

CS-142 エコ・フレンドリーな土木構造物の設計支援システムの構想

関西大学 正会員 広兼道幸 関西大学 正会員 古田 均 関西大学 正会員 田中成典
東洋情報システム 非会員 三雲は宏 関西大学 非会員 小林孝史

1. まえがき

社会のインフラストラクチャである土木構造物は、モニュメント性を度外視した中小規模のものがほとんどであり、人間が生活する周辺の環境と調和するように設計されることが望ましい。そこで、本研究では、人間が生活する周辺の環境に土木構造物が調和する様相として、エコ・フレンドリーという概念について議論する。

まず、第2章では、鋼橋の上部構造の色を例として、エコ・フレンドリーという概念を明確にするために、この概念を規定する評価項目を検討する。そこでは、ラフ集合論（Rough Sets）¹⁾と遺伝的アルゴリズム（GA：Genetic Algorithm）^{2) 3)}手法を適用してこれらの評価項目を把握する方法を提案する。次に、第3章では、評価項目と色の関係を明らかにし、鋼橋の上部構造のエコ・フレンドリーな色を決定する手法を検討する。そこでは、エコ・フレンドリーという概念を規定するものとして把握された評価項目と色の関係にファジィ理論（Fuzzy Theory）を適用する。最後に、本研究の成果と今後の研究課題について検討する。

2. エコ・フレンドリーの概念評価

本研究では、中小規模な土木構造物のエコ・フレンドリーという概念をモニュメント性ではなく、人間が実際に生活する場における環境との調和であると規定する。しかし、エコ・フレンドリーという概念を具体的にイメージし、それを定義付けることは容易ではない。そこで、本研究では、鋼橋の上部構造の色を例として、エコ・フレンドリーという概念を種々の評価項目で定義した。そして、上部構造の色と評価項目についてのアンケートを実施し、その結果をもとにラフ集合論と遺伝的アルゴリズムを駆使して評価項目を洗練する方法を考案した。

2.1 評価項目の設定

鋼橋の上部構造に関するエコ・フレンドリーな色を定義する上で、次の事項を勘案しながら表1に示す評価項目^{4) 5)}を考え

- ・構造形式：桁橋、トラス橋、アーチ橋、ラーメン橋、斜張橋、吊橋
- ・周辺環境：山間部、平野部、河川部、海岸部、都市部（住宅地、市街地、商工業地など）

2.2 アンケートの実施

設計者の感性を抽出するために熟練した橋梁設計技術者を対象に、鋼橋上部構造の色と評価項目（表1）に関するアンケート調査を行う。アンケートには、評価項目ごとに5段階の評点で回答してもらう。アンケートで用いる橋梁は、文献6）の事例と実際に観察した事例を用いる。

2.3 GAによる評価項目の最適自動抽出方法

評価項目の決定フローチャートを図1に示す。まず、全評価項目の中からn個（ $n \geq 2$ ）の評価項目を任意に抽出する。そして、この項目の評点からエコ・フレンドリー度を決定し、その大・中・小に応じて3つのグループに分類する。ここで、エコ・フレンドリー度が大きいグループの事例を対象にして評価項目の絞り込みを行う。以上の過程にかけて遺伝的操作を適用し、世代交代を繰り返してエコ・フレンドリー度を決定付けるのに最適な評価項目を自

表1 評価項目と尺度

項目	尺度 5 ← 4 3 2 → 1	
1	個性	平凡
2	鋭軽	鈍重
3	安定	不安定
4	動的	静的
5	力強い	弱々しい
6	単純	複雑
7	バランスがよい	バランスが悪い
8	スマート	野暮ったい
9	自然的	人工的
10	解放	圧迫
11	親しみやすい	親みにくい
12	美しい	美しくない
13	好感がもてる	好感がもてない
14	背景と調和している	背景と調和していない
15	目立つ	目立たない
16	派手	地味
17	落ち着く	落ち着かない
18	明るい	暗い
19	気になる	気にならない

動抽出する。

2.4 エコ・フレンドリー度とグループ分けの決定方法

2.3 節の操作で、任意に抽出した評価項目の評点を合計したものをエコ・フレンドリー度 (m) とする。エコ・フレンドリー度 (m) を用いて、各事例を次の3つのグループに分類する。

- ・グループ1 [エコ・フレンドリーでない] ; $0 < m \leq 5n/3$
- ・グループ2 [どちらともいえない] ; $5n/3 < m \leq 10n/3$
- ・グループ3 [エコ・フレンドリーである] ; $10n/3 < m \leq 5n$

2.5 ラフ集合論による最適な評価項目の抽出方法

2.3 節の操作の中で行なう評価項目の絞り込み過程で、最適な評価項目を抽出するのにラフ集合論を用いる。ここでは、任意の評価項目を取り除くことで矛盾が生じるかどうかを判定しながらこれらの評価項目の組み合わせを変更して、再度、2.4 節のエコ・フレンドリー度の決定から最適な評価項目の抽出を試みる。

3. エコ・フレンドリーな色の決定

色の決定フローチャートを図2に示す。2章で洗練された評価項目の評点と鋼橋の上部構造の色との関係に対して、ファジィ理論を適用してエコ・フレンドリーな色を決定する。そこでは、橋梁景観の事例毎に上部構造の色 (R,G,B値) とエコ・フレンドリー度を決定付けるのに最適として抽出された評価項目の評点の関係をメンバーシップ関数で表す。そして、評価項目別の評点を入力して、このメンバーシップ関数をもとに鋼橋の上部構造の色を決定する。

4. あとがき

本構想では、エコ・フレンドリーという概念を把握するための1つの方法として、鋼橋の上部構造の色を例にラフ集合論と遺伝的アルゴリズム手法によって評価項目を自動抽出する方法を提案した。この方法では、エコ・フレンドリーの概念の把握について省力化が期待できる。次に、洗練された評価項目の評点から鋼橋の上部構造の色を決定する方法を示した。この方法を用いて、コンピュータ上でユーザが任意に鋼橋の景観を作成し、その上部構造にエコ・フレンドリーな色を自動生成させるようなシステムへと発展させることができると考えられる。今後は、アンケートを実施し、エコ・フレンドリーの概念を規定する評価項目の自動抽出を行なう。そして、この結果に基づいて鋼橋の上部構造の色決定について実験を行なう予定である。

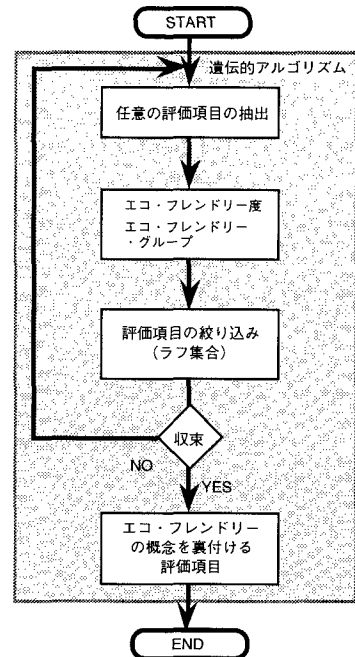


図1 評価項目の決定フローチャート

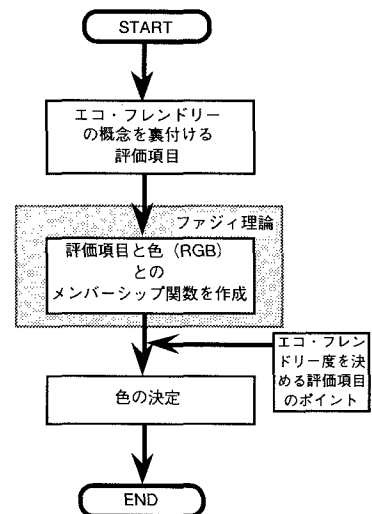


図2 色の決定フローチャート

参考文献

- 1) ラフ集合その理論と応用, 数理科学, No.373~378, 1994.7~1994.12.
- 2) 遺伝的アルゴリズム, 計測と制御, Vol.32, No.1, 1993.1.
- 3) 北野宏明: 遺伝的アルゴリズム, 産業図書, 1993.
- 4) 山本宏: 橋梁美学, 森北出版, 1980.
- 5) 伊藤学: 橋の造形, 丸善, 1995.
- 6) 日本橋梁建設協会: 橋梁年鑑平成5年版, 1993.