

対話型多目的 GA を用いた橋梁デザインのための合意形成支援システム

関西大学	正会員	古田 均
関西大学	学生会員	○亀田 学広
関西大学		田中 誠子

1. はじめに

近年、大規模な構造物を建設する際、住民の意見を取り入れる試みが行われている。その中でも橋梁の建設は、交通アクセスを飛躍的に改善させることはもちろん、同時にまちの風景を一変させるという効果も大きい。つまり、橋梁は都市景観の重要な要素といえる。そのため、橋梁のデザインには地域に根ざしたデザインであることが求められる。住民と行政の両者の意見を反映した橋梁デザインを考える際、両者の橋梁に対する意識、目的、考え方の違いから、意見が対立する可能性がある。地域住民が橋梁のデザインに主体的に関与する方法は手探りで進めている状態である。

本研究は最近注目され、明確に意識されつつある「合意形成」というコンセプトのもと、対話型多目的遺伝的アルゴリズムを開発し、橋梁のデザイン設計問題を例に、その可能性を検討した。

2. 合意形成

合意形成とは、それぞれが持っている目的関数を、コミュニケーションの中、互いの目的関数に修正を加えながら、時には新しい目的関数を受け入れながら、お互いの意志疎通、意見の一致を求めようとするプロセスである。言い換えれば、合意はプロセスによって生まれ、量は曖昧でも構わない。たとえ同じ解を選択するとしても、そのプロセスによっては、採択される場合と、されない場合が起こりうる。

すでに解候補が存在し、そのほとんどを認識できる状態で選択する場合と、解候補を探る（作る）作業が必要な問題では、それぞれの参加者の目的関数の不確定性が異なる。合意形成参加者は、「自分がほしいもの」を具体化したものが、どんなものであるかを明確に把握していない。このような状況では、探索過程で、システムがもつ目的関数を少しずつ変化させるべきである。様々な解候補を見ることで、徐々に目的関数が構築される。これを「意味づけ」と呼ぶ。

合意形成においては、この意味づけ行為が重要であり、もともとほしいものが不確定であるからこそ、その不確定要素の重なる部分で他者との折り合いがつく。この意味づけ行為にはプロセスが重要である。合意参加者が納得するプロセスが必要である。そのため、プロセスが明確、理解できる、簡単であることが求められる。近年の研究では非常に複雑なシステムを通して解を決定するものも多いが、そもそも難解さ故にシステムの採用自体が見送られかねない。そこで本研究では簡単かつプロセスが見えるシステムの開発を試みた。

3. 多目的最適化による合意形成

対立する合意形成参加者は、それぞれトレードオフを持つ目的関数と考えられる。ただしこの目的関数は、曖昧であり、探索の過程で変化しうる。なぜなら実際に解候補をみることで、ほしい物が明確になり、思いもよらないものを発見する可能性もある。また、多目的遺伝的アルゴリズムでは、ジレンマ解は不要な解として淘汰され、両者がよりよい状態になるパレート最適解が残っていく。従って合意形成を多目的最適化としてとらえることで、有用な解の探索が可能になる（図-1）。

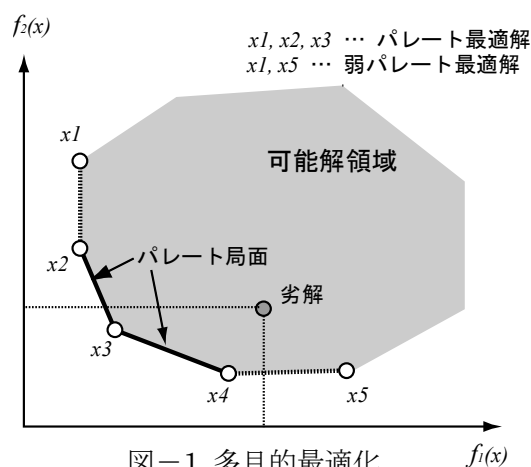


図-1 多目的最適化

キーワード 合意形成, 対話型, 多目的最適化, 遺伝的アルゴリズム, デザイン

連絡先 〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1 関西大学総合情報学部 総合情報研究科 TEL 072-690-3213

また参加者は、システムと対話するだけで、相手の出方などから戦略を練るようなことはなく、単に自らの好みで評価を与えるだけである。これにより、ジレンマの解を選ぶことはない上、相手の選択によって発生したよい解を積極的に採用する可能性もある。多目的最適化の中で、対立する目的関数が修正され、徐々に解候補自体も減っていく可能性もあり、このような可能性をも探索過程で獲得できる仕組みが利点である。

さらに本研究では、探索過程を自分で確認できる「対話型」を採用することで、自分の意見が反映され、解が改善していく様子が見て取れる。これにより、参加者が合意形成プロセスに参加していることを自覚できる。遺伝的アルゴリズムは、一般の人でも理解しやすい概念であるため、システムの仕組みがわかり、安心感を与えると考えられる。

4. 対話型多目的遺伝的アルゴリズムによる合意形成支援システム

本研究では対話型多目的遺伝的アルゴリズムの有効性、動作を確認するために、簡単な配色問題に適用した。多目的遺伝的アルゴリズムは、NSGA II (Non-dominated Sorting GA 改良型)を用い、評価値は参加者がすべての解候補に選好順序をつけ、最小化問題として定義した。遺伝的アルゴリズムの実行パラメータは、個体数 30、交叉率 0.5、突然変異率 0.01、世代数 50 とした。落ち着いた色の組み合わせを目指して評価を続けていった結果を図-2、図-3 に示す。実行の結果、徐々に似たような解候補があらわれ、一定の値に収束した。

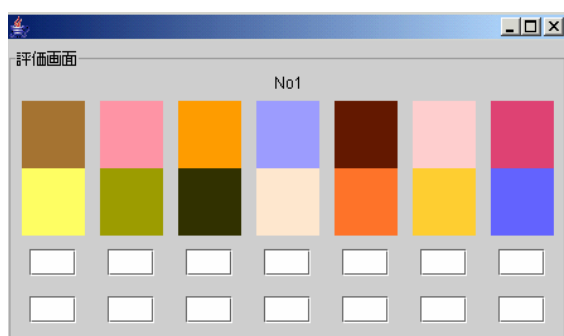


図-2. 初期



図-3. 計算後

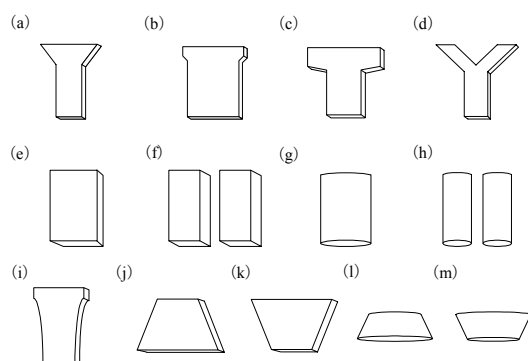


図-4. 主桁のデザイン

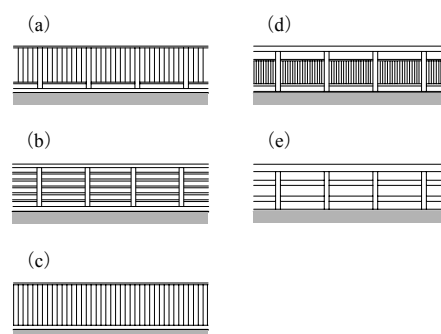


図-5. 高欄のデザイン

次に、一般的に採用される機会が多いとされる形状である主桁、高欄、橋脚の形状と配色の問題に応用した。

5. おわりに

本研究では、合意形成に必要なものは、明確かつわかりやすいシステムが必要であることを示し、プロセスの重要性を指摘した。このようなプロセスを実現するため対話型多目的遺伝的アルゴリズムを開発し、配色問題に適用した。今後は、ユーザーの負担を減らす方法、橋梁デザインの詳細な検討が必要である。

参考文献

- ・ 深谷昌弘，田中茂範：カオスの時代の合意学(合意学の構図から)，創文社，1994
- ・ K. Deb, Samir Agrawal, Amrit Pratap and T. Meyarivan. A Fast Elitist Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm for Multi-Objective Optimization, Parallel Problem Solving from Nature(PPSN VI), 2000
- ・ 伊庭斉志：遺伝的アルゴリズムの基礎—GA の謎を解く—，オーム社，1994