

I - 555 ニューラルネットワークによる色調和を考慮した橋梁景観評価システム

鳥取大学工学部 正会員 白木 渡
鳥取大学工学部 正会員○松保 重之
(株) 吉田組 室井 光宏

1. まえがき

著者らはこれまで橋梁の美的評価のように曖昧性を多く含む問題に対して実用性の高いニューラルネットワークを適用して、橋梁美に関係してくると思われる評価項目の判定を行うことにより、橋梁景観評価システムを構築してきた¹⁾。本研究では、橋梁美に大きな影響を及ぼすと思われる形式美、環境との調和、サイコベクトルの3つの要素に加えて橋梁色と環境色との色調和に着目して、既に架設された橋梁の美的評価を定量的に行うためのシステムを構築する。また、構築したシステムを橋梁美を構成する要素について感度解析を行い、橋梁美に影響を及ぼす要因を抽出する。

2. ニューラルネットワークの主な特徴

ニューラルネットワークの特徴は、主として次の3点が挙げられる。

- 1) 膨大なデータ量を取り込んで瞬時に判断させることができる。
- 2) 曖昧性を含んだデータの取扱いが可能であること。
- 3) 自己組織化能力により、コンピューターに解こうとする問題の定義やプログラムを与える必要はなく、訓練すべきデータを十分に与えてやれば良いこと。

橋梁の審美性や調和性などは、評価する人の主観的な判断によるところが大きく、感覚的で曖昧な表現で示されるため、これらを定量的に評価することは容易ではない。本研究では、上記の3つの特徴を生かしてこの問題を取り扱う。

3. ニューラルネットワークによる橋梁景観評価システムの構築

橋種を景勝地や観光地に多く見られるアーチ橋に絞り、○-美しい、△-普通、×-美しくないの三段階評価のアンケートを女子、男子学生各50人計100人を対象に42枚のカラー橋梁景観写真²⁾及び6枚のモノクロ写真²⁾を用いて行った。アンケートの結果により、全員が美しいと評価した写真が100点となるように、式(1)のpを用いて評価した。

$$p = 50 \times \{ (\bigcirc \text{の数}) \times 2 + (\triangle \text{の数}) \times 1 \} / \text{アンケート被験者数} \quad \dots (1)$$

さらに、60点以上を評価A、50～59点をB、49点以下をCとランク分けし、これをシステムに学習用データ（理想出力値）として与えた。ただし、写真48枚中のカラー写真(No. 2, 8, 19, 41, 46)モノクロ(No. 11)は構築したシステムの有効性を確かめるための検証用データとして用いた。また、橋梁美の構成要素を右に示した評価項目にまとめ、アンケートに用いた42枚（検証用データ以外）のデータを学習用データ（入力値）としてシステムに取り込んだ。評価項目16)以降の数値化は、該当するものに1、その他に0を与えてやる。なお、サイコベクトルとは「視覚を刺激して人々の関心を引き起こす心理的な力としての誘引力を表すもの」³⁾と定義されるが、これを定量的に扱うために、山の尾根、谷、建物、水際の線をサイコベクトルと見なし、通常のベクトルと同様に解析した。また、色調和関係は色調和原則⁴⁾において、橋色と風景色が配色として釣り合っているのかどうかを求めたものである。

4. システムの認識・検証結果および考察

評価項目	
1)	山のサイコベクトル（長さ）
2)	山のサイコベクトル（水平成分）
3)	山のサイコベクトル（鉛直成分）
4)	水のサイコベクトル（長さ）
5)	水のサイコベクトル（水平成分）
6)	水のサイコベクトル（鉛直成分）
7)	橋桁のサイコベクトル（長さ）
8)	橋桁のサイコベクトル（水平成分）
9)	橋桁のサイコベクトル（鉛直成分）
10)	アーチ部のサイコベクトル（長さ）
11)	アーチ部のサイコベクトル（水平成分）
12)	アーチ部のサイコベクトル（鉛直成分）
13)	構図内に占める山の面積率
14)	構図内に占める橋の面積率
15)	構図内に占める水の面積率
16)	上路橋
17)	下路橋
18)	橋種：ローゼ橋
19)	ランガー桁橋
20)	トラスランガー橋
21)	ニールセン系橋
22)	アーチ橋
23)	色相の色調和関係：同等
24)	類似
25)	対比
26)	不調和
27)	明度・彩度の色調和関係：同等
28)	類似
29)	対比
30)	不調和
31)	風景：山岳地区・谷
32)	山岳地区・川
33)	山岳地区・湖
34)	臨海地区(港湾も含む)

表-1を見てわかるようにシステムによる橋梁景観写真のランク評価（学習用データによる）とアンケート

トで得られたランク評価とす

べて一致した。なお、各ランクに対する理想出力値は1である。また、検証用データによる両者のランク評価を表-2に示すがNo.11のモノクロ写真を除いて、カラー写真においては両者のランク評価が全て同じであり、少なくともカラー写真において、このシステムは有効であるといえよう。そこで、システムが橋梁美を評価するために必要な項目を推定する手法としてニューラルネットワークの感度解析⁵⁾を試みた。その結果、色彩がシステムに与える影響が他の評価項目に比べて大きいことがわかった。また、システムを構築する

表-1 認識結果

写真番号	システムによるランク評価				アンケートによるランク評価		
	No.	A	B	C	判定	評価点	判定
1	0.013	0.084	0.005	B	54点	B	
3	0.013	0.007	0.973	C	36点	C	
4	0.044	0.838	0.008	B	44点	B	
5	0.012	0.980	0.015	B	58点	B	
6	0.980	0.003	0	A	69点	A	
7	0.001	0.051	0.987	C	38点	C	
9	0.027	0.060	0.908	C	43点	C	
10	0.074	0.943	0.004	B	53点	B	
12	0.990	0.005	0	A	73点	A	
13	0.993	0	0	A	70点	A	
14	0.047	0.001	0.994	C	40点	C	
15	0.010	0.983	0.006	B	50点	B	
16	0.049	0.009	0.971	C	36点	C	
17	0.976	0.001	0.008	A	63点	A	
18	0.040	0.948	0.004	B	56点	B	
20	0.028	0.962	0.011	B	54点	B	
21	0.961	0.034	0.036	A	70点	A	
22	0.070	0.937	0.006	B	51点	B	
23	0.928	0.017	0	A	90点	A	
24	0.989	0.012	0.025	A	62点	A	
25	0.020	0.933	0.054	B	56点	B	
26	0.005	0.932	0.131	B	52点	B	
27	0.939	0.013	0.001	A	81点	A	
28	0.038	0.971	0.008	B	58点	B	
29	0.012	0.969	0.036	B	56点	B	
30	0.918	0.079	0.03	A	62点	A	
31	0.02	0.942	0.063	B	52点	B	
32	0.985	0.002	0	A	85点	A	
33	0.009	0.005	0.985	C	47点	C	
34	0.016	0.955	0.042	B	55点	B	
35	0.001	0.05	0.977	C	47点	C	
36	0.04	0.947	0.006	B	50点	B	
37	0.035	0.001	0.993	C	49点	C	
38	0.928	0.054	0	A	83点	A	
39	0.001	0.112	0.959	C	33点	C	
40	0.039	0.05	0.898	C	44点	C	
42	0.014	0.013	0.981	C	47点	C	
43	0.921	0	0.053	A	63点	A	
44	0.98	0.001	0.008	A	66点	A	
45	0.005	0.013	0.97	C	35点	C	
47	0.024	0.981	0.007	B	59点	B	
48	0.047	0.936	0.015	B	59点	B	

表-2 検証結果

写真番号	システムによるランク評価				アンケートによるランク評価		
	No.	A	B	C	判定	評価点	判定
2	0.006	0.030	0.051	C	36点	C	
8	0.969	0.006	0.009	A	83点	A	
11	0.032	0.325	0.235	B	48点	C	
19	0.008	0.953	0.025	B	55点	B	
40	0.053	0.069	0.830	C	40点	C	
46	0.005	0.015	0.974	C	40点	C	

段階で気づいたことは、評価の低い橋梁写真は共通して、橋梁色と風景色との色調と関係が不調和にあるものが多いということである。その例として、明度・彩度における色調と原則を表した図⁴⁾中に評価C及びAの写真の橋梁色と風景色とのデータよりプロットした図-1及び2を見ると評価Cのデータは不調和領域にあるのが、12個中8個と多いのに比べて、評価Aのそれは13個中3個しかないのがわかる

今回、橋梁色との色調和を考慮する際、環境色を代表色（平均色）を一色に絞って解析を行ったが、やはり少なくとも山、川、空、湖などの自然色すべてに対しての考慮するべきであろう。しかし、そのためにはそれら多くを含む写真データとそのアンケート結果が必要となる。

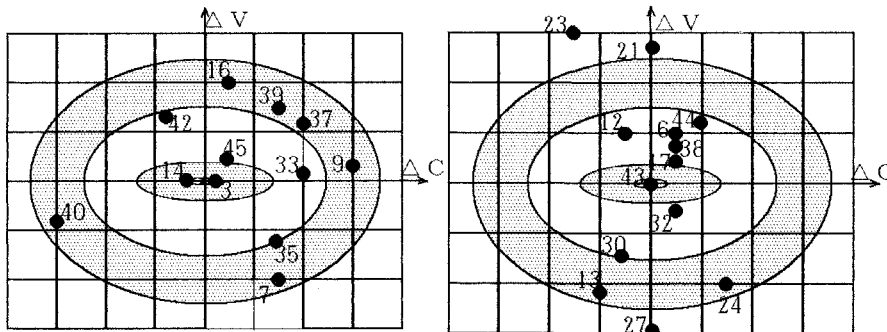


図-1 ランクCの調和頻度

図-2 ランクAの調和頻度

参考文献

- 1) 白木 他：ニューラルネットワークによるアーチ橋の景観評価システム，構造工学論文集，Vol.37A，pp.687-697,1991.
- 2) 日本橋梁建設協会：橋梁年間，平成2～4年版.
- 3) 小林：デザイン心理入門，誠信書房,1978.
- 4) 山本：橋梁美学，森北出版,1980.
- 5) 武長 他：感度解析を用いたニューラルネットワークの入力層の最適化とその数字認識への適用，電気学会論文集D，111巻1号，pp36-44,1990.