

桁橋の景観評価のためのフラクタル次元の算定方法に関する一考察

復建調査設計(株) 正会員 ○安達 誠 (株)ニュージェック 正会員 保田敬一
香川大学工学部 正会員 白木 渡 関西大学工学部 正会員 堂垣正博

1. まえがき 複雑さを表す指標であるフラクタル次元と景観に対するユーザーの意識とはかなりの相関があることや、背景や視点場によってもフラクタル次元の値は変化するため、景観の評価指標として用いる場合は注意を要することなど報告されている¹⁾。ただし、フラクタル次元を算出する場合は、2次元の形態解析の場合、Box-counting 法によることが多いが、形態を算出する際にどこまでを輪郭線と見なすかについては明確な指標がない。本研究では、フラクタル次元を算出する際の輪郭線を決定する方法について考察し、従来の手作業によるフラクタル次元算出方法¹⁾との比較を行う。

2. フラクタル次元の計算 既往の研究¹⁾で用いた評価用写真 90 枚を対象に、画像処理プログラムによるフラクタル次元解析を行った。フラクタル次元解析に必要な画像処理の流れは、以下の～のとおりである。カラー画像をグレースケールに変換する。メディアンフィルタと呼ばれる手法でノイズを除去する。これは、変換する画素の濃度値を、着目する周囲の画素の中央値(n 個ある場合には $n/2$ 番目の濃度値)とする方法で、輪郭部をばかすことなくノイズが除去できる。グレースケールの輪郭画像を得る。出力画像では、輪郭はより黒く、非輪郭部は白くなる。画像のコントラストを強調する。モノクロ画像にする。ピクセル値が閾値以下のときには黒に、閾値以上のときには白にする。閾値は入力値とし、その範囲は 0-255 である。Box-counting 法で輪郭線を含む格子の数を数える。ここで、図-1～図-6 は閾値がそれぞれ 229 から 249 と変化させた場合のモノクロ画像である。また、図-7 は図-1～図-6 の元になる橋梁番号 81 のカラー画像である。図から明らかなように、対象物の輪郭の抽出がかなり異なるため、当然フラクタル次元の値も変わってくる。この画像処理がフラクタル次元に大きく影響している。そのため、いずれの閾値で得た輪郭画像を用いて、フラクタル次元を求めるかが問題となる。

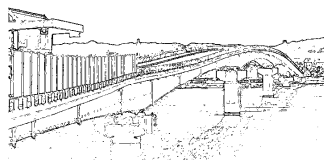


図-1 閾値 229 の画像

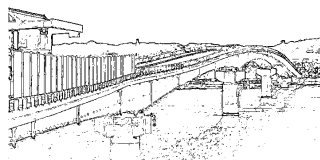


図-2 閾値 233 の画像

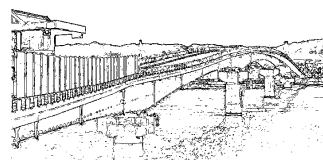


図-3 閾値 237 の画像

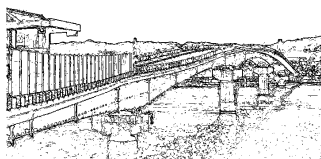


図-4 閾値 241 の画像

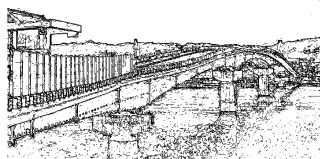


図-5 閾値 245 の画像

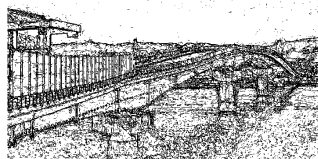


図-6 閾値 249 の画像



図-7 元のカラー画像(No.81)

3. アンケートによる閾値の決定 フラクタル次元計測用プログラムでフラクタル次元を求める際に必要なパラメータである閾値を設定する。そのため、閾値を 229, 233, 237, 241, 245, 249 と変化させ、これら 6 つの輪郭画像の中から元の画像イメージに最も近いと思われる輪郭画像を 1 つ選ぶアンケートを実施した。輪郭画像数と閾値の範囲を前述のように設定した理由は、閾値の変化率が小さいと画像の変化が分かりづらいこと、比較する画像が多いと被験者への負担が大きくなること、などである。元の評価用カラー写真(A4 サイズ横)とこれらの 6 つの輪郭画像とを並べて、どの輪郭線が元のカラー写真とそのイメージに近いかを選んでもらった。なお、被験者は、関西大学工学部土木工学科構造力学研究室所属の学部生 10 名と大学院生 9 名である。そのアンケート結果を表-1 に示す。

キーワード：フラクタル次元，景観，桁橋

連絡先：(株)ニュージェック 〒542-0082 大阪市中央区島之内 1-20-19 TEL.06-6245-4901 FAX.06-6241-8426

表-1 輪郭線についてのアンケート結果

橋梁 No.	選択した人数						橋梁 No.	選択した人数						橋梁 No.	選択した人数						橋梁 No.	選択した人数					
	229	233	237	241	245	249		229	233	237	241	245	249		229	233	237	241	245	249		229	233	237	241	245	249
1	3	2	5	4	4	1	24	3	10	3	0	2	1	47	1	3	7	5	3	0	70	5	4	7	2	1	0
2	2	5	7	4	0	1	25	1	2	6	4	3	3	48	0	5	4	6	4	0	71	0	6	8	4	1	0
3	1	7	0	9	0	2	26	2	1	4	6	5	1	49	1	6	9	3	0	0	72	1	2	6	4	5	1
4	2	4	7	2	4	0	27	0	2	4	6	6	1	50	1	5	4	6	1	2	73	2	4	7	4	1	1
5	5	7	2	3	2	0	28	0	1	8	8	1	1	51	2	3	4	6	4	0	74	4	6	3	4	2	0
6	2	6	5	5	1	0	29	2	3	5	5	4	0	52	5	7	5	2	0	0	75	4	9	2	3	1	0
7	0	4	3	7	4	1	30	2	5	5	6	3	0	53	0	4	3	6	6	0	76	0	5	4	6	4	0
8	0	2	3	7	4	3	31	7	6	5	0	1	0	54	1	4	3	5	5	1	77	0	1	5	8	3	2
9	0	7	3	7	2	0	32	2	6	5	4	2	0	55	0	1	7	8	1	2	78	4	2	5	6	2	0
10	1	4	6	7	1	0	33	5	5	7	1	1	0	56	0	11	4	1	3	0	79	2	2	5	7	1	0
11	3	4	5	6	1	0	34	3	7	5	3	1	0	57	0	7	6	5	1	0	80	0	3	7	2	6	1
12	0	0	0	7	8	4	35	6	8	1	4	0	0	58	2	4	3	6	4	0	81	2	12	3	2	0	0
13	0	1	9	3	6	0	36	0	3	3	9	4	0	59	2	3	3	8	2	1	82	13	3	1	1	1	0
14	3	6	8	1	1	0	37	1	3	9	3	3	0	60	1	3	6	4	4	1	83	0	0	2	8	7	2
15	0	5	3	6	5	0	38	1	2	3	9	4	0	61	0	1	3	9	5	1	84	1	5	2	5	6	0
16	0	5	5	4	4	1	39	2	5	10	2	0	0	62	0	1	6	7	5	0	85	0	1	1	9	6	2
17	13	3	3	0	0	0	40	3	9	2	5	0	0	63	3	1	9	4	1	1	86	1	3	5	3	7	0
18	3	6	3	6	1	0	41	4	7	4	1	3	0	64	0	5	7	5	2	0	87	1	7	8	2	1	0
19	1	6	5	3	4	0	42	4	4	4	4	3	0	65	0	5	6	4	4	0	88	1	3	4	6	4	1
20	1	4	5	7	2	0	43	3	5	4	6	1	0	66	2	4	6	6	1	0	89	4	11	3	0	1	0
21	3	6	3	5	2	0	44	8	8	3	0	0	0	67	1	8	6	4	0	0	90	3	0	5	4	5	2
22	3	5	2	6	3	0	45	6	3	7	3	0	0	68	1	0	6	5	5	2							
23	1	3	2	5	6	2	46	2	7	4	4	2	0	69	0	3	7	6	3	0	累計	185	397	422	418	243	45

表-1 から分かるように、90 橋の累計で見ると閾値が 237 である輪郭画像が元のカラー画像のイメージと合致すると答えた人が最も多かった。ただし、閾値が 233 や 241 を選んだ人数とほとんど差がなかった。選んだ人数の多い画像の閾値を最適値とすれば、閾値は 237 となる。また、表-1 で各橋梁において選択した人数の最も多かった閾値を太枠で示してある。閾値を決定する場合、一律に最頻値(237)あるいは全体の平均値(237.6)とすることも考えられるが、橋梁によっては閾値が 229 や 245 を選択した人数が最も多いケースもあり、一律にパラメータを決定することは問題が多いと考えられる。そして、評価者のイメージと合った輪郭から算出したフラクタル次元を用いないと、一律に決定したパラメータでは、フラクタル次元の微妙な差を用いて、例えばフラクタル次元と感性評価などとの相関関係を分析する際にも問題が発生すると考えられる。表-2 にプログラム処理による方法と輪郭を手作業で抽出する方法の比較表を示す。

表-2 プログラム処理による方法と輪郭を手作業で抽出する方法の比較

	プログラム処理による方法	輪郭を手作業で抽出する方法
長所	・画像から自動的に算出されるので労力と時間が大幅に短縮できる。	・画像が明るい／暗いなどの画質に左右されない。
短所	・画像の明るい／暗いなどにより、輪郭がはっきりと読みとれる場合とそうでない場合があり、フラクタル次元に差が出る。この場合、できるだけ同じ画質の画像を用いる必要がある。 ・モノクロ画像に変換する際のパラメータである閾値をどのように決定するかが難しい。 ・背景や細かい模様など何処までを輪郭と見なすかといったことを決定しなければならない。	・格子数をカウントするのに膨大な労力と時間がかかる。また、疲労が重なると精度が落ちる可能性がある。 ・輪郭の抽出に個人差があり、再現性が悪い。

4. まとめ 本研究では、フラクタル次元を画像処理プログラムによって自動的に算出する場合の輪郭線の抽出方法について、モノクロ画像に変換する際のパラメータを変化させた数種類の輪郭画像をアンケート調査した。そして、プログラム処理による方法と輪郭を手作業で抽出する方法の比較を行った。画像処理プログラムによる方法では労力と時間が大幅に短縮できる反面、背景や細かい模様など何処までを輪郭と見なすかといったことを決定しなければならないとともに、評価者がイメージしている輪郭線を各画像ごとに自動決定させる方法などを検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 保田敬一，白木 渡，角野大樹，堂垣正博，安達 誠：桁橋の景観設計における感性評価とフラクタル次元の適用に関する研究，構造工学論文集，土木学会，Vol.47A，pp.327-334，2001.3.