

画像解析による振動する構造物の変位計測手法の一試行

長最大学大学院 正会員 中村聖三 長崎大学大学院 学生会員○埴賢治
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

1. はじめに

我が国では、高度経済成長期に集中的に整備された土木構造物は今後更新の時期を迎える。補修・更新に要する費用はますます増大することが予想され、効率的な維持管理手法が求められている。その中で、振動計測による構造物の劣化の推定や、画像解析を用いた可視損傷の認識の研究が進められている。近年では計測機や計算機技術の発達により、様々なデータを含む大規模な情報の演算処理を、高速で行うことが可能となってきた。このように、ハードウェアの技術の進歩とともに画像解析を用いた非接触計測法を用いることの有用性が大きくなっている。本研究では、非接触計測法として汎用のビデオカメラを用い画像の解析を行うことで、振動する構造物の変位を計測する手法を提案し、画像解析アルゴリズムの構築を目的とする。

2. 手法

2.1 対象データ

本研究の対象動画は、長崎県北西部に位置する生月大橋 P6 橋脚付近の北側斜材部の風による励起振動を汎用のハンディカム用い、動画記録画素数 1920×1080 、フレームレート 60 p の条件で撮影したものである。本研究では汎用のビデオカメラのフレームレートが 60 p であることから、高次振動を対象とせず一次振動を対象としている。対象部材の一次固有振動数は $7 \sim 9 \text{ Hz}^1$ に存在していることからフレームレートは 60 p で十分だと考えた。

2.2 画像手法(概要)

撮影した画像の中で対象構造物の特徴点を抽出し、任意で設けた基準点からの距離を求め pixel 単位で計測したものを、実際のスケールと比較することで、構造物の変位を推定する。

3. 画像解析による変位解析アルゴリズムの構築

本研究において構築したアルゴリズムのフローチャートを図-1 に、今回アルゴリズムを構築するにあたって対象とした橋梁の振動部材の静止画を図-2 に記す。RGB 画像をグレースケールの画像(図-3)に変換し、二値化を行うことで図-4 の画像を得る。閾値に Otsu 法を用い、自動算出することで入力画像の階調度分布の違いにも一定の効果を得る

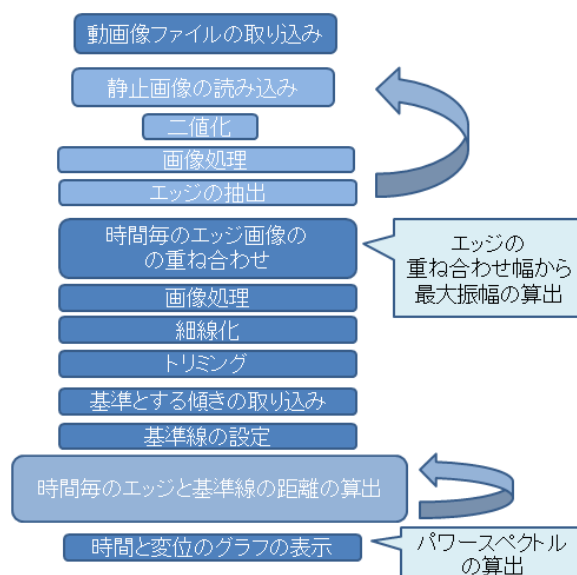


図-1 変位計測全体のフローチャート



図-2 対象動画画像から切り出した静止画



図-3 グレースケール化



図-4 二値化

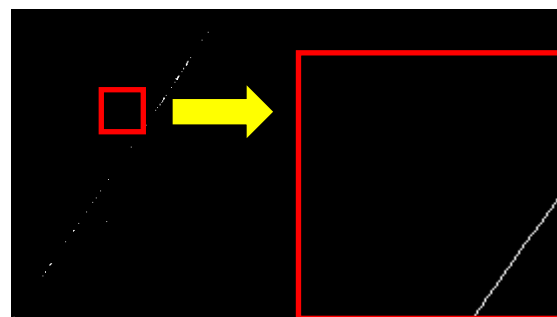


図-5 エッジの抽出

ものとした。次に対象物の変位を把握するために部材特徴点であるエッジを検出する。時間毎に検出したエッジ（図-5）の画像の重ね合わせが図-6である。これを一つのオブジェクトとみなし、その太さを測ることで最大振幅を推定した。次にこのオブジェクトに細線化を施し、この直線の傾きを基準の傾きとした。基準となる傾きを持った直線を画像内に任意で固定し、この直線の中心を通る法線を引く。この法線と基準の直線の交点と時間毎の画像との交点の距離を測り pixel 単位で算出した。実際の変位を推定するため、単位 pixel 当たりが何ミリメートルに相当するかを変位計測に用いたのと同様の手法を用い計測した。500mm の部材幅が 777.4pixel で表されていることから、1 pixel が 0.64mm に相当することが解った。

4. 手法の適用結果

対象物の変位と時間のグラフを図-7、一秒毎の変位の平均値と変位の差を表したものを図-8 に示す。細線の画像の重ね合わせたオブジェクトの幅から求めた最大振幅は誤差は 1 pixel 以内であった。オブジェクトの幅から求めたものは、両端をエッジ抽出処理をしていることから 1 pixel ほど大きい値になる。このことを考慮し、図-7 から求めた最大振幅を用いると、実際の最大振幅は 22.4mm と推定できる。次に、図-8 からスペクトルを算出すると 6.5Hz 付近のスペクトルが卓越しており、既値の部材固有振動数と概ね同じ値を得ることができた。図-7 のスペクトルで 0.3Hz 付近のスペクトルが卓越しており、実際の部材の変位か、その他の条件に因るものなのか検証が必要である。

5. まとめ

本研究では、変位測定のアロリズムを構築し、構造物の変位を求める手法を提案した。最大振幅の推定、対象部材の一次固有振動数に近い 6.5Hz 付近の部材振動を計測することができた。、接触法では計測が困難な環境であっても対象物の動画の撮影することで、非接触法としての変位計測手法として実際に変位を求める手段として実装する可能性を見い出せた。今後の課題としては、対象部材の変位量、最大振幅の精度の検証が十分でなく、スケーリングの方法や画像解析方法の改善が必要である。また、悪条件下での撮影、認識が困難な対象構造物に対する適用を考えた画像解析アルゴリズムの構築を目指す。

参考文献

- 1) 長崎大学大学院 生月大橋損傷原因究明検討報告書, 2012, P49 - 52

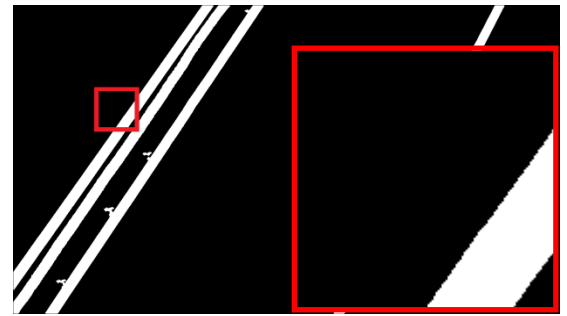


図-6 エッジを重ね合わせた画像

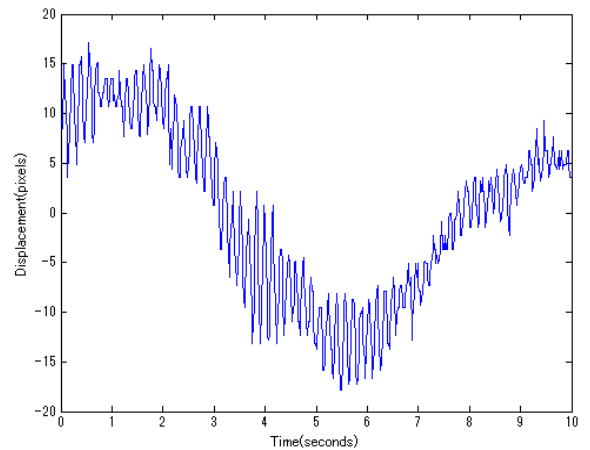


図-7 変位量と時間のグラフ

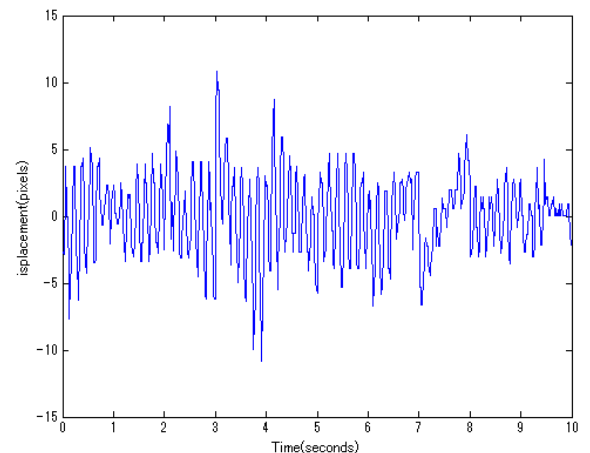


図-8 変位量と時間のグラフ

(一秒毎の変位の平均値からの差)

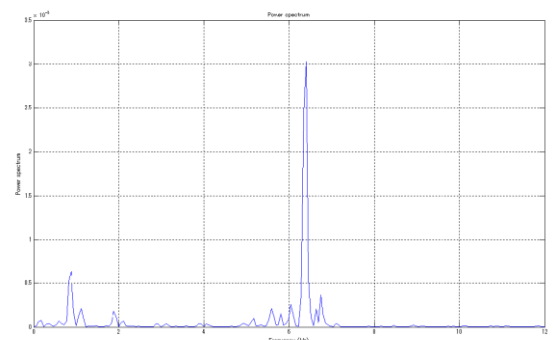


図-9 図-8 のパワースペクトル