

CS-156

ニューラルネットワークを利用したコンクリート表面色の評価方法

ーその1ー

鹿島建設(株) 正会員○近藤嘉広 正会員 伊藤功也
正会員 小谷一三 正会員 今立文雄

1. はじめに

打放しコンクリートの表面色は使用材料や施工方法、設置された環境等の影響によって変化し、必ずしも因果関係が明らかにされているとは言えず、また、定量的な評価方法も確立されていない。筆者らはコンクリート表面色を定量評価するために、色彩計を用いてコンクリート表面色を測定し、コンクリート表面色の変化に最も敏感な成分を抽出してそれを評価指標とすることを試みた。その結果、この指標により、人間が感覚的に感じる指標とほぼ同様の評価が可能であることが判った。しかしこれまでの実験では、色彩計で得られた3成分中の1成分しか利用していない、データ数が少ない、あるいは分散だけでは評価の難しい測定面がある（例えば、ある一点のみ非常に汚れている場合分散が大きくなる）という欠点があった。

そこで、今回、色彩計の測定値をすべて使用し、データ数を増やすとともに、ニューラルネットワークを導入して、色・色ムラを極めて簡単に評価する方法を検討したのでその結果を報告する。

2. ニューラルネットワーク

ニューラルネットワークは入出力を与えると、それらに合うように内部の重みを調整して、入出力のパターンを記憶することができる。これを学習と言い、ニューラルネットワークで最も期待される機能である。今回の場合、色彩計で得られたL*, a*, b*の各々16点、計48点のデータ、及び評価者をexpert（コンクリート表面色に先入観がある人）とamateur（コンクリート表面色に先入観が無い人）に分類して入力値とし、4段階評価（◎○△×）を出力値とした。

3. 評価方法及び結果

測定は供試体109面、コンクリート構造物18面について行った。測定面（20cm×20cm）をメッシュ状に16分割し、色彩計（日本電色NR-3000, C光源, 視野：2°）を用いて測定を行った。それと同時に、expert 2人とamateur 2人がコンクリート表面を観察し、4段階で評価を行った。得られたデータはexpertとamateurの違いを入力データとして使用するため、全データ数は測定面の2倍、254個となる。テストデータは評価者、測定面、評価基準等を考慮し、標準的なデータをそれぞれのグループから10%、計25個を抽出した。ネットワークによる評価の決定は、出力値が教師値に最も近い項目（◎○△×）とした。

229個の学習データを用いてネットワークを構築した結果を表-1に示す。全体の正解率は87%であった。今回用いた手法は、学習を一定回数試行した後に、テストデータによる検討を行う方法をとった。この手法をとることにより、ネットワークが学習データに特化するのを回避し、テストデータに対する評価精度を向上させることができる。つまり、ネットワークに一般的汎化能力を持たせ、真に実用

表-1 学習データ結果

要求出力 実際出力	◎	○	△	×	計
◎	36 88%	3 3%	2 3%	1 3%	42
○	4 10%	81 88%	6 9%	3 10%	94
△	0 0%	7 8%	57 88%	1 3%	65
×	1 2%	1 1%	0 0%	26 84%	28
計	41 100%	92 100%	65 100%	31 100%	229

可能なネットワーク構築を目標とした。

次に、テストデータ結果を表-2に示す。実際出力の4段階評価のうち一番大きい値を下線で、要求出力と実際出力が異なるものを網掛けで示した。正解率は22/25, 88%であった。また前回の報告で用いたL*の分散を参考のために掲載した。

4. 考察

コンクリート構造物の表面色を判断する場合、色・色ムラ・表面状態等を評価者が目視によって判断するが、評価者の心理状態、環境、天候によって左右されやすい。また、コンクリート表面をexpertは良く、amateurは悪く評価する傾向が見られ、誰が観察するかによって評価が異なるようである。よって、今回の実験では評価者の違いを表せる入力項目も追加

した。表-3に評価者の違いによるネットワーク出力を示す。ネットワークが評価者の違いを学習に反映して、重みを変化させている様子がわかる。

学習データ及びテストデータ結果において、ネットワーク出力が異なる原因の一つとして、コンクリート表面にしばしば見られる気泡（あばた）をうまく色彩計でとらえることができなかった点が上げられる。現在の色彩計を用いて表面情報を得る方法では、どうしてもデータの取りこぼしがあり（単位当たりの測定点が少ない）、すべての表面情報の取得が最大の課題である。また、構造物の部位や置かれている環境で評価は異なるべきであり、この点をネットワークの入力に反映させる必要があると思われる。同時に、実構造物の評価方法についても取り入れていくつもりである。

5. おわりに

コンクリート構造物の表面を色彩計で測定し、ニューラルネットワークを用いて評価を行った。その結果、十分に実用可能なネットワークの構築に成功した。今後、コンクリート表面の情報を得る新しい方法やネットワーク構築方法の見直しをはかり、更に精度を上げて行くつもりである。

参考文献

- 1) 近藤嘉広他：色彩計によるコンクリート表面色の評価方法，土木学会第49回年次学術講演会

表-2 テストデータ結果

	要求出力				実際出力				L*の分散
	○	○	△	×	○	○	△	×	
expert	0	1	0	0	0.27	0.11	<u>0.78</u>	-0.01	4.13
expert	0	1	0	0	0.37	<u>0.41</u>	0.10	0.03	2.50
amateur	0	0	1	0	0.08	0.20	<u>0.77</u>	0.01	5.10
amateur	0	1	0	0	-0.05	<u>0.89</u>	0.14	0.03	1.10
expert	1	0	0	0	<u>0.58</u>	0.41	-0.09	0.04	0.70
expert	0	1	0	0	-0.02	<u>0.92</u>	0.08	0.03	0.26
expert	0	1	0	0	0.21	<u>0.54</u>	0.26	0.01	2.91
expert	0	1	0	0	0.03	<u>0.97</u>	0.02	0.03	1.40
expert	1	0	0	0	<u>0.68</u>	-0.03	0.24	0.03	0.77
expert	0	0	1	0	0.05	0.16	<u>0.90</u>	0.00	0.93
expert	0	0	0	1	0.06	0.15	-0.06	<u>0.81</u>	2.87
expert	0	0	1	0	<u>0.82</u>	0.18	<u>0.04</u>	0.04	1.97
expert	0	0	1	0	0.03	0.38	<u>0.66</u>	0.02	2.68
amateur	0	0	1	0	0.02	<u>0.83</u>	0.16	0.05	0.74
amateur	1	0	0	0	<u>0.40</u>	0.28	0.38	0.00	0.35
amateur	1	0	0	0	<u>0.56</u>	0.20	0.11	0.06	0.60
amateur	0	0	1	0	-0.04	-0.07	<u>0.87</u>	0.21	2.71
amateur	0	0	0	1	-0.02	0.08	-0.18	<u>1.02</u>	2.87
amateur	0	1	0	0	0.08	<u>0.93</u>	0.06	0.02	0.52
amateur	0	1	0	0	0.04	<u>0.74</u>	0.23	0.03	1.44
expert	0	1	0	0	0.14	<u>0.99</u>	-0.09	0.03	1.30
expert	0	0	1	0	0.28	0.21	<u>0.68</u>	-0.01	2.10
amateur	0	0	1	0	-0.03	0.22	<u>0.83</u>	0.01	3.71
amateur	0	1	0	0	0.09	<u>0.99</u>	-0.01	0.02	0.59
amateur	0	0	0	1	-0.10	-0.08	-0.21	<u>1.13</u>	10.86

表-3 評価者の違いによるネットワーク出力

	要求出力	実際出力			
		○	○	△	×
expert	○	-0.02	<u>0.79</u>	0.24	0.03
amateur	△	-0.02	0.06	<u>0.97</u>	0.02
expert	○	0.01	<u>0.91</u>	0.10	0.04
amateur	×	-0.02	0.02	0.09	<u>0.74</u>