

関西大学総合情報学部 正会員 古田 均
関西大学工学部 正会員 堂垣正博
(株) かんこう 正会員○伊藤 肇

1. まえがき

近年、土木分野においても従来の機能的重視や効率本位の考えに代って、「もっと精神的に豊かなものを」という考えが重視されるようになってきた。橋梁設計の技術者が景観設計せざるを得ない現状においては、景観設計の知識に乏しい技術者でも、周囲にマッチするように、中小規模の橋梁を景観設計できるような支援システムがあれば大いに助かる。

ここでは、景観を左右する重要な要因の一つで、人の感性と密接な関わりのある色彩に注目し、中小橋梁の景観設計を強力に支援するシステムを遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithms : GA)によって構築する。

2. 景観設計支援システムの概要

構築する景観設計支援システムでは、橋梁を建設したい人の意向が反映されるように、その人自らが橋の景観イメージを描き、それを的確に表現したコンセプトと周囲の土地利用状況を入力する。ただし、これらはシステム中に用意した項目のなかから設計者が選択するように限定した。

まず初めに、最適解の探索にあたり、生物集団（景観案）を乱数で発生させ、景観を構成するアイテムを遺伝子コードに変換する。その後、GAで最適解すなわち最適と思われる景観案を多数の生物集団のなかから探し出す。ここでは、さまざまな形態のGAのなかでも最も基本的な単純GAを用いる。GAの探索過程において、景観案を評価する箇所では、景観をイメージする15種類の形容詞対に対して景観構成アイテムがもつイメージを点数化する。さらに、この形容詞対とコンセプトとの抽象的な関係をファジィ推論で結び付ける。なお、提示する景観案をできるだけ客観的に評価するため、色彩の調和度を計る美度を求め、景観案の善し悪しを検討する。

2.1 景観構成アイテムとGA遺伝子列の対応

桁橋を構成する景観構成アイテムとGAで用いる遺伝子列を対応させる。遺伝子列を一次元のビット列で

表すので、景観構成アイテムを0と1の2進数で表し、それを遺伝子列とする。ここでは、景観構成アイテムとして、主桁と高欄の色彩をそれぞれ44種類、主桁と橋脚の形状をそれぞれ5種類と14種類に仮定し、1個体の遺伝子列をFig. 1に示すような19ビットの0、1の並びで与える。

0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0
主桁の色彩							高欄の色彩							主桁の形状		高欄の形状	

Fig. 1桁橋の景観構成アイテムの遺伝子列

2.2 コンセプトの設定

計画する橋梁のコンセプトには、必須のコンセプトと選択可能なコンセプトの2種類がある。

- 1) 必須のコンセプト：特に指定しない限り、「周囲の環境との調和」と「景観アイテムの均整（バランス）」の2つのコンセプトが用いられる。これらは計画した橋梁が周囲の環境に違和感を与えないためのコンセプトである。
- 2) 選択可能なコンセプト：計画する橋梁のイメージを利用者が自由に選択できるように設定されるコンセプトで、Table 1に示す5つのコンセプトのなかから複数のコンセプトを同時に選択できるようにした。この場合、それぞれのコンセプトをどの程度の割合で満足させるかという希求水準を設定する。

Table 1選択のコンセプト

シンボル性
親しみやすさ
個性的
信頼感
風格

2.3 評価ルールの設定

最終的に提示される景観案は景観構成アイテムの組合せで与えられる。そのため、景観案に対する評価ルールの作成には、基本的には景観構成アイテムごとにTable 2に示す15種類の形容詞対に対し、景観構成アイテムのもつイメージを点数づけした。ただし、形容詞対に対する色彩のもつイメージを客観的に測ることは極めて難しく、ここではそれにマンセル値を利用した。また、形状のもつイメージは文献を参考に点数化

した。さらに、景観という人の感性に関わりのある問題を取り扱うので、簡略化ファジィ推論を適用し、あいまいさをもたせた。

2.4 美度

ところで、GAで導かれた景観案が客観的に評価して満足できるかどうかの判断は極めて難しい。そこで、解の

妥当性を裏付ける意味からも客観的な指標が求められる。ここではムーンとスペンサーの色彩調和論に基づく美度

$$M=O/C$$

を用いた。ここに、 O は秩序で、美的定数で与えられる。 C は複雑さで、

$$C=(\text{色数})+(\text{色相差のある色対の数}) \\ +(\text{明度差のある色対の数}) \\ +(\text{彩度差のある色対の数})$$

で与えられる。

上述の方法で計算された美度 M が大きいほど配色の調和がよいとされ、0.5以上の値ならば、その配色は一般的な水準に達しているとされる。

3. 桁橋の景観設計支援システムの適用

構築したシステムを仮定の橋梁に適用し、その有効性を検証した。計画する桁橋のコンセプトとして、必須のコンセプト「均整」と「周囲との調和」のほかに、選択のコンセプト「シンボル性」と「親しみやすさ」を用い、それぞれの重みを0.25とした。ただし、GAのパラメータは、初期生物を20個体、淘汰する個体を2個、交叉する個体を全個体数の80%、突然変異率を30%、GAの収束条件の世代数を500世代とした。これらは、本システムで最も収束のよいパラメータの組合せである。解析の結果、Table 3の景観案を得た。

Table 2 形容詞対

I	モダンな⇔アンティークな
II	アクティブな⇔静的な
III	力強い⇔弱々しい
IV	重厚な⇔軽快な
V	新鮮な⇔陳腐な
VI	個性的な⇔平凡な
VII	派手な⇔地味な
VIII	暖かい⇔冷たい
IX	明るい⇔暗い
X	調和した⇔調和していない
XI	均整のある⇔均整のない
XII	シンプルな⇔複雑な
XIII	固い⇔柔らかい
XIV	統一感がある⇔統一感がない
XV	開放的な⇔圧迫感のある

提示された景観案の適応度から判断して、これらの景観構成アイテムはコンセプトを十分に満足したものである。また、景観案の色彩は、その美度が0.5で、一般的に妥当な配色であるとされる基準をクリアした。

さらに、GAにおける初期生物を変化させることによって、Table 4に示すような複数の景観案を提示することができた。

Table 3 システム実行結果

主桁の色彩	高欄の色彩	橋脚の形状	主桁の形状
たんぽぽ色	たんぽぽ色	楕円型	変断面(急激)
収束世代数	適応度	美度	
3世代	0.540697	0.5	

4. あとがき

桁橋の景観設計を支援するシステムを、特に、橋梁の色彩に着目して構築した。その結果、さまざまな景観を提示することができた。わが国の既存の橋梁をみるかぎり、橋梁の色彩は、その種類も決して多くなく、赤、白、水色などがその多数を占めている。それゆえ、自然のうちに人々は橋の色彩はこれらのものであるという固定的な観念を明らかに持っているように思う。このような固定観念を持った人々に本研究のシステムで得られるような景観案を提示すると、どこか不思議な、またどこかこっけいな印象を与えるのは当然であると思われる。しかし、ここではこうした固定観念をあえて捨て、人間が本来持っている感覚に一步でも近づこうとした。今後、人々に潤いや豊かさをもたらす抽象的な設計目的の景観がもっと根本から考えられ、それを考慮した橋梁が街中に多く現われるようになったとき、真の景観が問われることになると思う。本研究がそうした時勢の訪れに少しでも貢献できれば、最大の喜びである。

参考文献

- 1) 道路付属構造物色彩マニュアル～魅力ある大阪の都市景観をめざして～。
- 2) 美しい橋のデザインマニュアル、第2集(Manual for Aesthetic Design Bridge II), 1993.

Table 4 複数の景観案

	主桁の色彩	高欄の色彩	橋脚の形状	主桁の形状	収束世代数	適応度	美度
ケース1	たんぽぽ色	ライトブルー	楕円型	変断面(急激)	159	0.540697	0.400000
ケース2	たんぽぽ色	シグナルレッド	楕円型	変断面(急激)	269	0.540697	0.787500
ケース3	ライトブルー	シグナルレッド	楕円型	変断面(急激)	89	0.544697	0.625000
ケース4	ライトブルー	たんぽぽ色	楕円型	変断面(急激)	137	0.542390	0.400000