

I-553 ダム景観設計支援システムへの遺伝的アルゴリズムの適用

京都大学大学院 学生員 利根川太郎 京都大学大学院 学生員 長谷 英明
 建設技術研究所 正員 森本 浩之 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

1. はじめに

本研究は、土木工学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、構造景観設計支援システムの開発を目的としている。このシステムは、後に掲げる3つの基本思想の上に構築されるが、特に重要なのはGA(遺伝的アルゴリズム: Genetic Algorithm)の適用であり、景観設計への導入の試みは、世界的にみても前例がない。ここでは、本システムの基本的な思想および構成について述べ、GA導入のために必要となる構造物のコード化と景観評価の数量化についての可能性を探る。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. 景観支援システムの構成

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を活用すること。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と。第3に、GAを適用すること、である。

GA¹⁾は、生物進化のモデルを応用した、評価関数の最大化問題に対する最適解探索のアルゴリズムであり、同時に複数の解を探索する並列探索に属する。この探索法の真髄は、直前の解集団の中で高い関数値を持つものの近傍を中心とした、確率過程的な広域探索にある(図1参照)。このため、評価関数が一貫性のある厳密な値をとらなくても解は改善されていくし、既存の解の長所を継承しながら全く新しい要素を含むような解の発見という創造的な振舞いさえする。また、短時間で実用上十分な解が得られることも、実験で確かめられている²⁾。以上の点から、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、GAは非常に適していると考えられる。

システムは、CG(Computer Graphics)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、通常的设计法による案を幾つか初期解として、景観案の評価と、それによる探索確率分布にしたがう新しい解の生成を繰り返していく。設計者の嗜好を反映させるため、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、設計者に選択すなわちどれが好ましいかや優位度すなわちどれだけ好ましいかの評価等を求める。景観案の採否も設計者に任せられ、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)。

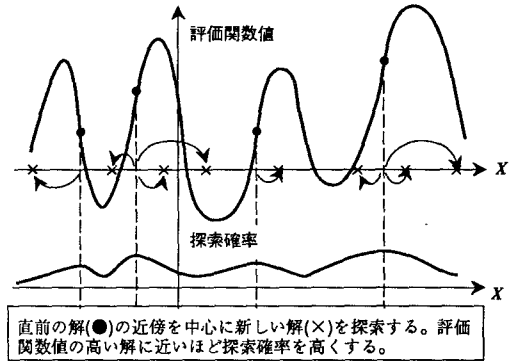


図1 GAの解探索の概念図

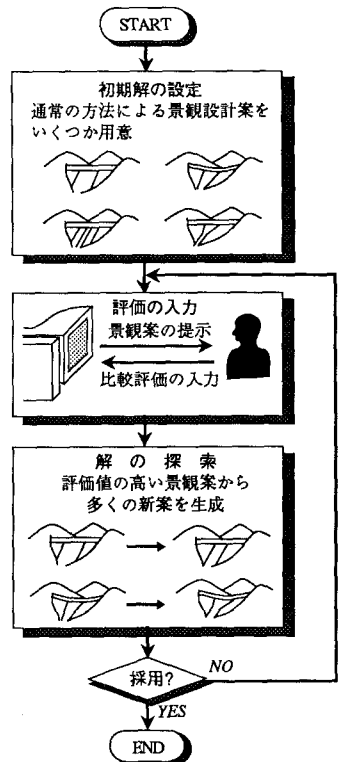


図2 景観支援システムの制御フローチャート

3. GA導入に伴う諸問題とその解決

景観設計にGAを導入するためには、景観案をコンピュータで扱えるよう、個々の案に一意的に対応する整数列のコード体系を用意しなければならない。この体系は、高い創造性を持たせるため、構造物の実現が可能な範囲で出来る限り多様な案を表現できることが望ましい。また、人間による評価を探索分布の決定に利用できるように数量化する必要がある。これらの問題は、以下に挙げる方法で解決が可能である。

コード化については、CGの技法を応用することができる。表面の色や反射率等の属性は、比較的容易に固定長の整数列にコード化できる。形状については、全体を単純な図形に分割し、各図形の稜線や切口を、それらの通過点の座標と補間のパラメータによって表現する方法が考えられる(図3参照)。

評価の数量化については、探索分布の決定に評価順位のみを用いる場合、設計者の選択を基に並替える方法が考えられる。評価値を用いる場合、あるいは正確さを求める場合は、AHP(階層分析評価法: Analytic Hierarchy Process)³⁾による推定値や、優位度の平均値を用いることが考えられる。後者は最小2乗法による推定値である。

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実験を行った。具体的には、ダムの表面を12の領域に分け、各領域に512色中の1色を配するとして類似のシステムを用いて非験者に設計してもらった。ただし、形状や塗り分け境界は一定とした。

同時に扱う景観案の数は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)。上流側および下流側の景観を提示して8個の案を2個ずつ比較させ、その結果をもとに順位を求めて低位の2案を削除し高位の2案を1個ずつ複製したうえで、配色を若干変更することによって景観案を更新していった。

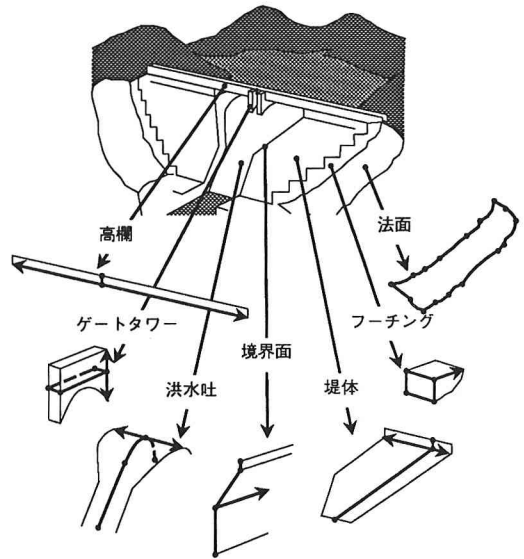
以上の条件で景観案の更新を20回繰り返した後、被験者の選んだ最優位の景観案が写真2である。被験者は、本システムについて、更新を重ねるにつれて彼の嗜好に沿って改善されて来ることや、彼の発想の及ばなかったような好案が少なからず現れたことを認めている。

5. 結論

色彩設計実験の結果から、本システムによって、その目標とした設計者の嗜好を反映し個性や創造性のある景観を設計できることが実証された。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、それらのほとんどは現在の技術で解決可能であり、今後の研究が望まれる。

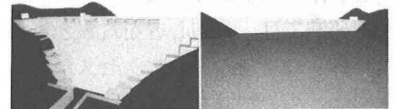
参考文献

- 1) J.H.Holland: Adaptation in natural and artificial systems, The Univ. of Michigan Press, (1975)
- 2) 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)
- 3) T.L.Saaty: Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York, (1980)

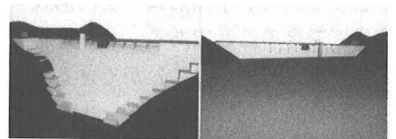


ダム形状をより基本的な図形の組合せに分解した例
 → が切口で、これを→ の方向へ掃いて面を構成する
 各部の細かい形状も、さらに分解を繰り返して単純な図形に還元する

図3 構造物の形状のコード化



下流側 上流側
 写真1 初期景観案



下流側 上流側
 写真2 20回目の最優位案