

遺伝的アルゴリズムを用いたダム景観設計支援システムの開発

京都大学大学院 学生員 ○長谷 英明
 京都大学工学部 正 員 渡邊 英一
 京都大学工学部 正 員 古田 均

建設技術研究所 正 員 森本 浩之
 京都大学大学院 学生員 利根川太郎

1. はじめに 本研究は、土木工学に対して、その設計分野においてますます重大な問題となりつつある、景観設計支援システムの開発における1つの指針を示そうとするものである。このシステムは、CG（コンピュータ・グラフィックス）を活用すること、設計者の嗜好を反映させること、そして、GA（遺伝的アルゴリズム）を適用することを原則とする。ここでは、GAについて簡単に解説した後、本システムの基本的な思想および構想について述べる。さらに、本システムの有効性を確認するために行なった色彩設計の実験についても触れる。

2. GAの概要 GAは、交差・突然変異および自然淘汰による生物の進化をモデル化した計算アルゴリズムであり、1973年に J. H. Holland¹⁾によって提唱された。基本的には、対象となる問題がある評価関数の最大化問題に置換え、環境により適応した生物を増やしていく自然淘汰の代わりに、より高い評価関数値を与える解の存在比を増やしていく淘汰を繰り返して最大化問題の最適解を求めるものである。

GAの手続きは、初期解として選ばれた幾つかの実行可能解から始まり、その後は解のランダムな部分的変更すなわち変異と、新しい解の評価関数値による淘汰の繰返しである。それ以上高い評価値を与える解が現れなくなったら、繰返しを止めてその解を最適解とする。（図1参照）

GAの特長は、短い時間で実用上十分評価値の高い解が得られること、変異によって実行可能領域内を広範に解が探索でき局所的最適解に陥りにくいこと、解集団の評価を繰返し行うため評価関数が厳密でなくても適用できること、極めて多様な問題に適用できることなどである。したがって、評価基準が不明確であり、個性や創造性をも要求される景観問題に対して、GAは非常に適していると考えられる。

3. 景観支援システムの構想 本システムの基本思想は、次のとおりである。第1に、設計者の視覚的直観による評価を助けるため、すでに景観設計に利用され景観予測手段として高い評価を得ているCGを活用する。第2に、設計者の個性的な表現を支援するため、設計者の嗜好を反映できるようにする。ここで、土木構造物がその規模の大きさから社会的なシンボルとなりやすいこと

に鑑み、その社会を構成する多数の人間が景観設計に携わる可能性を念頭に置く。すなわち、そのような人々を設計者の範疇に含める。第3に、前述のように景観問題に適すると考えられるGAを適用する。

システムは、CGをサポートするハードウェア、CGの画像処理ソフトウェア、そしてGAを応用した制御ソフトウェアで構成する。制御ソフトウェアは、通常の方法による設計案を幾つか初期解として設定、

Hideaki HASE, Eiichi WATANABE, Hitoshi FURUTA, Hiroyuki MORIMOTO, Tarou TONEGAWA

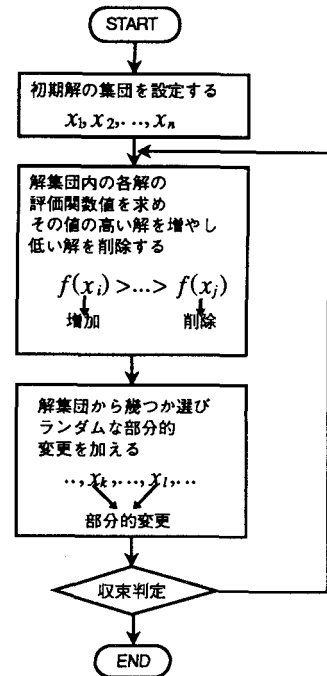


図1 GAのフローチャート

にそれらに変異と淘汰を繰り返していく。設計者の嗜好を反映させるため、淘汰の過程における各案の評価は設計者が行ない、採用する案を決定するのも設計者である。採用する案が決まれば、制御ソフトウェアは実行を終了する。(図2参照)

景観案の評価は、システムと設計者が対話的に行う。システムは、各設計案についてあらかじめ選ばれた幾つかの視点場から見た景観を合成・描画し、設計者に比較評価の入力を求める(図2参照)。ここで、人間が多数の案について一貫性のある比較ができるかどうかは疑問であるが、評価関数が厳密でなくても利用できるGAにとってあまり問題にならないと考えられる。

4. ダムの色彩設計実験 前述のシステムの有効性を確認するため、1人の被験者に対して、架空の地形上に置かれたダム色彩設計をさせる実験を行った。景観案の数は8個で一定とし、初期景観案は既に通常の景観設計を終えた8個全て同一のダムを用いた(写真1参照)。景観案は表面を12の領域に分け、各領域に512色中の1色を配しこの配色に変異を与えた。ただし、形状や塗り分け境界は一定とした。景観評価は、上流側から見た昼と夜の景観を提示し、8個の案を2個ずつ比較させ、その結果をもとに順位を決定した。淘汰は、評価の結果として順位のみわかれば実行できるように、低位の2案を削除し高位の2案を1個ずつ複製するとした。

以上の条件で変異・淘汰のサイクルを10回繰返した後、設計者の選んだ景観案が写真2である。設計者は、「上品でバランスのとれた配色」になったと考えている。また、本システムについて感想を求めたところ、「回を重ねるにつれて次第に自分の好みの色がバランスよく集まってくる」、「自分が思いもよらなかったような好ましい配色が提示されて、こんな配色もあったのかと思うことも少なからずあった」、「最初のうちは似たようなもの同士の比較が多く無駄に感じられた」、「画像生成に時間がかかるのが気になる」という回答が得られた。

5. 結論 色彩設計実験の結果より、以下の結論が導かれる。色彩設計に関しては、多少の問題はあるが、これらは現在の技術で十分改善できると考えられる。本システムは、まだ研究の初期の段階であり多くの課題が残されているものの、設計者の嗜好を反映し個性や創造性のある景観を設計し得るシステムとして有望であると期待される。

参考文献

- 1) J. H. Holland: Adaptation in natural and artificial systems, The Univ. of Michigan Press, (1975)
- 2) 和田健之介: 遺伝的アルゴリズムと機械の進化, 数理科学, No. 300, p. 51-61, (1988)
- 3) 宮沢丈夫: 遺伝的アルゴリズムと最適化問題, ASCII, Vol. 15, #6, p. 301-308, (1991)
- 4) 岡部秀彦: Genetic Algorithm, 日本ファジィ学会誌, Vol. 3, No. 4, pp2-14, (1991)

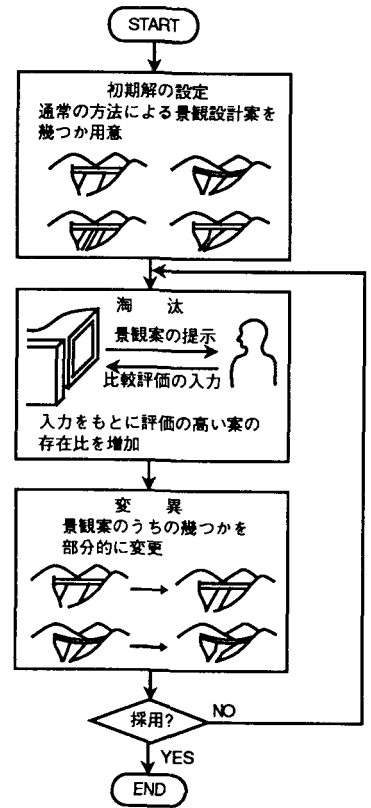


図2 景観支援システムの制御フローチャート

