

## I-A 88 ニューラルネットワークによる緑化構造物の景観評価の逆解析

金沢大学 工学部 正会員 ○ 近田 康夫  
東京電力株式会社 正会員 安田 登  
東電設計株式会社 正会員 松島 学  
金沢大学 柴崎 奈穂

### 1 はじめに

景観の評価については、評価者の経験や感覚に依存されることが予想されるため、その主観的評価を表現する方法としてファジィ理論を適用し、さらにはGAを用いた逆解析により形状関数および重要度係数のチューニングを行うことにより、景観評価システムの最適化を試みてきた<sup>1)</sup>。

今回はよりシステムを単純化するために、非線形性の強いデータを含む問題に卓抜した適合性があるといわれているニューラルネットワークを援用して緑化コンクリート構造物の景観評価の逆解析を試みた。

### 2 方法

表-1の14項目に対する1~7の7段階評価と2項目の総合評価を用いて2通りの学習を行う。すなわち、最終出力の教師データとして“安定感”と“親しみやすさ”の2種類の検討を行う。ネットワーク構造は、入力層14(評価項目数)、出力層1(総合評価)、および、中間層で構成される3層のニューラルネットワークとする。中間層ではセル数と温度パラメータを様々に変化させて学習させ、最適なネットワーク構造(学習誤差が最小となるもの)を決定する。学習過程の誤差の収束の様子の一例を図-1に示す。ネットワーク構造を決定するために検討した中間層のセル数と温度の組み合わせの例は表-2に示す通りである。

ネットワークの学習過程は、一般的なバック・プロパゲーション手法を採用し、ニューロンの応答特性には以下のシグモイド関数を用いている。

$$f(u_i) = \frac{1}{1 + \exp(-u_i/T)}, \quad u_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} \cdot x_j - \theta$$

ここに、 $f(u_i)$ :出力される刺激の強さ、 $x_j$ :入力される刺激の値、 $w_{ij}$ :重み付け係数、 $\theta$ :しきい値、 $T$ :温度である。ニューラルネットワークの最大の特徴は、学習によって自らの認識能力を高めることができることであり、十分に吟味された適切な量の学習データが必要である。ここでは、12枚の緑化コンクリート構造物(擁壁)の写真についての、10名のコンクリート構造物あるいは緑化の専門家(いずれも景観設計にも携わっている)によるアンケート結果を用いている。学習では、8名分のデータを教師信号として用い、残りの2名分を未知データとして検証用に使用している。

システム構造決定後、

$$U(X_i) = \frac{|E(\mu X_i - \sigma X_i) - E(\mu X_i)| + |E(\mu X_i) - E(\mu X_i + \sigma X_i)|}{2} \quad (i = 1 \sim 14)$$

により、各項目 $X_i$ の感度を算出し、ネットワークの内部構造を検討した<sup>2)</sup>。

ただし、 $U(X_i)$ は、項目 $X_i$ の感度、 $E(X_i)$ は、項目 $X_i$ のニューラルネットワークによる出力値、 $\mu x_i$ および $\sigma x_i$ はそれぞれ項目 $X_i$ の平均値と標準偏差である。

### 3 結果と考察

感度解析の結果の一例を図-2に示す。この図は、安定感に関する総合評価に関する結果であり、採用したネットワーク構造は、中間層セル数は21、温度パラメータは1.0である。

図-2より、感度解析の結果、感度が一番高いのは、「樹種の組み合わせ」、「擁壁の肌合い」、「周辺環境と擁壁」で、「植栽範囲」、「色彩」、「高さのバランス」、などもかなり高い値である。

これら感度の高い項目の評価が、最終(総合)的な安定感の評価に大きく寄与していることになる。このように、判定項目を多く取っても、実際にはその一部分の項目のみが総合的な判定に寄与しているという結果は、先述した文献1)における結果でも得られている。なお、文献1)ではファジィ理論の景観評価への適応におけるメンバーシップ関数の形状と項目への重みのチューニングをGAを援用して行っているのに対して、今回はニューラルネットワークの結合荷重として各項目の重みを求めたことになる。これらは同様に一部分の評価項

目が最終評価結果に大きく寄与しているという解析結果を得ることができるが、寄与する因子は解析のモデルにより結果は微妙に異なる。

なお、図-3 には比較のため、文献<sup>1)</sup>の GA による逆解析結果での重要度係数を示す。重要視される項目は図-2 のそれとはかなり異なっている。

#### 4 まとめ

今回構築した緑化コンクリート擁壁の景観評価に対するニューラルネットワークは良好な学習ができたと考えられる。今後、さらに細部の検討を行いシステムの完成度を向上させる予定である。

表 1: 緑化されたコンクリート擁壁の景観評価項目

| 大項目   | 評価項目    | 評価                 | No.          |
|-------|---------|--------------------|--------------|
| 緑化の景観 | 配置      | 植栽範囲は的確ですか？        | 多い<br>少ない    |
|       |         | 樹種の組合せ方法は適切ですか？    | 適切<br>不適切    |
|       |         | 立体感の創出に配慮されていますか？  | 有る<br>無し     |
|       | 形状寸法    | 樹木の形状は適切ですか？       | 適切<br>不適切    |
|       |         | 高さのバランスは適切ですか？     | 適切<br>不適切    |
|       |         | 樹木の密度は適切ですか？       | 適切<br>不適切    |
|       | 色彩      | 植栽は背景の色相と合いますか？    | 合う<br>合わない   |
|       | 季節感     | 季節が感じられますか？        | 感じる<br>感じない  |
|       | 素材      | 擁壁の素材は良いですか？       | 良い<br>悪い     |
|       | 形状寸法    | 擁壁の形状は良いですか？       | 良い<br>悪い     |
| 擁壁の景観 | 肌合い     | 擁壁の表面テクスチャーは良いですか？ | 良い<br>悪い     |
|       | 緑化と周辺環境 | 緑化は周辺の地形と馴染みますか？   | 馴染む<br>馴染まない |
|       | 周辺環境と擁壁 | 擁壁は周辺環境と馴染んでいますか？  | 馴染む<br>馴染まない |
|       | 擁壁と緑化   | 人工物と自然は調和していますか？   | 調和<br>不調和    |
| 総合評価  |         | 安定感がありますか？         | 有る<br>無し     |
|       |         | 親しみやすいですか？         | 有る<br>無し     |

表 2: 中間層のセル数と温度のパラメータ

|     |               |
|-----|---------------|
| 中間層 | 14, 21, 28    |
| 温度  | 0.5, 1.0, 2.0 |

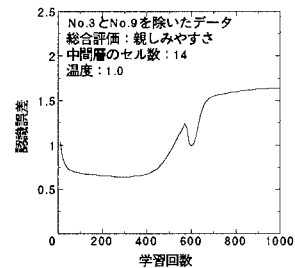


図-1 学習過程の例

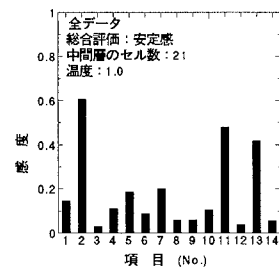


図-2 感度解析例

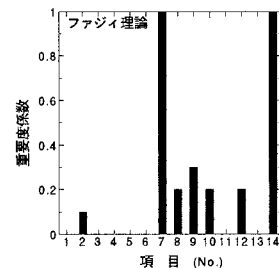


図-3 GA 逆解析での重要度係数<sup>1)</sup>

#### 参考文献

- 1) 安田登・近田康夫・松島学・小堀為雄:「緑化されたコンクリート擁壁の景観評価の逆解析」, 土木学会論文 No.514/V-27, pp55~64, 1995.5
- 2) 安田登・白木渡・松島学・堤知明:「ニューラルネットワークに基づいたコンクリート構造物点検技術者の思考過程評価」 土木学会論文集 No.196/V-24, pp41~49, 1994.8