

## 精緻な路面ひび割れ評価のための進化計算と機械学習を組み合わせた画像解析の試行

長崎大学 学生会員 ○一瀬郁夢 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 長崎大学大学院 正会員 奥松俊博

### 1. はじめに

近年、道路の維持管理を効率的・客観的に行うための様々な手法や技術が開発されている。路面の健全度は、平坦性、わだち掘れ、ひび割れやポットホールなどの損傷の状況などにより評価されるが、特にひび割れは、個々は微細でありながら面的な拡がりを持つ損傷であるため、精緻に評価するには労力と費用を要する。このことから、路面のひび割れを対象とする点検・診断手法の開発が数多く行われており、特に近年の人工知能 (Artificial Intelligence, 以下、AI) を始めとする機械学習の発展と普及により、ひび割れを自動抽出・識別する画像処理手法の開発は非常に活発である。しかしながら、例えば災害発生前後において道路の損傷の発生や進行を定量的に評価するためには、AI による識別だけでは不十分で、定量的な情報を精緻に取得することが求められる。本研究では、ひび割れの精緻な検出に優れた進化計算法を応用した画像解析と、ひび割れ等舗装の可視損傷の識別に長けた機械学習による画像解析を組み合わせた、定量的な路面ひび割れ評価手法を構築することを目的として、進化計算法を用いて精緻なひび割れ抽出画像フィルタを構築した。

### 2. 対象とする画像

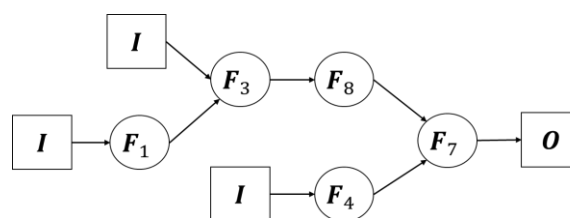
本研究で対象とするのはドライブレコーダーで撮影された路面画像である。撮影された画像には、損傷のない領域が多く含まれており、すべての路面領域に対して画像解析を行うのは非効率的である。そこで本研究では、事前の画像処理によってひび割れやポットホール、パッチング、マンホール、路面標示の掠れなどの路面の劣化・損傷が識別された後の画像から、ひび割れ箇所のみを抽出して画像解析を行う。図1にドライブレコーダーの集録画像において路面の劣化・損傷を識別した結果を例示する。



図1 集録画像例

### 3. 遺伝的プログラミングによる画像フィルタの生成方法

これまで、様々な画像処理手法が提案されているが、一般に、それらは処理対象が限定的であるため、特徴の異なる画像に対してうまく処理できないことがある。また、処理手法の設計は試行錯誤を繰り返すため、莫大な時間がかかる。本研究では、遺伝的プログラミング (Genetic Programming, 以下、GP) を応用して、既知の画像フィルタを木構造状に配置して構成される画像フィルタを構築することとした。画像フィルタは、図2に示すように、複数系列に入力された画像  $I$  に対して、複数の異なるフィルタ  $F_i$  を組み合わせることで適用し、出力画像  $O$  を得るように構成される。



$I$ : 入力画像,  $F_i$ : 既知のフィルタ,  $O$ : 出力画像

図2 木構造状画像フィルタの概念図

### 4. 路面ひび割れ抽出のためのフィルタの構築

#### (1) 教師画像

目的とする画像処理を再現する最適なフィルタの組み合わせの探索には、原画像と目標画像、重み画像を一組とする教師画像を適切に用意することが重要である。特に、原画像におけるひび割れとそれ以外の不要な情報の分布情報が、路面ひび割れを評価する画像のそれに近い状態であるほど、高い抽出精度を有するフ

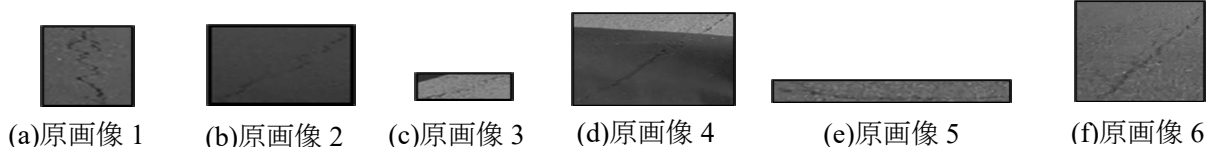


図3 木構造状画像フィルタの自動生成で用いた原画像

フィルタが生成される。本研究で使用した教師画像を図3および図4に示す。図4には、図3(a)に示す原画像に対応する目標画像および重み画像を示している。

## (2) 最良の画像フィルタの構築

GPによって生成される画像フィルタは、入力画像から目標画像を得る複雑な一連の画像処理を再現するフィルタである。一方で、路面の劣化・損傷の可視的な状態は、舗装のタイプや供用年数、劣化・損傷の進行程度などによって様々であるが、大きくは幾つかのタイプに分けられる。そこで、本研究では劣化・損傷のタイプごとにフィルタを作成することにした。ひび割れに関しては、AIによる識別処理によって「curve crack」、「alligator crack」、「straight crack」の3つのタイプに識別されているため、3つのタイプのひび割れ抽出画像フィルタを構築した。

## 5. 検証用画像への適用結果

ひび割れのタイプごとのひび割れ抽出画像フィルタを検証用画像に適用した結果を図5から図7に示す。それぞれ、図5には「curve crack」、図6には「alligator crack」、図7には「straight crack」を含む検証用画像への適用結果を示している。これらの結果をみると、汚れや骨材などの誤抽出が若干認められるものの、いずれの画像においても、主要なひび割れを良好に抽出できていることがわかる。

## 6. まとめ

本研究では、路面の可視損傷の識別に長けた機械学習と組み合わせて精緻に路面ひび割れを定量評価するための、ひび割れ抽出画像フィルタを、進化計算法を用いて構築した。ひび割れのタイプごとに画像フィルタを構築し、それぞれ検証用画像へ適用した結果、いずれのタイプのひび割れに対しても良好に抽出可能であることがわかり、手法の有効性が認められた。

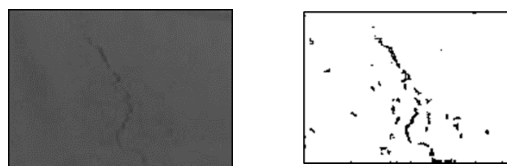
## 参考文献

- 1) Takafumi Nishikawa, et.al.: Concrete Crack Detection By Multiple Sequential Image Filtering, Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, Vol. 27, pp. 29-47 (2012.1)



(a) 目標画像 (b) 重み画像

図4 原画像1に対する目標画像と重み画像

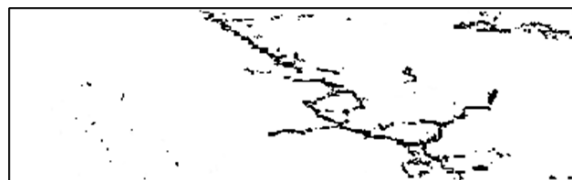


検証用画像4 検証用画像4の適用結果

図5 curve crack用の最良フィルタの検証用画像への適用結果



検証用画像3



検証用画像3の適用結果

図6 alligator crack用の最良フィルタの検証用画像への適用結果



検証用画像4 検証用画像4の適用結果

図7 straight crack用の最良フィルタの検証用画像への適用結果