

## 画像処理を応用した舗装道路におけるクラック抽出手法の構築

山梨大学 学生員 ○横井 秀明 , 山梨大学 正会員 吉田 純司  
 東京大学 正会員 西川 貴文 , 山梨大学 フェロー会員 杉山 俊幸

### 1. はじめに

現在、道路での舗装路面の維持管理における健全度評価は、検査車や診断装置などの非常に高価なシステムを導入している反面、その評価作業は、検査員の経験に基づいた主観によるところが大きく、非効率的であるうえ、定量性に欠けるものとなっている。今後、道路網の整備計画の進歩に伴い、供用延長の長大化が確実であることを考えると、このような診断システムの現況は決して看過できるものではなく、自動化による合理的な診断手法の確立が強く望まれる。

本研究では、道路舗装に発生、進展する顕著な損傷であるクラックを抽出するための、画像処理手法の構築を目的とする。まず、収録された路面の画像から、クラックを抽出する木構造状の画像フィルタを構築し、その汎用性を舗装画像に適用しながら検討する。次いで、舗装画像を様々な領域に区切り、画像フィルタを適用する。得られた画像の比較を行うことにより、高い精度でのクラック抽出が可能な処理手法を構築する。

### 2. クラック抽出のための画像フィルタの構築

多様な舗装画像に対して、目的の効果を頑健に達成するため、図-1 に示すような、木構造状の画像フィルタ<sup>1)</sup>(以下、複合画像フィルタ)を構築することとした。木構造の適切な組み合わせの探索には、遺伝的プログラミング(以下、GP)を用いたシステム<sup>2)</sup>(以下、木構造状画像フィルタ生成システム)を応用した。

GPによって探索される複合画像フィルタの評価に用いる画像(以下、原画像)は、不要な情報が多い箇所を選定したものとした。原画像とそれに対応する目標画像および重み画像(以下、これらを教師画像セットと呼ぶ)の一例を、図-2 に示す。

本研究では、複数の教師画像セットを木構造状画像フィルタ生成システムに入力し、複合画像フィルタの評価を統合的に行う。短期間でより良好な探索解を得るため、二段階に分けフィルタの探索をする方法を用いた。第一段階では、計算効率の観点から、サイズの大い原画像を除外し、約40通りの組み合わせについて探索を行う。第二段階では、第一段階の最良個体のみを集めた集団(約40個体)に対し、全ての原画像を

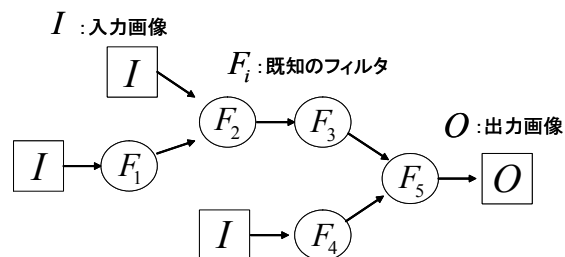
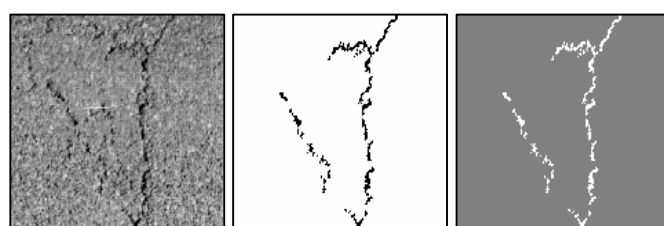


図-1 GPを用いて生成される木構造状の画像フィルタ



(a) 原画像1 (b) 目標画像1 (c) 重み画像1

図-2 複合画像フィルタ探索のための教師画像の例

入力画像として複数回探索し、その中の最も優れた個体を「最良の複合画像フィルタ」とする。<sup>3)</sup>

探索によって得られた、最良のフィルタの評価を行うために、図-3 に示すような実際の診断に用いられている舗装画像の一部にフィルタを適用した結果を、図-4 に示す。フィルタを適用すると、クラックの抽出とともに、多数のノイズが発生した。中心部よりも端部でのノイズの発生が顕著であることから、撮影時の照明条件の違いによる、画像の横断方向における明暗の違いが、ノイズ発生の一因になっていると考えられた。

### 3. ノイズの抑制手法

クラック抽出領域と、誤抽出されたノイズ部分との比較を行うと、ノイズ部分は画素数の少ない集合である。そのため、黒画素を8連結の条件でラベリングし、その集合の画素数を基準として、画素数の少ない集合を除去した。

さらに、画像の横断方向における明暗が一定となるよう、中心から同じ距離にある全画素の集合の平均値を、特定の階調値に統一した。本研究では、画像内に顕著なクラックや補修箇所のない舗装画像3枚から、階調値の平均を求めた値175に階調値を統一した。

キーワード：舗装 クラック 画像処理 遺伝的プログラミング

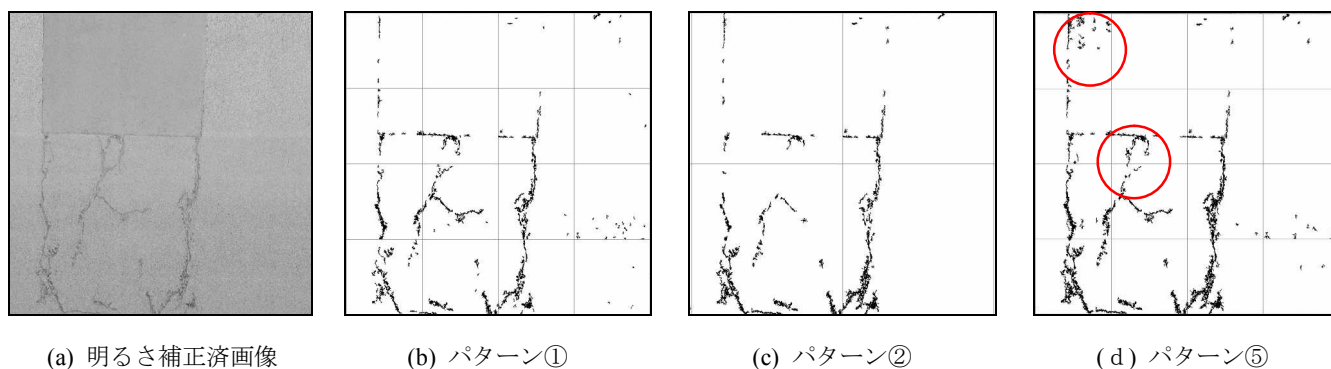
連絡先：〒400-8511 山梨県 甲府市武田 4-3-11 山梨大学大学院 医学工学総合教育部 TEL 055-220-8520



図-3 レーンマーク内を切り抜いた診断画像



図-4 診断画像へのフィルタ適用結果



(a) 明るさ補正済画像

(b) パターン①

(c) パターン②

(d) パターン⑤

図-5 舗装画像の分割による最良のフィルタ適用例

#### 4. 画像フィルタの適用方法

現行の舗装画像のサイズは、複合フィルタの構築に用いた原画像および対象画像と比べ、画素数が極端に大きく、撮影範囲が $50m \times$ 道幅( $3.5m$ )と横方向に非常に長いものとなっている。従って、正方領域になるよう舗装画像を分割しフィルタの適用を行った。本研究で用いた、2通りの舗装画像の分割方法を以下に示す。

- ① 左右のレーンマーク間を4分の1に分割し、その長さに合わせた正方領域を設定し、最良フィルタを適用する。
- ② 左右のレーンマーク間を2分の1に分割し、その長さに合わせた正方領域を設定し、最良フィルタを適用する。

舗装部分の階調値の補正を行い、フィルタの適用パターン①、②をそれぞれ実行した後に、ノイズ部分の除去を行った画像を図5-(b)及び図5-(c)に示す。図より、ノイズを除去しながら、大部分のクラックにおいて抽出ができていることが分かる。しかし、グリッドの境界付近での、クラックの細かい抽出ができていない。

グリッドの境界付近でのクラック抽出が可能となるよう、フィルタ適用領域に重なりを設け、精度よく抽出が行えるようにした。本研究で用いた、3通りのフィルタ適用領域の重ね方を以下に示す。

- ③ 適用範囲は②と同様とし、進行方向に重なりを設け、

最良フィルタを適用する。

- ④ 適用範囲は②と同様とし、横断方向に重なりを設け、最良フィルタを適用する。
- ⑤ 適用範囲は②と同様とし、進行方向および横断方向に重なりを設け、最良フィルタを適用する。

パターン⑤を適用した画像を、図5-(d)に示す。適用領域に重なりを設けることにより、グリッドの境界付近でのクラックの抽出が可能になったことが分かる。

#### 5. まとめ

本研究では、アスファルト舗装の表面を撮影した画像から、クラックを頑健に抽出することができる画像処理手法を構築した。アスファルト舗装部分において、ノイズの発生を抑えながら、細部におけるクラックの抽出が可能になった。

#### 参考文献

- 1) 長尾智晴：進化的画像処理，昭光堂，2002。
- 2) 青木紳也，長尾智晴：木構造状画像変換の自動構築 ACTIT，映像情報メディア学会誌，Vol.53，No.6，pp.888-894，1999。
- 3) 西川貴文，吉田純司，藤野陽三：木構造状画像フィルタを用いた路面性状の合理化診断システムの構築，土木学会論文集 A，Vol63，No.4，pp.599-616，2007。