

コンクリート構造物の外観検査のための画像合成法

和田 脩平*¹ 藤田 悠介*¹ 浜本 義彦*¹

*¹ 山口大学 大学院医学系研究科

1. はじめに

現在、コンクリート構造物の老朽化が社会問題となっており[1], コンクリート構造物の延命化のために維持管理が重要とされている. 維持管理のための点検を効率良く行うために外観検査技術が求められている.

画像処理を用いた点検ではひび割れなどの損傷の抽出[2]が効率的に行え, データ管理も容易となる. 本研究ではコンクリート表面を撮影した画像から損傷の状態や位置を記録するために, 平面射影変換により構造物全体の画像を自動合成する手法を提案する. また, 画像合成時に視点の異なる画像を用いることにより, 障害物の除去を行う.

2. 画像合成

画像を用いてコンクリート表面のひび割れなどの微細な損傷を評価するためには, 高解像度の画像が必要である. 高解像度の画像により構造物全体の画像を合成するためには, 膨大の画像が必要とされる. したがって, 手作業により全体画像を作成するには時間とコストがかかるため, 作業の効率化を図るために合成の自動化が求められる.

2-1. 提案手法の概要

コンクリート表面を撮影した画像から抽出された特徴点により画像間の位置合わせを行う. 図1に提案手法の処理の流れを示す.

本手法では特徴点の抽出には SIFT[3]を用いる. SIFT とは特徴点の検出と特徴量を記述するアルゴリズムである. 検出された特徴点に対して, 画像の回転やスケール変化に頑健な特徴量を記述することができる.

合成に用いる画像間で, 抽出された特徴点の対応づけを行う. 特徴空間内でのユークリッド距離による最近傍探索により, 画像間の特徴点に対応付ける. このとき, 誤対応を防止するた

めにユークリッド距離の閾値を設定し閾値を超えるものは対応付けをしない.

画像の幾何学的変換には平面射影変換を用いる. 対応付けた特徴点の組を使用して変換行列を推定する. 推定結果が誤対応などの例外値の影響を受けないように RANSAC 法を用いる. 求めた射影推定変換行列を使用して, 画像を合成する.

2-2. 死角補間

コンクリート構造物の点検を目的としているため, コンクリート面の合成画像が重要となる. しかし, 撮影した画像に障害物が存在する場合に死角が生じるためコンクリート表面が隠れる問題がある. この死角の問題に対して, 明るさによる画素選択法を提案し, 障害物を除去する. 合成時に画像の重なり合う領域で, 画像間で対応する画素の輝度値を比較し, 輝度値により画素を選択する.

3. 実験

3-1. 画像データ

本研究では高架橋の床版の裏を, 撮影範囲を分割して撮影した 30 枚の画像に対して画像合成を行った. 画素数は 4752×3168 である. また, 橋脚を動画で撮影したデータを用いた合成も行った. 動画データの画素数は 1920×1080 であり, 10fps で 3 秒間撮影したものをを用いた.

3-2. 実験方法

高架橋の床版の裏を撮影した画像では合成する部分を 3 段に分け, 1 段ずつで画像合成を行った.

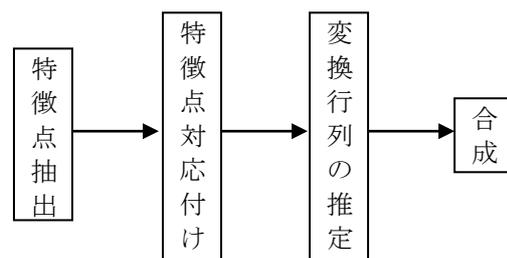


図1. 提案手法の概要

A method of image stitching for visual inspection of concrete structures

Shuhei Wada*¹ Yusuke Fujita*¹ Yoshihiko Hamamoto*¹

*¹Graduate School of Medicine, Yamaguchi University

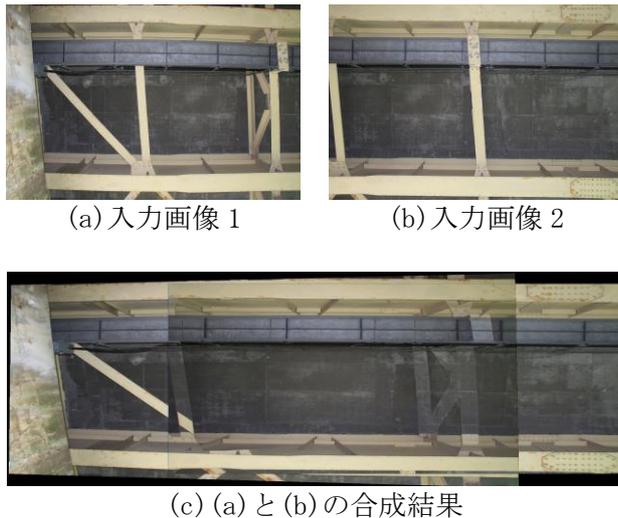


図2. 床版の合成結果

高架橋の床版の裏を撮影した画像には、鋼材が写っているため死角が見られる。この画像の合成では、前景部分と背景部分が重なる領域では、画素選択法により輝度の低い画素を選択した。合成結果は目視により成功、失敗の評価をした。また、橋脚を撮影した動画像では、金網が写っている。この動画像の合成では、画素選択法で明るい方を選択した。

3-2. 結果と考察

高架橋の床版の裏の画像の合成結果例を図2に示す。床版の裏の画像の合成では、全体の成功率は70%であった。1段目、2段目では比較的高い成功率が得られたが、3段目の結果に関しては合成の成功率が50%であった。失敗した画像では、コンクリート表面に特徴が少なく特徴点の対応付けに失敗している。また、前景部分が立体的な構造を持つ対象を、視点を変えて撮影した画像には視差が存在する。合成する画像で視差が存在しているためにコンクリート平面以外で位置合わせしたために、失敗する例が見られた。特徴点の検出または対応付けの際に、コンクリート面以外の特徴を削除することで誤対応が減り、合成の精度が向上すると考えられる。

次に、橋脚を動画像で撮影したデータを用いた合成結果を図3に結果を示す。輝度による画素選択を行うことにより、前景部分を除去することができている。しかし、本データでは、撮影時のカメラの移動が、上下方向のみであったため、標識の裏のコンクリート面のデータが取得されていない。そのため、標識を除去することが出来ていない。

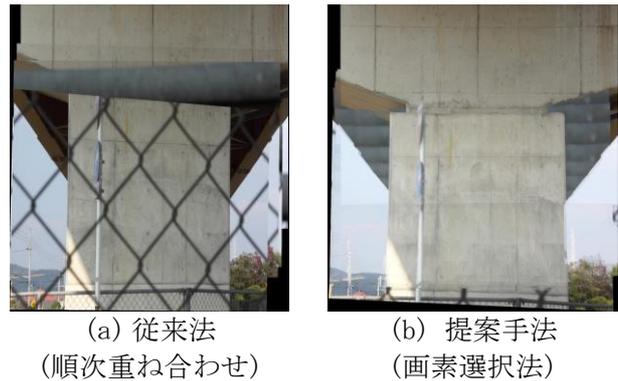


図3. 死角補間を用いた合成結果

また、本実験では、合成に用いる画像によって前景を除去するための明るさ判定の条件の変更が必要であった。画素選択法の条件設定の自動化が課題である。これに対して、3次元モデルを適用することが考えられる。3次元モデルでは奥行き情報が得られるため、前景部分と背景部分の区別ができる。つまり、明るさに依存しない前景除去を実現できる可能性がある。

4. おわりに

本稿では、連続して撮影されたコンクリート表面の画像に対して合成処理を行う方法を提案した。死角の問題に対して、合成時に重なりがある部分では明るさの条件による画素選択により前景を除去することができた。今後は、明るさ条件に依存することなく前景除去を行うために3次元モデルを適用していく予定である。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 24760364 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 魚本健人, “「非破壊検査」ではかるコンクリート構造物への応用”, 土木学会誌, Vol. 66, No3, pp. 459-470, 2010.
- [2] 藤田悠介, 中村秀明, 浜本義彦, 画像処理によるコンクリート構造物の高精度なひび割れ自動検出, 土木学会論文集 F, Vol. 66, No3, 459-470, 2010.
- [3] D. G. Lowe, “SIFT- The Scale Invariant Feature Transform”, International Journal of Computer Vision, Vol. 60, No. 2, pp. 91-110, 2004.