

携帯端末による路面の可視損傷把握のための複合画像フィルタの構築

長崎大学 学生会員 ○針尾憲知
長崎大学大学院 正会員 奥松俊博

長崎大学大学院 正会員 西川貴文
長崎大学大学院 正会員 中村聖三

1 はじめに

現在、トンネルや道路といった構造物の維持管理を行う際に、ラインスキャンカメラ等の高精細画像から、可視損傷を自動で抽出する技術が利用されている。その結果、取得データが定量的になり、人為的なミスも削減され、高精度な損傷把握が可能になりつつある。しかし、専用の車両を必要とすることなどから、日常点検には未だ活用が難しいのが現状である。そこで、近年普及している車載カメラの非高精細画像から、損傷を把握する技術を提案することを目的とした。本研究では、高精細画像に対し、既に有用性が示されている木構造状画像フィルタの手法¹⁾を用い、携帯端末で撮影した画像から可視損傷を抽出するフィルタ（以下、携帯端末画像用フィルタ）を構築し、画像の適用方法および精度を評価した。

2 研究の手法

携帯端末で撮影した路面の集録画像の例を図-1に示す。ダッシュボードに携帯端末を設置し、車両前方の路面の画像を集録した。集録画像にフィルタ適用領域を設け、領域内にのみ構築したフィルタを適用する。図中の青色枠が、フィルタ適用領域である。対象とする可視損傷は、画像上で視認可能なクラックやポットホールであり、図中に赤色で着色している。本研究では、視認が難しい微細な可視損傷は対象外とする。集録に用いた携帯端末のカメラの仕様を表-1に示す。

3 木構造状フィルタの構築および評価方法

(1) 木構造状フィルタの構築

遺伝的プログラミング(Genetic Programming:GP)による木構造状フィルタの自動構築には、路面の画像を切り出した原画像と、原画像から可視損傷を手作業で抽出した目標画像(以下、これらを教師画像とする)が必要である。GPは教師画像に示すような結果になるように、複数の簡易なフィルタを組み合わせ構築する。原画像の例を図-2に示し、目標画像の例を図-3に示す。教師画像は様々な特徴を持つ画像から作成しており、例えば、原画像1は直線状の可視損傷、原画像2は道路標示上の可視損傷、原画像3は面状の可視損傷が確認できる画像を選定した。

(2) 木構造状フィルタの評価方法

構築したフィルタは、可視損傷の抽出率から評価する。抽出率は、フィルタを対象画像に適用した後の画像(以下、結果画像)と対象画像から可視損傷を手作業で抽出した画像(以下、手作業画像)との階調値の差から求める。階調値は8bitのため、最小値は0、最大値は255となる。また、視認可能な可視損傷の部分は重み付けを行い、より確実な抽出率が得られるようにした。すなわち、抽出率の算出式を(式-1)のように定義した。



図-1 集録画像例

表-1 携帯端末のカメラの仕様

動画撮影時解像度	1920*1080pix
フレームレート	30fps



図-2 原画像の例

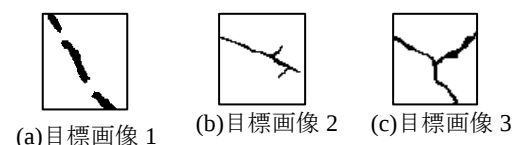


図-3 目標画像の例

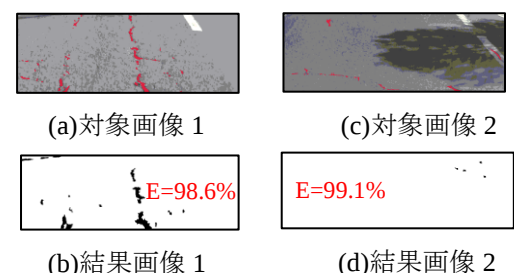


図-4 フィルター一括適用の結果

$$E(\%) = \left(1 - \frac{|H - O| \times W}{255}\right) \times \frac{100}{m \times n} \dots (1)$$

ただし、 E は抽出率、 H は手作業画像、 O は結果画像、 W は重み画像、 m は幅方向の座標、 n は高さ方向の座標である。

4 フィルタ適用方法の検討および評価

(1) 一括適用

40kmで走行した際の集録画像を用いて、適用領域に一括しフィルタを適用する。明確な線状の可視損傷を有する画像を対象画像1および結果画像1とし、細い可視損傷と影が写った画像を対象画像2および結果画像2とする。フィルタ適用後の結果を図-4に示す。抽出率是对象画像1が98.6%，対象画像2が99.1%となった。対象画像1では目立つ可視損傷は抽出されたものの、細い可視損傷が抽出されなかった。対象画像2では影が誤抽出されると想定したが、目立った誤抽出はなかった。しかし、可視損傷も抽出されなかった。影が写っていることにより、影の濃さが可視損傷より優先して認識されたことが要因と考える。

(2) 部分適用

影の影響で抽出されなかった細部の可視損傷の抽出を可能にするため、対象画像を分割し部分的にフィルタを適用する。分割した対象画像を図-5、図-6に示す。部分画像1は教師画像より大きいサイズで切り出した画像、部分画像2、3、4は教師画像に近いサイズで切り出した画像、部分画像5は教師画像より大きな長方形に切り出した画像である。部分適用した結果を図-7、図-8に示し、抽出率の一覧を表-2に示す。対象画像1は部分適用しても一括適用とほぼ同じ可視損傷しか抽出されなかった。対象画像2は部分画像1、4で、一括適用では抽出できなかった可視損傷が抽出できた。しかし、部分画像1、2で誤抽出が見られたため、抽出率の平均は一括適用より低い値となった。

5 まとめ

本研究では、携帯端末画像用フィルタを構築し、一括適用と部分適用の二通りの適用方法で精度評価を行った。対象画像1のように、可視損傷が明確に写っている画像は一括適用で処理できた。しかし、対象画像2のように、一括適用で満足に可視損傷が抽出できない場合は、今回示した部分適用の手法が有効になるのではないかと考える。

参考文献

- 1) 西川貴文, 吉田純司, 杉山俊幸, 齊藤成彦, 藤野陽三: 木構造状フィルタを用いたコンクリートのクラック抽出のためのロバストな画像処理システム, 土木学会論文集A, Vol.163 No.4, pp.599-616, 2007

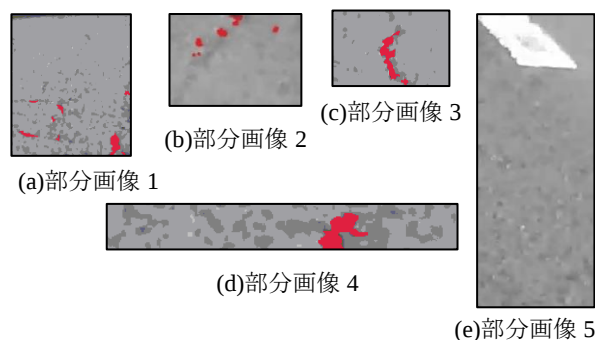


図-5 対象画像1の分割

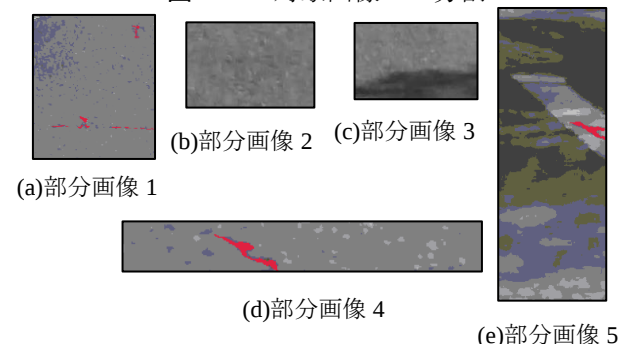


図-6 対象画像2の分割

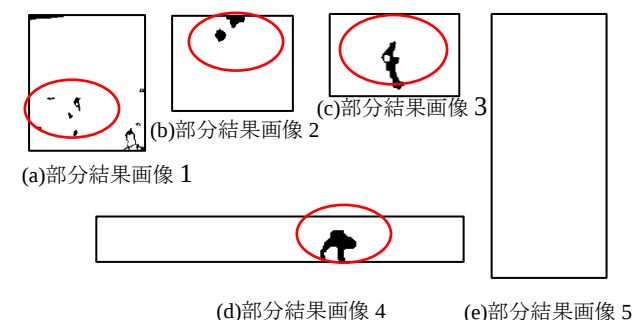
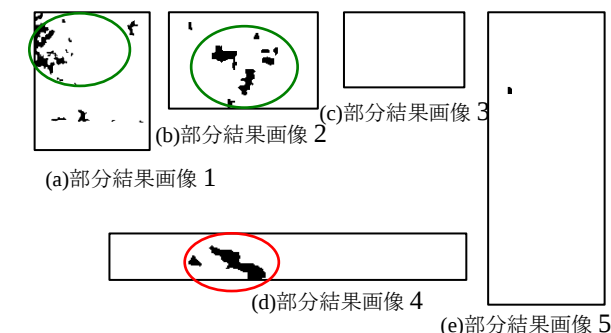


図-7 部分適用した対象画像1の結果



ただし、正しい抽出、誤抽出とする

図-8 部分適用した対象画像2の結果

表-2 部分適用後の抽出率(%)

	一括適用	部分適用				
		領域1	領域2	領域3	領域4	領域5
対象画像1	98.6	97.3	98.1	98.1	98.3	100
対象画像2	99.1	95.6	94.8	100	97.7	99.9