

ニューラルネットワークを用いたコンクリートダム景観評価システム

京都大学大学院 学生員 工藤 廣介
 京都大学農学部 正員 長谷川 高士

1. はじめに

本研究は、コンクリートダムに対する景観設計を支援するための、定量的景観評価システムの構築を目的とする。本システムは、コンクリートダム景観の構成要因を入力すると、複数の心理的因子に対する評価と順位評価とを出力するものである。システム構築に当たっては、Perceptron型ネットワークに対して、計量心理学に基づいたアンケート調査結果等を利用して学習用データを作成し、学習をさせた。

2. 学習用データ

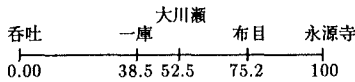


図1 順位法による心理学的尺度

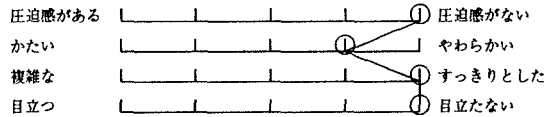


図2 系列範疇法による心理学的尺度(布目ダム)

表-1に示したダムの写真を用いて、順位法と系列範疇法²⁾に基づいたアンケート調査を、1994年9月に実施した。写真の撮影に当たっては、レンズの焦点距離を調節し、全ての写真が堤体を中心とした中景となるよう配慮している。アンケート調査の結果得られた心理学的尺度を、図-1,2に示す。

本研究では、ネットワークの基本的構成要素であるユニットの入出力関数として、双曲線正接関数

$$f(x) = \frac{2}{1 + \exp(-x)} - 1 \quad (1)$$

を用いた。そこで、この関数の値域(-1.0 < f(x) < 1.0)を考慮して、図-1の尺度値 f(a_i)には

$$f^*(a_i) = \frac{f(a_i) - 50}{100} \quad (2)$$

の変換を施したものの、一方図-2の尺度については、左のカテゴリーから順に-1.0、-0.5、0.0、0.5、1.0の値を割り当てたものを、ネットワークの学習用データとして利用することとした。

さらに、コンクリートダム景観に対する美的評価に影響を及ぼす要因として、表-2に示した評価項目を選定した。これらの項目の選定に当たっては、構図内における景観構成要素および堤体の構造的特徴を反映するように考慮した。14.以外の項目はすべて面積比であるが、これは用いた写真の構図が中景であり、平面的な広がり強く意識されることを考えたためである。また、14.の“色彩調和の美度”は、P. MoonとD.E. Spencerが1944年に発表した色彩調和論³⁾に基づくものである。

これらの心理学的尺度値と評価項目とを表-3のように組み合わせて、ネットワークの学習用データを作成した。この際、後にネットワークの汎化能力を検討する際に必要となるため、表-3の下段に示したダムを未学習のデータとして学習用データから除外している。

表1 対象としたダム

名称	所在地	撮影年月日	焦点距離
一庫	兵庫県川西市	1994年1月8日	24mm
呑吐	兵庫県三木市	1994年1月19日	35mm
大川瀬	兵庫県三田市	1994年1月19日	35mm
水源寺	滋賀県神崎郡	1994年6月3日	35mm
布目	奈良県奈良市	1994年6月17日	35mm

表2 評価項目

1.	人工部分:全体
2.	法面工(型枠工):全体
3.	法面工(吹付工):全体
4.	堤体:全体
5.	空:全体
6.	植物:全体
7.	枯死部分:全体
8.	人工部分:堤体
9.	法面工(型枠工):堤体
10.	法面工(吹付工):全体
11.	堤体:植物
12.	枯死部分:堤体
13.	空:堤体
14.	色彩調和の美度
15.	導流面:堤体
16.	(堤体+人工部分):全体

表3 学習用データ

	データA	データB	データC
入力値	評価項目	評価項目	系列範囲法
理想出力値	順位法	系列範囲法	順位法
未学習データ	一庫	布目	布目

表4 各層の節点数

	データA	データB	データC
入力層	16	16	4
中間層	4	7	2
出力層	1	4	1

3. 景観評価システムの構築

(1) ネットワークに対する検討

前節で準備した学習用データを用いて、表-4のようなネットワークを構築した。本研究では、結合重みの初期値を変えて3回学習をさせ、構築されたネットワークを比較検討した。表-5に、構築した全てのネットワークについての誤差の収束状況を、また表-6に、構築されたネットワークの汎化能力を調べるために、先に述べた未学習のデータの心理学的尺度値を想起させた結果を示す。これらの結果より、構築されたネットワークは十

表5 誤差評価関数の収束状況

	(1)	(2)	(3)
データA	9.029×10^{-14}	2.182×10^{-13}	6.805×10^{-13}
データB	1.810×10^{-5}	2.638×10^{-5}	7.020×10^{-6}
データC	4.678×10^{-13}	1.792×10^{-13}	2.000×10^{-13}

表6 尺度値想起結果

	(1)	(2)	(3)	正解
データA	-0.100	-0.189	-0.038	-0.115
データB				
・ 圧迫感がない	0.88	0.88	0.83	1.0
・ やわらかい	0.51	0.56	0.56	0.5
・ すっきりとした	0.95	0.96	0.95	1.0
・ 目立たない	0.93	0.95	0.85	1.0
データC	0.349	0.263	0.288	0.252

分な学習能力と汎化能力とを持っていることが示された。

(2) 景観評価システム

前節で構築された、データBによるネットワークとデータCによるネットワークとを、組み合わせたものをコンクリートダム景観評価システムとした。このシステムに布目ダムの評価をさせた結果を表-7に示す。

ここで、入力が出力に及ぼす影響の傾向、すなわちシステムが下す判断の傾向を調べるために、出力層の出力ベクトル y を入力層の出力ベクトル x で偏微分した、次式

$$\frac{\partial y}{\partial x} = VUf'(t)f'(s) \quad (3)$$

の $W = VU$ という行列の成分の正負を検討する。ただし、 s は中間層の入力ベクトル、 t は出力層の入力ベクトル、 U は入力層から中間層への結合重み行列、 V は中間層から出力層への結合重み行列、 $f(x)$ は入出力関数である。なお、入出力関数として用いた双曲線正接関数の微分値の値域は $0 < f'(x) < 0.5$ である。表-8に、 W の成分の符号を示す。この表を見ると、 W_S と W_A とでは正負が大きく異なることはほとんどなく、心理的因子に関する評価をはさんでも、順位評価に対する傾向は変わらないことがわかる。

表7 システムによる布目ダムの評価値

順位	(1)	(2)	(3)	正解
心理的因子	0.262	0.278	0.292	0.252
・ 圧迫感がない	0.88	0.88	0.83	1.0
・ やわらかい	0.51	0.56	0.56	0.5
・ すっきりとした	0.95	0.96	0.95	1.0
・ 目立たない	0.93	0.95	0.85	1.0

表8 結合重み行列 W の成分

	W_S (システム)			W_A (データA)		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
1.	+	+	+	+	+	+
2.	+	+	+	+	+	+
3.	-	-	-	-	-	-
4.	-	+	-	+	-	+
5.	-	-	-	-	-	-
6.	+	+	+	+	+	+
7.	+	+	+	-	+	+
8.	-	+	+	-	+	+
9.	+	+	+	-	+	+
10.	+	+	+	+	-	-
11.	-	-	-	-	-	-
12.	-	-	-	-	-	-
13.	-	-	-	+	+	+
14.	+	+	+	+	+	+
15.	-	-	-	-	-	-
16.	-	-	-	-	-	-

4. おわりに

本研究により、単に順位評価を下すだけではなく、様々な心理的因子に対しても評価を行なうシステムが構築された。また、構築されたシステムが、十分な学習能力と汎化能力を持っていることも確認された。今後は、学習用データにより一層の客観性を持たせるための工夫をし、より汎用性のあるシステムを構築していきたい。

参考文献

- 1) 長谷川高士・工藤庸介：ニューラルネットワークを用いたコンクリートダム景観の定量的評価，第51回農業土木学会京都支部研究発表会講演要旨集，pp.2-3, 1994.
- 2) 武藤真介：計量心理学，朝倉書店，1982.
- 3) Moon, P. and Spencer, D.E.: Aesthetic Measure Applied to Color Harmony, *J. Opt. Soc. Am.*, 34, pp.234-242, 1943.
- 4) 甘利俊一・向殿政男共編：ニューロトとファジィ，培風館，1994.