

橋梁損傷体験システムのためのビデオカメラ画像の自動連結手法

山口大学大学院 学生会員 ○富保 宏紀・長崎 恭二
山口大学大学院 正会員 内村 俊二・フェロー会員 宮本 文穂

1. はじめに

近年、国内において多くの橋梁の高齢化が懸念されており、橋梁の維持管理が重要視されている。しかしながら、高齢化による熟練技術者の退職、同時に少子化により新しく就業する若年層の減少から絶対数として減少し、橋梁点検士の人材が不足している。また、経済不況による公共事業費の削減で橋梁点検士の教育も疎かになっている。

そこで、本研究ではVRを用いた視覚的に再現する橋梁損傷体験システム(VR-D-Bridge)¹⁾²⁾を導入することにより、低コストで、効率的な橋梁点検士の教育システムを研究している。この教育システムでは、実橋の詳細写真を連結した画像を3次元CGモデル作成時に用いる。しかしながら、既存の画像連結ソフトを用いて画像連結を行うと、写真撮影に労力を要する点、および多くの時間の労力を要する点が問題であった。そこで本研究では、実橋をビデオカメラで撮影し、ビデオカメラのフレーム画像を用いた画像の自動連結手法を提案し、その手法の有効性を検証した。

2. 3次元CGモデル作成

2.1 3次元CGモデルの構成

本研究のVR-D-Bridgeに用いる3次元CGモデルの作成手順を図-1に示す。

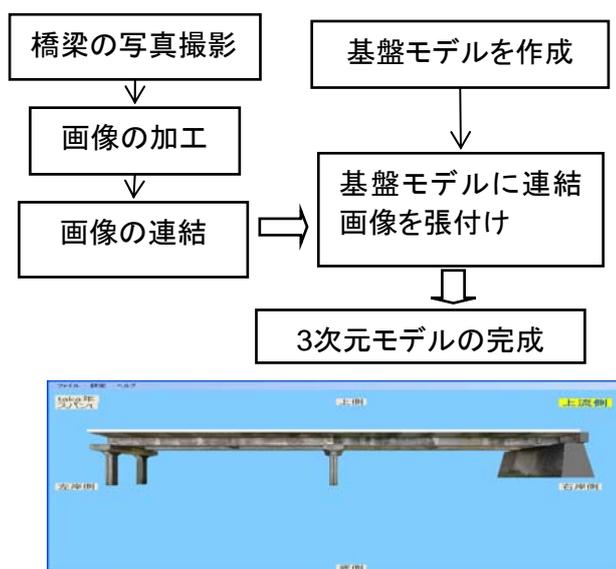


図-1 3次元CGモデルの作成の流れ

2.2 画像連結の問題点

これまでの画像連結は既存の画像連結ソフトを用いて手動で行っていた。したがって、多くの時間と労力が浪費され、手動で連結した後も、明度の違いやサイズの調整を行っていた。そこで昨年度の研究では、特徴点に基づく画像の自動連結手法を提案・検討した。しかしながら、デジタルカメラで撮影した橋梁画像では、向きやサイズ、明度が異なる画像が多く、その結果、目視によって特徴点を抽出し、自動連結を行った。

3. ビデオカメラによる画像連結の自動化手法

本研究では、画像の明度の違いやサイズの大きさを少なくするために、ビデオカメラを用いた撮影に切り替え、新たな画像の連結手法を作成した。

3.1 本手法の手順

本手法の一連の流れを図-2に示す。

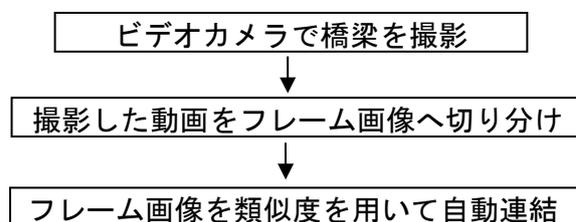


図-2 本研究の流れ

3.2 ビデオカメラを用いた撮影

ビデオカメラで橋梁を撮影する場合、いくつかの注意事項がある。まず、橋梁動画のサイズが変動しないために、橋梁に対して平行を保ちながら撮影を行わなければならない。また、撮影状態が悪いと画面に揺れが生じてしまうおそれがあるので、土台などを用意する必要がある。さらに、撮影速度を一定に保たないと、歪んだフレーム画像になるおそれがある。これらの注意事項に気をつけて、橋梁の隅から隅まで撮影を行う。

3.3 動画からフレーム画像へ

画像連結するには、静止画像で行わなければならない。したがって、撮影した動画をフレーム画像へ

切り分ける。実際に、フレーム画像へ切り分けた画像を図-3に示す。

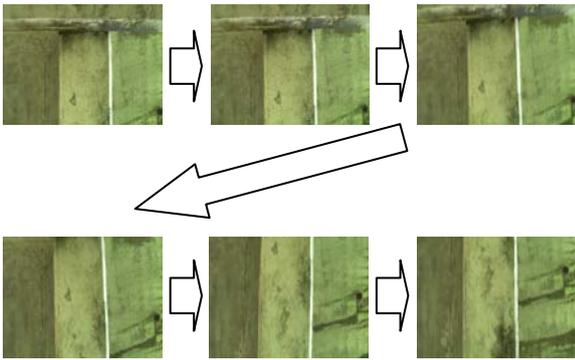


図-3 動画からフレーム画像へ

3.4 類似度による画像連結

本研究では、新たな手法として類似度を用いた画像連結を行う。

連結方法は、隣接する画像間の類似部分を抽出し、最も類似している部分に画像を重ねていくものである。類似度の計算方法を説明するために、図-4に隣接する画像A、画像Bの例を示す。

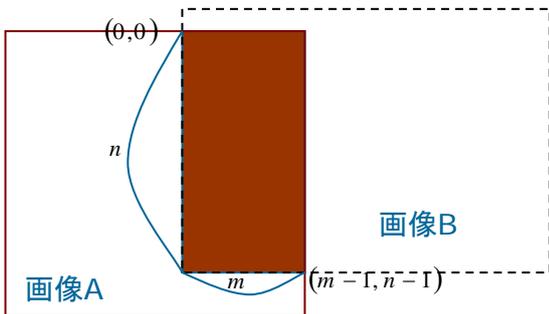


図-4 隣接する画像A、画像B

画像Aの重複領域の輝度値の値を $I(i,j)$ 、画像Bの重複領域の輝度値の値を $T(i,j)$ とする。座標の (i,j) は画像A、Bの重複領域の幅を m 画素、高さを n 画素とし、左上の座標を $(0,0)$ 、右下の座標を $(m-1, n-1)$ とする。重複領域について正規化相互関係[ZNCC: Zero-mean Normalized Cross-Correlation]³⁾

$$R_{ZNCC} = \frac{\sum_{j=0}^{n-1} \sum_{i=0}^{m-1} ((I(i,j) - \bar{I})(T(i,j) - \bar{T}))}{\sqrt{\sum_{j=0}^{n-1} \sum_{i=0}^{m-1} (I(i,j) - \bar{I})^2 \times \sum_{j=0}^{n-1} \sum_{i=0}^{m-1} (T(i,j) - \bar{T})^2}} \quad (1)$$

を求め、算出した値が1に近いほど類似していると判断される。

4. 提案結果

本研究では、山口県山口市に架設された旧高田橋を対象とした。ビデオ映像は長さ19秒であり、フレーム画像枚数は556枚である。主桁の側面部のフレーム画像と本手法で作成した連結画像を図-5、図-6にそれぞれ示す。



図-5 主桁の側面部のフレーム画像



図-6 主桁の側面部の連結画像

図-6より、スムーズに画像連結ができたことが分かる。しかしながら、撮影した動画が橋梁に対して平行を保てずに撮影したため、連結画像の左側と右側が少し曲がってしまった。また、画像連結にかかった時間は、約56分だった。

5. まとめ

本研究は、フレーム画像を用いた画像連結の自動化手法を提案した。そして、実橋梁のビデオ映像を用いて本手法の有効性を検討した。その結果、まず撮影した動画に多少の揺れが生じてしまった。さらに、橋梁に対して平行を保ちながら撮影できなかった。その結果、連結画像に歪みが生じた箇所があった。

以上の結果より今後の課題として、撮影方法を考慮すること、連結画像の高精度化、連結時間の高速化が挙げられる。

参考文献

- 1) A.Miyamoto, et al: VR-based education system for inspection of concrete bridges, Int. J. Computers and concrete, Vol. 3, No. 1, pp.29-42 (2006)
- 2) 内村俊二, 江本久雄, 高橋順, 宮本文穂: 目視点検を対象とした既存RC橋の点検者教育システムの開発, 土木学会第64回年次学術講演会, VI-373, 2009
- 3) 廣瀬通孝: バーチャル・リアリティ, 産業図書, 1993