

徳島大学大学院 学生員 ○永井 啓介 徳島大学工学部 正 員 成行 義文
徳島大学工学部 フェロー 平尾 潔

1.はじめに 近年、フラクタル次元に基づく橋梁景観評価の試みが盛んに行われつつある。橋梁景観のフラクタル次元解析を行うためには、まず輪郭を抽出する必要があるが、どこまでを輪郭線とみなすかについての指標は示されておらず、また作業する人により輪郭線が違ってしまったり、描出作業に多大な労力を要するなどの問題点がある。そこで本研究では、これらの問題点を解決するための基礎的な研究として、対象となる景観画像をグレースケール化し、そのグレースケールフラクタル次元に基づく画像の序列が従来のフラクタル次元に基づくものとどの程度合うのか、また、グレースケール化手法の相違がその序列に及ぼす影響等について若干の比較・検討を行った。

2.グレースケールフラクタル次元の算出方法 フラクタルとは、極簡単に言えば形の「複雑さ」と言うことができる。その複雑さを定量的に表す量の1つとしてフラクタル次元がある。フラクタル次元の算出方法としては **Box counting** 法がよく知られているが、その方法をグレースケール画像に適用できるよう拡張した方法が高木ら¹⁾により提案されている。高木らの方法により算出された量を本研究ではグレースケールフラクタル次元と呼ぶことにする。以下にそのグレースケールフラクタル次元算出手順を示す。

- 1) 対象画像を一边が r の正方形に分割する。
- 2) 分割した1つのボックスに着目し、そのボックスの4隅の輝度 I を測る。
最大輝度を I_{max} 、最小輝度を I_{min} とする。
- 3) 輝度差 I_d を次式により算出する。

$$I_d = I_{max} - I_{min} \tag{1}$$

- 4) 着目したボックスのカウント数となる $n(r)$ を次式により算出する。

$$n(r) = \text{floor}(I_d/r) + 1 \tag{2}$$

ここで **floor** は整数化 (切り捨て) 関数である。

- 5) 対象画像内すべてのボックスで、上の計算を行い $n(r)$ を求め、その平均値が $\overline{n(r)}$ であるとき

$$N(r) = \overline{n(r)} \cdot (S/r^2) \tag{3}$$

ここで S は対象画像の面積

- 6) 以上の $N(r)$ と r の関係が以下の式を満たすとき D をグレースケールフラクタル次元とする。

$$N(r) = C \cdot r^{-D} \tag{4}$$
 ここで C は定数を表す。

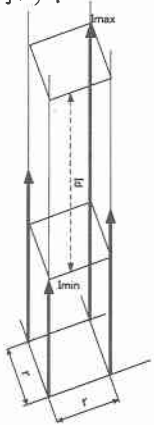


図1 $n(r)$ の算出

3.グレースケール画像への変換方法 フルカラー画像をグレースケール画像に変換する方法としてはいくつかの方法が考えられているが、最も一般的な方法はRGBの重み付き平均をとる方法である。また、その他にRGBの平均値をとる方法、彩度を0にする方法がある。これら3つの方法の出力画素算出式は表1のようである。

表1 3種のグレースケール変換方法

変換方法	変換式
①RGB 重み付き平均	出力画素 = (0.299・R成分 + 0.587・G成分 + 0.114・B成分)
②彩度0化	出力画素 = (最大成分 - 最小成分) / 2
③RGBの平均	出力画素 = (R成分 + G成分 + B成分)

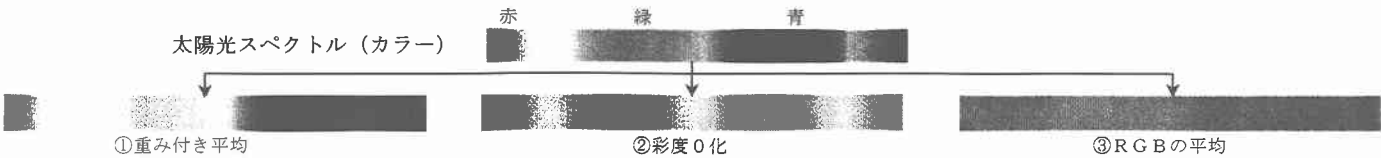


図2 太陽光スペクトルのグレースケール化に及ぼす変換方法の違い

4.適用例 今回、本研究の適用例として、山間部、河川部、都市部、海浜部の4つの背景に、それぞれトラス橋、桁橋、アーチ橋、斜張橋の4橋を（海浜部に関してはトラス橋、桁橋、上路アーチ橋、下路アーチ橋、斜張橋の5橋）架設することを想定して、シミュレーション画像を作成し、各々のグレースケールフラクタル次元を算出した。図3は山間部におけるシミュレーション画像を一例として示したものである。各種グレースケール化手法を用いた場合のグレースケールフラクタル次元に基づく各種橋梁形式の序列、ならびに従来の描出輪郭のフラクタル次元に基づく各種橋梁形式の序列を表2に示す。表中、各背景とも次元の低い橋梁形式を順に並べている。輪郭抽出は、その画像の形態を壊さないよう、手作業で明らかに輪郭線と分かる線の描出を行った。



図3 シミュレーション画像（山間部）

表2 グレースケールフラクタル次元に基づく序列

背景	序 列	グレースケール化手法						輪郭画像による評価	
		①RGB重み付き平均		②彩度0化		③RGBの平均			
		橋梁形式	グレースケールフラクタル次元	橋梁形式	グレースケールフラクタル次元	橋梁形式	グレースケールフラクタル次元	橋梁形式	フラクタル次元
山間	1	桁橋	2.3759	桁橋	2.379	桁橋	2.3772	桁橋	1.1384
	2	斜張橋	2.3759	トラス橋	2.3905	トラス橋	2.3884	斜張橋	1.1832
	3	トラス橋	2.3872	斜張橋	2.3928	斜張橋	2.3913	アーチ橋	1.2494
	4	アーチ橋	2.4063	アーチ橋	2.4075	アーチ橋	2.4058	トラス橋	1.2645
都市	1	アーチ橋	2.4444	アーチ橋	2.4455	アーチ橋	2.4422	桁橋	1.1124
	2	桁橋	2.4468	斜張橋	2.447	斜張橋	2.4459	アーチ橋	1.1198
	3	トラス橋	2.4596	桁橋	2.4486	桁橋	2.4461	斜張橋	1.1334
	4	斜張橋	2.45	トラス橋	2.4618	トラス橋	2.4587	トラス橋	1.1425
河川	1	桁橋	2.2544	桁橋	2.255	桁橋	2.2498	桁橋	1.2492
	2	斜張橋	2.2708	斜張橋	2.2692	斜張橋	2.2685	斜張橋	1.3063
	3	トラス橋	2.2856	トラス橋	2.2938	トラス橋	2.288	トラス橋	1.3634
	4	アーチ橋	2.3071	アーチ橋	2.3092	アーチ橋	2.3038	アーチ橋	1.3752
海峡	1	桁橋	2.2974	桁橋	2.2866	桁橋	2.288	桁橋	1.1243
	2	上路アーチ橋	2.3065	上路アーチ橋	2.2973	上路アーチ橋	2.2982	上路アーチ橋	1.1904
	3	斜張橋	2.3126	斜張橋	2.3024	斜張橋	2.3042	斜張橋	1.2154
	4	下路アーチ橋	2.3154	下路アーチ橋	2.3039	下路アーチ橋	2.3062	下路アーチ橋	1.2592
	5	トラス橋	2.3306	トラス橋	2.3167	トラス橋	2.3212	トラス橋	1.3443

5.おわりに 表2よりグレースケール画像への変換手法の相違が橋梁形式の序列に及ぼす影響は非常に小さいことが分かる。従ってグレースケール化手法にはあまりこだわる必要はないと思われるが、強いて言えば、人間の生理的な特性を考慮に入れてRGB各成分に重み付けをして平均をとる方法が最も合理的であると思われる。輪郭画像による序列とグレースケール画像による序列を比較すると、非常に類似性が高いことが分かる。また、グレースケールフラクタル次元を用いる方法の方が従来の方法に比べ、著しく労力、および時間を削減できた。これらのことより、橋梁景観評価のためには従来のフラクタル次元の代わりにグレースケールフラクタル次元を用いる方が合理的であると考えられる。今後、今回の研究で用いた画像をアンケート調査により評価し、その結果とグレースケールフラクタル次元との対応について検討する予定である。

6.参考文献 1)高木幹雄, 曾根光男, 吉沢達也：フラクタル次元と低次統計量を用いたテクスチャの自動分類, 1990年 情報処理学会論文誌 Vol31, No7, pp1027-1037.