

VR を適用した橋梁損傷体験システムのための画像連結の自動化手法

山口大学大学院 学生会員 ○長崎恭次
山口大学大学院 正会員 内村俊二
山口大学大学院 フェロー会員 宮本文穂

1. はじめに

現在、橋梁点検を行う人材が十分でなく、公共事業費の削減により橋梁点検技術者の教育が十分に行われていないという問題がある。この問題に対して、IT技術の急激な進歩に伴って発展したバーチャルリアリティ(VR)技術を用いて視覚的に再現する橋梁損傷体験システムの研究が行われており¹⁾、低コストで効果的な橋梁点検技術者の教育が可能となる。このシステムでは3次元CGを用いて橋梁モデルを表示している。特に橋梁の外観は、実際の橋梁画像を連結してモデルに張り付ける。しかしながら、既存の画像連結ソフトを用いて連結を行うと、多大な労力を要するという問題がある²⁾。そこで本研究では、橋梁画像の損傷箇所を画像の特徴点として抽出し、その特徴点を用いて2つの画像を連結する新たな手法を提案する。さらに、実際の橋梁画像を用いて本手法の有効性を検証する。

2. 3次元CGモデル作成

2.1 3次元CGモデルの構成

本研究で用いる橋梁の3次元CGモデルの作成手順を図-1に示す。

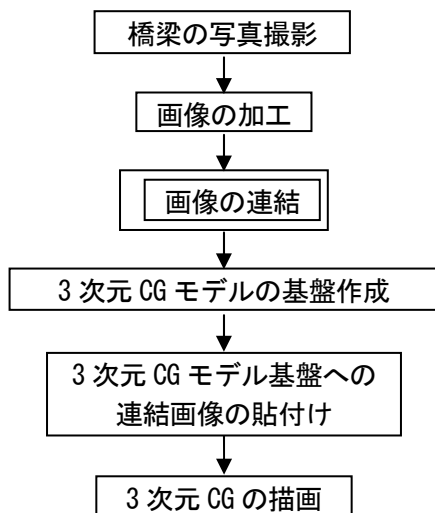


図-1 3次元CGモデル作成手順

2.2 画像連結の問題点

風景画像のパノラマ化のような画像連結は、既存の画像連結ソフトを用いるのが一般的である。しかしながら、橋梁画像のように特徴が少なく、向きもサイズも異なる画像連結は、既存ソフトを用いても容易でなく、目視での手動連結が行われている。さらに、手動

で画像連結した後も、画像間の輝度やサイズの調整もすべて目視の手作業で行なっている。その結果、多大な労力が浪費されるため、画像連結の自動化が望まれていた。

3. 画像連結の自動化手法

3.1 画像連結の自動化手法の概要

海、山、川等を撮影した風景画像に比べて、橋梁画像は、画像連結に有用な特徴となるものが少ない。しかしながら、橋梁のコンクリートのひび割れ、剥離等の形や色の変化を特徴として得ることができれば、画像連結が可能であると考えられる。そこで、以下のように画像連結の自動化手法を提案する。

3.2 画像連結の自動化手法の手順

画像連結の自動化手法の手順を図-2に示す。画像連結の自動化手法の手順の詳細説明を述べる。

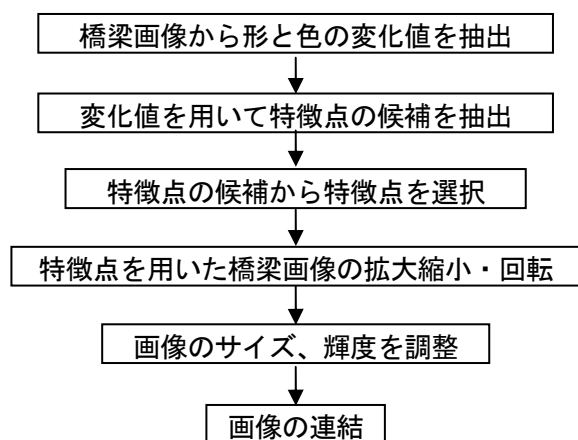


図-2 画像連結の自動化手法の手順

Step. 1: 橋梁画像から色と形の変化値を抽出

橋梁の損傷の形や色の変化を橋梁画像の特徴として得るために、まず、Sobelオペレータ³⁾を用いて、画素ごとの形と色の変化値を求める。

Step. 2: 変化値を用いて特徴点の候補を抽出

Step. 1で画素ごとに抽出した形と色の2つの変化値を式(1)の評価式を用いて、画素ごとに評価値を求める。次に、画像をブロック分割し、ブロックごとに評価値の大きさが第1位と第2位の値を抽出し、その値をもつ点を特徴点の候補とする。

$$\text{評価値} = a \times (\text{形の変化値}) + b \times (\text{色の変化値}) \quad (1)$$

式(1)の a , b ($0 \leq a, b \leq 1$) はそれぞれ形と色の変化値の重み係数を表す。画像中で形と色の変化が大きいと評価値が大きくなる。本研究では a , b の値は、予備実験の結果から、一致する特徴点の候補の組を最も多く得るという意味で $a=0.2$, $b=0.8$ とした。

Step. 3: 特徴点の候補から特徴点を選択

特徴点の候補の中から、さらに評価値の大きさが第1位と第2位の特徴点を求めることにより、画像全体で最も変化が大きい値をもつ2つの特徴点が求められる。しかしながら、画像によっては重なり合う特徴点ではなく、異なる点を得る場合があった。

Step. 3' : 特徴点の候補からマウスで特徴点を選択

改善策として特徴点の候補の中から、重なり合う2つの特徴点をマウスで選択する。この手法により、前の手法では抽出できなかった重なり合う特徴点を確実に得ることができる。

Step. 4: 特徴点を用いた橋梁画像の拡大縮小・回転

各橋梁画像から抽出した2つの特徴点の線分は長さ、傾きが異なるので、橋梁画像を拡大縮小・回転し、調整をすることにより、画像連結の際に、各橋梁画像の特徴点を重ねることができる。図-3に拡大縮小・回転を行う画像の例を示す。

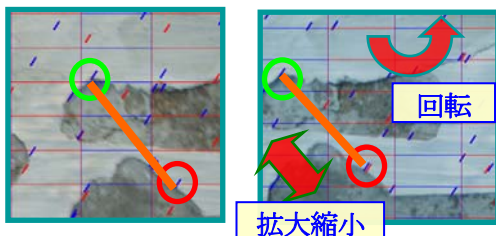


図-3 画像の拡大縮小・回転の例

Step. 5: 画像のサイズ、輝度を調整

画像同士の縦のサイズを調整し、さらに、輝度も調整する。まず、各画像を2つの特徴点を境に3つに分割して、上下の領域を拡大縮小することにより縦のサイズを調整する。さらに、左右の各領域の輝度が合うように調整する。図-4に画像のサイズ、輝度を調整する例を示す。

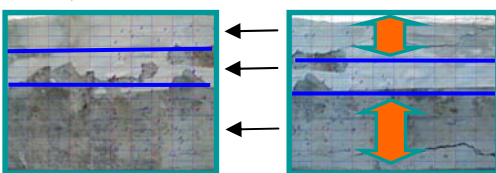


図-4 画像のサイズ・輝度の調整

Step. 6: 画像の連結

画像の連結を行う。図-5, 6に画像連結の例を示す。

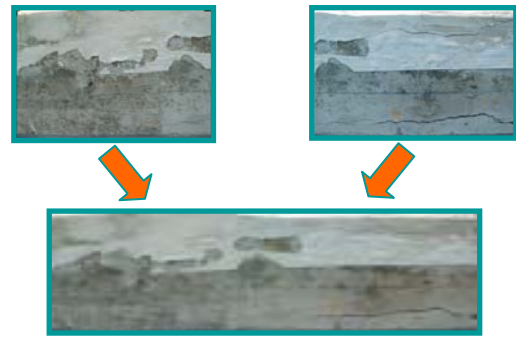


図-5 画像連結の例 1

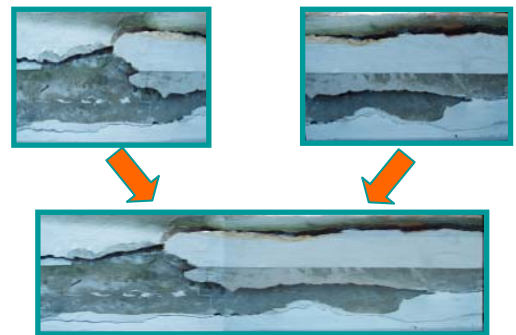


図-6 画像連結の例 2

図-5, 6に示すように、スムーズな画像連結ができた。

4. 本研究のまとめ

本研究では、3次元CGを用いた橋梁モデルに貼付ける画像の自動連結手法を提案した。特に橋梁画像に特化して、損傷等の形状の変化及び、色の変化が大きい箇所を特徴とする手法について実際の橋梁画像を用いて検討した。その結果、連結のための特徴点の自由抽出は実現できなかった。そこで、改善策としてマウスを用いた特徴点の手動抽出を適用し、画像連結を実現することができた。

今後の課題として、連結のための特徴点抽出の再検討が挙げられる。

<参考文献>

- 1) A.Miyamoto, M.Konnno, T.Rissanen : VR-based education system for inspection of concrete bridges, Int. J. Computers and Concrete, Vol. 3, No. 1, pp.29-42 (2006).
- 2) 長崎恭次:VRを適用した橋梁損傷体験システムのための画像連結の自動化手法, 山口大学工学部卒業論文(2009.2).
- 3) 井上誠喜他: C 言語で学ぶ実践画像処理, オーム社(1999).