

### 路面ひび割れ画像の一致性に関する客観的評価手法の比較

中央大学大学院 学生会員 ○須藤 大仁  
 (元)中央大学 正会員 前川 亮太  
 中央大学 フェロー会員 姫野 賢治

#### 1. はじめに

日本の道路では、定期的にひび割れやわだち掘れ等の計測が必要とされている。その際に路面性状測定車(以下、測定車とする)による舗装調査が行われている。しかし、測定車毎にひび割れ性状の測定精度にばらつきがあるため、ひび割れを正確に検出できているのか検討が必要となっている。

現状では、測定車のひび割れ検出の正確さを評価しようとする、評価者が目視で行うしかない。この方法では、評価が主観的かつ非効率的になってしまう。そこで、コンピュータによる客観的かつ効率的な評価方法が必要であると考えた。

#### 2. 目的

本研究では、測定車のひび割れ性状の測定精度を判断する客観的な評価指標の構築を最終目的としている。昨年の研究では、形状マッチングプログラムとフラクタル解析を用いてひび割れ画像の一致性評価を行った<sup>1)</sup>。

今回は、新たに作成した2つの画像のピクセルの一致数を比較する(一致率)プログラムと昨年提案した2つの評価手法を用い、ひび割れの一致性を評価するための最適な方法を検討する。

#### 3. 研究概要

路面のひび割れをトレーシングした画像(以下、トレーシング画像とする)に対し、その画像を見本としてスケッチした画像を9パターン作成した。その9パターンの画像に対し、今回提案する3つのプログラムで解析し、結果を比較した。

トレーシング画像は7つ用意し、それぞれサンプル1~7とする。このとき、黒のピクセル数が多い順にサンプルの番号を設定した(サンプル1のとき

1876px, サンプル7のとき801px)。図-1は、サンプル1を示したものである。

#### 4. 解析結果

##### 4.1 形状マッチングプログラムによる画像解析

形状マッチングプログラムとは2つの画像の画素値を比較し、Huモーメント不変量を用いて画像の不一致度を算出するものである。昨年の研究では、形状マッチングプログラムの性能評価を行った。その結果、ひび割れ画像の線が過剰な場合と不足している場合に対し、近い傾向で不一致度を算出できることが分かった。また、昨年の研究では亀甲状ひび割れのみ解析を行った。本研究では、線状ひび割れに対して解析を行う(表-1)。

##### 4.2 フラクタル解析

既往の研究<sup>2)</sup>により、舗装のひび割れはフラクタルであり、ひび割れの種類をフラクタル次元で定量的に示すことが可能であることがわかっている。これを2つのひび割れ画像のフラクタル次元の差を比較することで、本研究に応用した(表-1)。

##### 4.3 新たに作成したプログラムによる画像解析

このプログラムでは、画像を0と1で表したテキストドキュメントの形にし、そこから2つの画像を比較する(図-1)。そして、分母を一致数と不一致数の和、分子を一致数とした一致率(%)を算出し、2つの画像の一致性を表現する(表-1)。

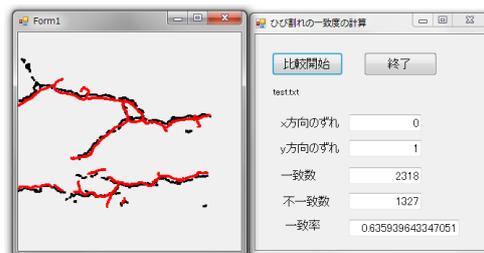


図-1 プログラム実行例

キーワード 路面ひび割れ, 路面性状測定車, Huモーメント不変量, フラクタル解析, 一致率  
 連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL: 03-3817-1796 FAX: 03-3817-1796

表-1 解析結果

サンプル1	不一致度 ( $\times 10^{-5}$ )	一致率	トレーシング画像との フラクタル次元の差
A	141	72%	0.08
B	55	76%	0.06
C	148	64%	0.23
D	67	77%	0.1
E	37	64%	0.04
F	45	69%	0.04
G	84	81%	0.04
H	29	64%	0.01
I	10	68%	0.05

5. 最適な評価指標の選択

提案した 3 つの手法の正確さを検討し、最適な評価方法を選択するために、視覚評価による結果との相関関係を比較した(表-3)。視覚評価では、スケッチ画像のひび割れが不足している場合と過剰な場合に加点し、その加点が多いほどトレーシング画像との一致性が低いという評価にする。また、若干の線の位置のずれや形状のずれは無視した(表-2)。

表-2 視覚評価結果

サンプル1	視覚評価(点)
A	12
B	4
C	13
D	7
E	7
F	7
G	7
H	8
I	6

表-3 相関係数 (サンプル 1)

視覚評価と不一致度	0.821
視覚評価と一致率	-0.364
視覚評価とフラクタル次元の差	-0.668

表-2、表-3 より、サンプル 1 に関しては視覚評価と不一致度との相関係数が高く、一致率との相関係数は低いことがわかる。しかし、同様の比較を 7 つのサンプルに対して行ったところ、どの手法の相関係数もサンプル毎にばらつきが生じた。また、フラクタル次元の差との相関係数は他の 2 つの手法と比較して平均的に低くなった。

図-2 は、7 つのサンプルの中からそれぞれ不一致度と一致率の相関係数の高いサンプルを抽出した散布図である。グラフからわかるように、視覚評価と不一致度には正の相関関係があり、視覚評価と一致率には負の相関関係がある。

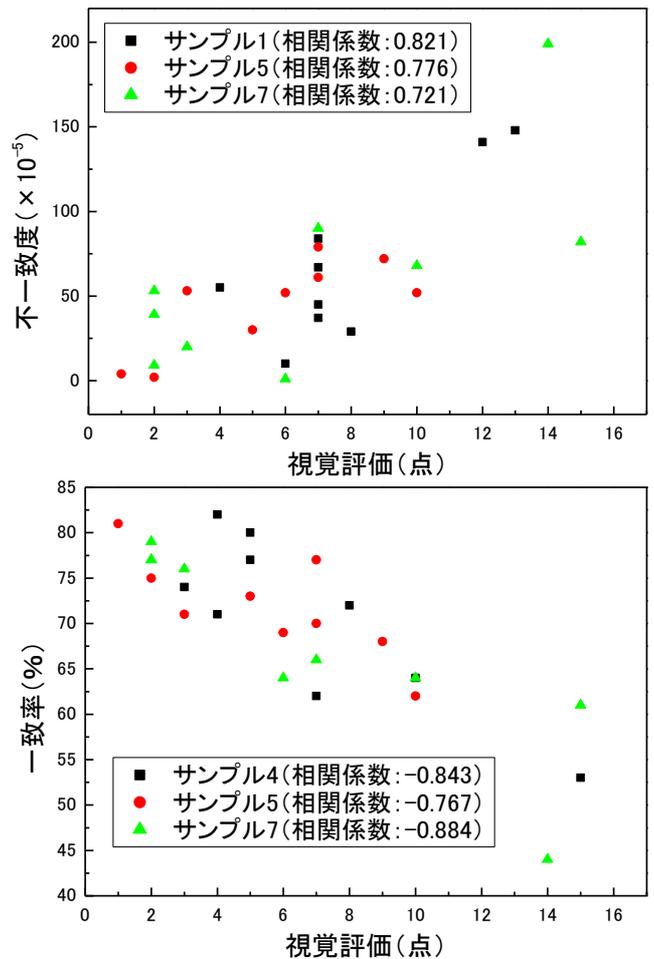


図-2 散布図 (相関係数が高い例)

6. 結論

- ひび割れの種類毎に各手法の視覚評価との相関関係が変わるため、いくつかの評価手法を組み合わせる必要がある。
- 不一致度と一致率に関して、視覚評価と高い相関関係があるため、評価指標構築に適している。
- 図-2 より、一致率と視覚評価との相関係数は、黒のピクセル数が多い方が高くなる傾向がある。不一致度との相関係数と黒のピクセル数に関係性は見られなかった。
- 今回提案した 3 つの評価手法とも視覚評価との相関係数が低いサンプルがあるため、新たな評価手法を提案する必要がある。

参考文献

- 1) 須藤大仁, 前川亮太, 姫野賢治: 路面ひび割れに関する複数画像の一致性の客観的評価, 土木学会第 69 回年講概要集 V-564, p.p1127~p.p1128, 2014
- 2) 池崎直樹, 姫野賢治, 村井貞規: 舗装のひびわれ評価へのフラクタル解析の応用, 土木学会第 47 回年講概要集 V-40, p.p110~p.p111, 1993