. 102, No. 735, pp. 31-36 (2003)
- [渡部 92] 渡部和雄, W.HOLSAPPLE, C., B.WHINSTON, A.: コンセンサスに基づくグループ意思決定支援方式, *情報処理学会論文誌*, Vol. 33, No. 6, pp. 836-845 (1992)
- [南風 02] 南風原朝和: 心理統計学の基礎 統合的理解のために, 有斐閣 (2002)
- [和田 03] 和田洋貴, 堀井千夏, 佐藤宏介: 色彩デザインのための配色イメージ創発支援システム, *日本色彩学会誌*, Vol. 27, No. 1, pp. 3-11 (2003)

〔担当委員: 栗原 聡〕

2004 年 8 月 20 日 受理

著 者 紹 介

三木 光範 (正会員)

1978 年大阪市立大学大学院工学研究科博士課程修了, 工学博士。大阪市立大学工業研究所研究員, 金沢工業大学助教授を経て, 1987 年大阪府立大学工学部航空宇宙工学科助教授, 1994 年同志社大学工学部教授。進化的計算手法とその並列化, および知的なシステムの設計に関する研究に従事。著書は「工学問題を解決する適応化・知能化・最適化法」(技法堂出版)等多数。IEEE, 米国宇宙学会, 情報処理学会, 人工知能学会, システム制御学会, 日本機械学会, 計算工学会, 日本航空宇宙学会等会員。超並列計算研究会代表, 経済産業省産業技術審議会委員。

廣安 知之 (正会員)

1997 年早稲田大学理工学研究科後期博士課程修了。同年早稲田大学工学部助手。1998 年同志社大学工学部助手。2001 年同大学専任講師。2002 年テネシー大学客員研究員を経て, 2003 年同志社大学工学部助教授。創発的計算, 進化的計算, 最適設計, 並列処理などの研究に従事。IEEE, 情報処理学会, 電気情報通信学会, 計測自動制御学会, 日本機械学会, 超並列計算研究会, 日本計算工学会各会員。

富岡 弘志 (学生会員)

1979 年生。2003 年同志社大学工学部卒業。2005 年同志社大学大学院工学研究科修士課程修了。同年株式会社電通国際情報サービス入社。並列計算, 分散処理, 遺伝的アルゴリズムに興味を持つ。