

フラクタル次元を用いた橋梁景観評価システムの開発

信州大学工学部 ○高田 洋
 信州大学工学部 正会員 清水 茂

1. はじめに

本研究は、橋梁景観の評価においてこれまで手作業で行われていた橋梁を含む画像からのフラクタル次元の算出を、コンピュータを用いた処理によって自動で行うシステムを開発したものである。従来の手作業による時間の消費に取って代わりこのシステムを利用することにより、フラクタル次元の算出に関して手早く多くのケースを扱うことができるものを考えた。そのために本システムの開発では、コンピュータに読みこんだ画像からフラクタル次元を算出するまでの過程を人間が手を加える必要のないようにすべてコンピュータによって自動で処理させることを主な目的とした。また、システムの手作業に対する作業速度についての優位性を検証する。

2. フラクタル次元の算出

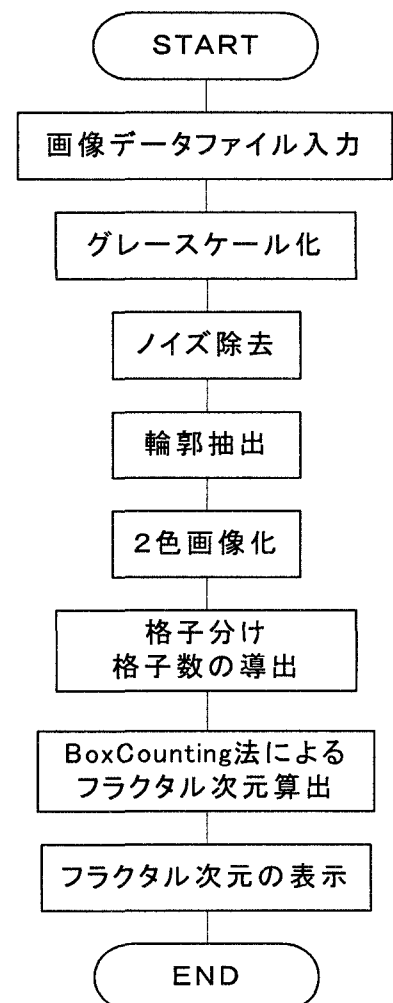
従来、フラクタル次元を用いた橋梁景観評価法では、原始的な方法として手作業による Box Counting 法が用いられてきた。これは評価の対象となる画像を人の手によって任意の数に分割し、フラクタル次元算出の要素となるマスをもとにひとつひとつ数えあげ、所定の式に代入し、フラクタル次元を算出するという手法であった。この方法は大変な時間とマンパワーを要求し、かつ人間の持つゆらぎによってその結果が変動し得るという問題をもっていた。

近年、コンピュータは高速化、小型化し広く社会に普及したことにより多方面での利用が可能になってきた。それに伴い、コンピュータを用いたフラクタル次元値を算出するためのシステムが研究され、フラクタル次元の算出に必要な多くの作業がコンピュータの内部で処理できるようになった。しかし、既往の研究で行われてきたことはフラクタル次元の算出にいたるまでのいくつかの段階をそれぞれについて考察するにとどまり、全体を通じての処理を自動で行うシステムは構築されることはなかった。そこで、本研究によってそのシステムの構築し、コンピュータを用いたシステムの優位性を検証する。

3. 本システムにおける処理の流れ

本システムの流れは7つの段階に分けられる。その流れを図示したものを図—1に表す。フラクタル次元の算出には従来どおり Box Counting 法を用いる。そして、Box Counting に必要な box を自動で数えさせるために、評価の対象となる元画像を加工する必要があるがその処理のフローは安達らの研究¹⁾をもとにした。具体的には以下の通りである。

- ① 読みこんだカラー画像をグレースケールに変換する。
- ② 画像処理の手法であるメディアンフィルタ²⁾を用いてノイズを除去する。



図—1 フローチャート

- ③ グレースケールの輪郭線を抽出²⁾する。
- ④ 画像のコントラストを強調する。
- ⑤ モノクロ画像にする（閾値には 237¹⁾を使う）。
- ⑥ 画像の一辺を r 個に分割し、box の中に黒の画素を含む格子の数を数える。
- ⑦ 次に示す式(1)を用いてフラクタル次元を算出する。

$$D = -\frac{\log N(r)}{\log r} \quad \text{式(1)} \quad \begin{array}{l} N(r) : \text{対象を含む box の数} \\ r : \text{画像の一辺の分割数} \end{array}$$

4. フラクタル次元算出の結果と考察

本システムによってフラクタル次元解析を行った場合の手作業に対する優位性を検証するために図—2の画像を用いて実際に解析を試みた。

次元値の算出にかかる時間について、手作業で行った場合ならば明らかに膨大な時間がかかるように画像の一辺の分割数（⑥における r ）を 1/2, 1/5, 1/10, 1/20, 1/50, 1/100 と、さらには画像の短辺のピクセル値に設定した（このとき分割された短辺のひとマスの長さは 1pixel となる）。

解析の結果、分割数がいずれの場合も画像を読みこませた状態から解析の終了、フラクタル次元値の表示まで非常に短い時間であった。このことから本システムは手作業による解析と比較して、解析の早さに関して十分な優位性を持つものと言える。

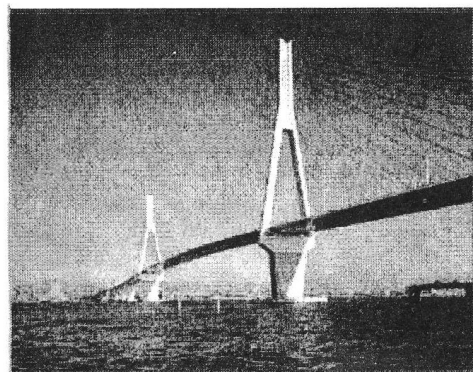
次に本システムを用いて行ったフラクタル次元解析の結果を、元画像を元にして全て自動処理させた場合（図—3）と、手作業で輪郭線を書き出した画像（図—4）をシステムに読みこませ解析を実行した場合との結果を示す。システムの画像処理によって得られた輪郭線を用いた場合のフラクタル次元値は 1.564702 であった。一方、手作業によって得られた輪郭線を解析した場合の値は 1.162063 であった。解析の結果、両者の値には 26%もの差が見られたが、これは輪郭線の抽出方法の違いによるところが大きいと考えられる。このことについては現在検討中である。

5. 今後の展開

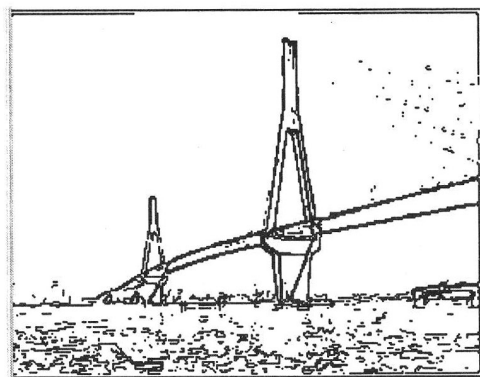
システムの速さに関する優位性は確認された。今後は解析の精度を上げるべく本システムによる輪郭線の抽出法を検討する。また、多くのケースを手早く扱うために必要な Man・Machine Interface の設計をしていく。

【参考文献】

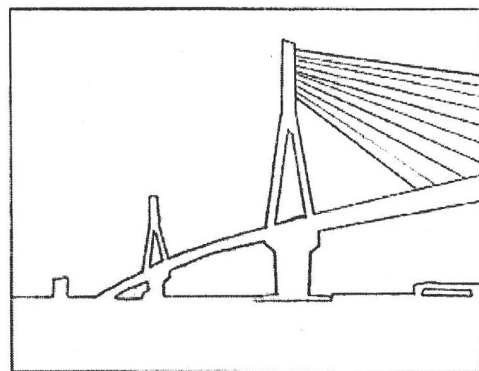
- 1) 安達、保田、白木、堂垣：桁橋の景観評価のためのフラクタル次元の算定方法に関する一考察，土木学会第 56 回年次学術講演会概要集，土木学会，pp.208-209，2001.3.
- 2) 八木伸行 他 共著：C 言語で学ぶ実践画像処理，オーム社，1992



図—2 元画像



図—3 輪郭線抽出後



図—4 手作業で抽出した輪郭