

(63) 画像解析とCamera Vector技術を用いた道路のひび割れ検出およびデータシステムの検討

矢吹 信喜¹・小塩 晃平²・山口 伸明³・道川 隆士⁴・福田 知弘⁵

¹フェロー会員 大阪大学教授 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻
(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1) E-mail: yabuki@see.eng.osaka-u.ac.jp

²非会員 元大阪大学 工学部 環境・エネルギー工学科 学生

³非会員 株式会社日建技術コンサルタント 代表取締役社長
(〒542-0012 大阪府大阪市中央区谷町6-4-3)

⁴非会員 大阪大学特任助教 環境イノベーションデザインセンター
(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1) E-mail: michikawa@ceids.osaka-u.ac.jp

⁵正会員 大阪大学准教授 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻
(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1) E-mail: fukuda@see.eng.osaka-u.ac.jp

道路の維持管理は重要な課題であるが、道路舗装のひび割れの測定作業は、スケッチや道路の写真画像から目視によって行われており、多大な労力と時間がかかるため、地方自治体などでは実施が大変である。そこで、本研究では道路を撮影した写真の画像解析により、自動的にひび割れを抽出するシステムを開発した。加えて、実際の三次元座標や距離、面積などを画像から算出できるCamera Vector技術によって作成された三次元空間にひび割れの抽出データを読み込み、その結果を表示させるシステムを開発した。これにより、ひび割れの測定作業の効率化および道路舗装の修繕工事計画への定量的評価の導入が図られることが期待される。

Key Words : camera vector, crack detection, image processing, operation and maintenance

1. はじめに

道路は社会や我々の生活に非常に密接に結び付いた社会資本の最も基礎的な設備であり、その維持管理は非常に重要である。一方で、道路のひび割れの測定作業は、スケッチや道路の画像から目視によって測定され、この作業は人材や維持管理・更新に要する費用が乏しい自治体にとって非常に大変な作業である。また、ひび割れの位置や分布を俯瞰的に把握することは難しく、それらの情報は、修繕工事を計画的、効率的に行うためには必要不可欠である。

そこで、本研究は道路を撮影した画像を画像解析により、自動的に道路のひび割れを抽出するシステムを開発した。加えて、実際の三次元座標や距離、面積を画像から算出できるCamera Vector技術によって作成された三次元空間にひび割れの抽出結果を読み込み、結果を表示させることを目的とした。これにより、ひび割れの測定作業の効率化、さらには事前にひび割れ修繕工事の計画を

立てやすくし、工事の効率化を図ることを目指す。

2. 道路舗装ひび割れ検出システムの概要

本研究は、道路の画像の特徴として、①パッチングや白線等の道路標識を除き、連続する画素で輝度値は大きく変わらない、②ひび割れや損傷がある部分の輝度値は周囲の画素より小さい、という2つの特徴に注目して画像処理手法を考案した。

本研究のシステムでは、入力データに道路を写したオルソ画像を使用し、その画像に対し画像処理を行うことによってひび割れを抽出する。その結果をCamera Vector技術によって生成される映像に表示する。

本研究は、画像処理にRANSAC法 (RANDOM SAMPLE Consensus)¹⁾を適用した。画像内の全画素の二次元座標とその輝度値により構成される三次元の空間にRANSAC法を用いることで、閾値内に最も多く点を含む平面を作成

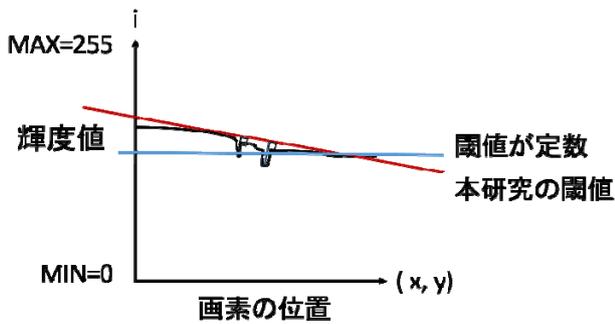


図-1 画素の2次元座標と輝度値の関係と閾値の設定.

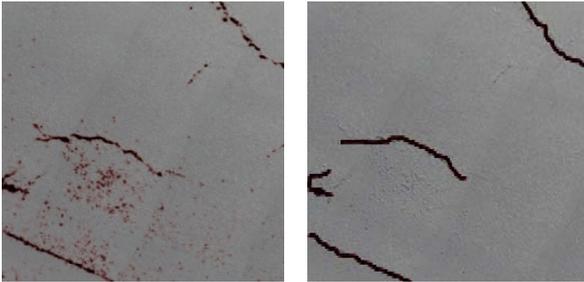


図-2 本研究の手法によるひび割れ抽出(左)と目視によるもの(右).

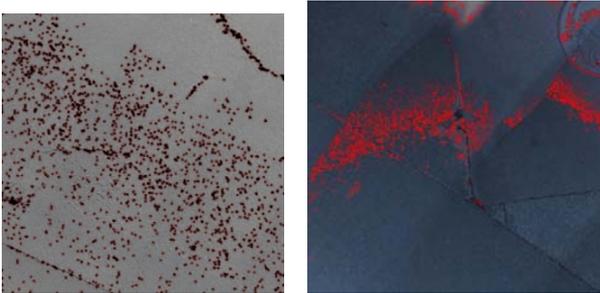


図-3 田中²⁾の手法によるひび割れ抽出.

図-4 マンホールを含んだ画像の場合の結果.



図-5 Camera Vectorによって作られたCGへの結果の表示.

し、その平面との距離が一定以上離れている点の画素をひび割れとして抽出する。この手法を用いることで、ひび割れかどうかを判断する閾値の設定を周辺画素の輝度値との比較によって行うことが可能となる(図-1)。その後、白線や影等の連続的に輝度値が周辺画素と大きく異なる部分に対して、モルフォロジー変換のオープニングを行い、ひび割れ抽出から除外する。

ひび割れかどうかの判断を行う平面からの距離の閾値は、画像によって最適な値が異なるため、より正確にひび割れを抽出するには、画像ごとに目視を行い、手動で閾値を設定する必要がある。さらには、オープニングを行うために必要な構造化要素に対しても、検討が必要である。

3. 実験結果

本手法と目視による方法を比較すると、ノイズは多少あるものの、概ねひび割れの抽出ができていることが分かる(図-2)。また、田中²⁾の手法(図-3)と比較しても、本手法の方がひび割れを正確に抽出している。しかし、大きな影やマンホールを含む画像(図-4)等では、正確にひび割れを抽出することができなかった。また、Camera Vectorの映像にひび割れ情報を表示した結果を図-5に示す。

4. 結論

本研究では、以下の結論を得た。

- 道路を撮影した画像を、RANSAC法を用いて画像処理することによって、ひび割れを検出するシステムを開発した。
- 約100枚の画像に本手法を用いた結果、約4割の画像で正確にひび割れを検出したが、画像毎に閾値等のパラメーターを変えれば、さらに正確なひび割れ検出が可能になると考えられる。

今後の課題として、ラベリングによるノイズの除去、マンホールの模様の抽出の除去、RANSAC法に用いる閾値のパラメーターを画像特徴から自動設定することが挙げられる。

謝辞：本研究を遂行するに当り、株式会社岩根研究所の佐藤友之様、鶴瀬隆一郎様、株式会社日建技術コンサルタントの岸本一馬様にお世話になりました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) Konstantinos G. Derpanis: Overview of RANSAC Algorithm, Ver. 1, 2010.
- 2) 田中直樹：レーザー画像を用いた路面からのクラック抽出, 土木学会論文集 E, Vol.62, No.4, pp.631-640, 2006.