

第VI部門

一様表面構造物の SfM による 3D モデリングおよび局所画像の探索に関する研究

大阪大学 工学部

学生会員 ○阪本由佳子

大阪大学 大学院工学研究科

フェロー 矢吹 信喜

大阪大学 大学院工学研究科

正会員 福田 知弘

1. 背景と目的

土木構造物の維持管理において、損傷部分の記録等の目的で多量の写真が撮影される。撮影された写真には構造物表面の損傷部分や変状部分の局所画像も含まれる。局所画像が構造物のどの部分を撮影したかを特定すること、また、トンネルや橋梁等の一様な表面の構造物を撮影した局所画像のみから構造物における撮影位置を特定することは困難である。このような局所画像の撮影位置を特定するには多大な労力を必要とするため、効率的な手法の開発が必要である。近年、土木構造物の維持管理業務の効率化に関する研究において、SfM (Structure from Motion) の技術が注目されている。SfM で作成した 3D モデル (以下 SfM-3D モデルとする) を用いて点検を行う研究は行われている¹⁾²⁾ が、局所画像の撮影位置を特定し、SfM-3D モデル上で参照する研究は見当たらない。そこで本研究は、SfM による一様表面構造物の 3D モデルの作成、および撮影位置が特定できない局所画像を画像マッチング³⁾ により探索し、SfM-3D モデル上で参照するシステムの提案を目的とした。

2. 一様表面構造物の SfM-3D モデルの生成と局所画像探索システム

本システムの全体像を図 1 に示す。まず、一様表面構造物を多視点で撮影し SfM-3D モデルを作成する。次に、探索する局所画像と SfM-3D モデルに使用した画像との間で画像マッチングを行い、SfM-3D モデルに使用した画像の内、局所画像に最も近い位置の画像を探索する。最後に、局所画像に最も近い位置の画像の、SfM-3D モデル上の位置を表示して、局所画像の位置を特定する。

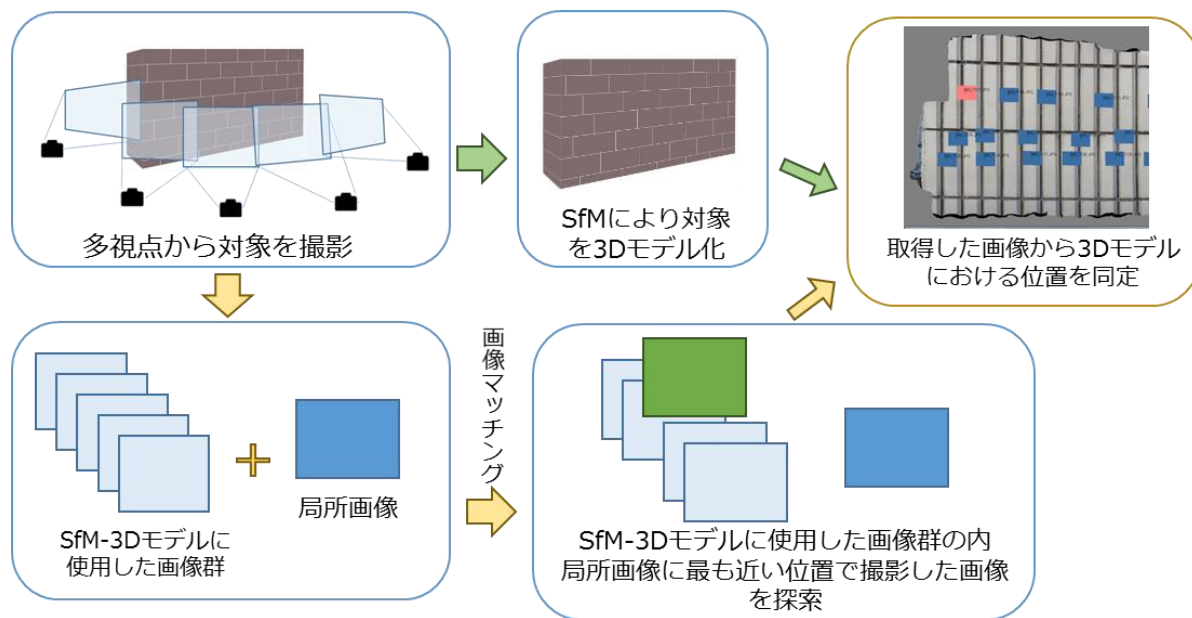


図1 提案するシステム

Yukako SAKAMOTO, Nobuyoshi YABUKI, Tomohiro FUKUDA

sakamoto@it.see.eng.osaka-u.ac.jp

3. 検証実験

まず、大阪大学吹田キャンパスの 8 か所の一様表面構造物に対して、SfM-3D モデルの生成が可能か検証した。生成したモデルの例を図 2 に、モデル化の可否と得られた点群数を表 1 に示す。次に、開発したシステムでは、SfM-3D モデルの作成と局所画像の撮影時期に時差が存在するため、SfM-3D モデルを作成した後、構造物表面に変状が認められた場合にも局所画像の探索が可能であるか検証した。SfM-3D モデルの作成が可能であった 7 つの一様表面構造物に対して行った。構造物表面の特徴点が喪失し、さらに変状部分に凹凸が現れ特徴点が追加される事を想定し、局所画像中に占める特徴点の多い画像の割合を変化させて検証した。探索した画像の例を図 3 に、探索の可否を表 2 に示す。

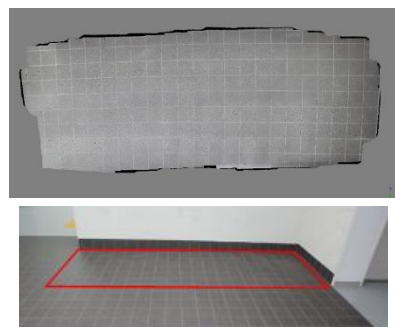


図2 上：SfM-3D モデルの例
下：モデル化の範囲 (M3 棟 1F 床)

表 1 SfM-3D モデルの生成を試みた対象

モデル化の対象	表面の状態	モデル化の可否	得られた点群数
M2棟壁面 (東)	コンクリート	○	32360
M3棟壁面 (東)	凹凸のある白い壁	○	48896
M3棟4F談話室床	縞り返し模様	○	50520
M3棟1F床	縞り返し模様タイル	○	19622
M4棟壁面 (東)	縞り返し模様タイル	○	57109
Us1棟壁面 (東)	縞り返し模様タイル	○	27423
U5棟前アスファルト	アスファルト	○	32969
U5棟シャッター (北)	滑らか	×	11

表 2 局所画像に占める変状の割合変化がシステムに及ぼす影響の検証実験

	画像中に占める塗りつぶしの割合 (特徴点の多い画像)						
	0%	0.5%	5%	20%	40%	50%	60%
M2棟壁面 (東)	○	○	○	○	○	○	○
M3棟壁面 (東)	○	○	○	○	○	○	○
M3棟4F談話室床	○	○	○	○	○	○	○
M3棟1F床	○	○	○	×	×	×	×
M4棟壁面 (東)	○	○	○	○	○	○	○
Us1棟壁面 (東)	○	○	○	○	○	○	○
U5棟前アスファルト	○	○	○	○	○	○	○



図 3 塗りつぶした画像例
(20%)

4. 結論

本研究の結論を、以下にまとめる。

- 現場での位置が特定できない一様表面構造物の局所画像を、SfM-3D モデルと画像マッチングを用いて探索するシステムを開発した。
- 人間が撮影位置を特定する事が難しい局所画像も、開発したシステムを用いることで撮影位置の特定が可能であった。
- 一様表面構造物の局所画像に変状が認められた場合、コンクリートの凹凸など、変状部分に新たに特徴点が追加されると、誤検出が起こる可能性がある。

今後の展望として、SfM-3D モデルの生成が困難な構造物のモデル化が可能となることで、より広い対象への本システムの適用が期待される。また、画像マッチング精度が向上することで、より頑健なシステムの運用が可能になると考えられる。

参考文献

- 1) 今村大地, 内山庄一郎, 江山栄一, 梅田篤: 構造物点検における小型 UAV による低空空撮技術の応用, 日本地すべり学会誌 52(6), pp.293-298, 2015.
- 2) 木本啓介, 山口浩平, 奥松俊博, 河村太紀, 松田浩: 光学的計測手法による仮設足場を必要としない橋梁点検手法の開発, 長崎大学大学院工学研究科研究報告 47(89), pp.59-66, 2017.
- 3) P. F. Alcantarilla, J. Nuevo, A. Bartoli. "Fast Explicit Diffusion for Accelerated Features in Nonlinear Scale Spaces", In British Machine Vision Conference (BMVC), 2013