

構造物の目視調査支援ツール（徒歩巡回時撮影データからの SfM モデル構築ツール）の開発 —撮影条件がモデル精度に及ぼす影響の検討—

中央大学 学生会員 ○大熊 恵, 正会員 西岡 英俊
 鉄道総合技術研究所 正会員 増田 雄輔, 向嶋 宏記
 アジア航測 神馬 和歌子, 望月 拓実

1. はじめに

近年, SfM (Structure from Motion) による三次元モデル自動生成技術の開発により, 点検や検査の際に撮影した構造物の画像から自動的に三次元モデルを生成し, 維持管理に活用する方法が研究されている^{1),2)}. 図-1 に示すように, 徒歩巡回目視調査時にヘルメット等へカメラを装着することにより, 巡回を行いつつ撮影を進行し, 従来の調査を妨げないスムーズな三次元モデル生成の可能性を示している³⁾.

しかし, 三次元モデル生成に関する研究の多くは UAV (Unmanned Aerial Vehicle) を用いており, 徒歩巡回における三次元モデル生成の知見は十分でない. そこで本取り組みでは, ビルの壁面や鉄道高架橋などの徒歩巡回目視調査を想定した構造物撮影を行い, 徒歩巡回による三次元モデル生成に適した撮影手法を検討する.



図-1 目視検査時の撮影の例³⁾

2. 使用機材と対象構造物

(1) 使用機材

カメラは, ウェアラブルカメラと一眼レフカメラの2種類を使用した. 本報では, 一眼レフカメラのデータのみに着目した分析を行う. 一眼レフカメラは Sony ILCE-QX1, 画角 83°, 質量約 216g であり動画モード (フル HD, 30fps) を用いて撮影を行った.

(2) 対象構造物

対象構造物は, 中央大学後楽園キャンパス 1号館北

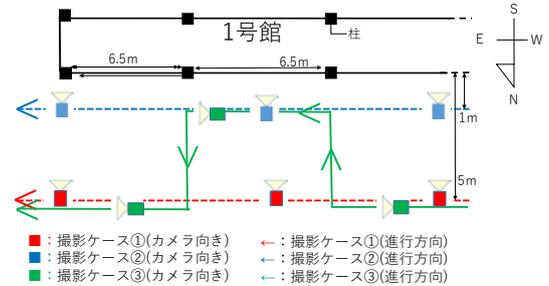


図-2 撮影ケース①,②,③のルート

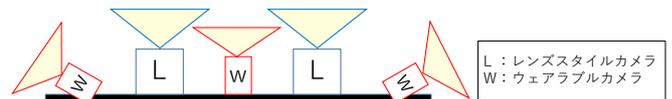


図-3 カメラ配置

面である. 周囲に樹木が少ない点と, 柱をはっきり確認することができる点から SfM による三次元モデル生成に適していると判断し, 採用した.

3. 撮影方法

徒歩巡回を想定した図-2 に示す 3 つの撮影ケースにより検討を行った. 歩行速度は, 約 1.4m 毎秒である. 以下, 対象構造物である 1号館からの距離が 5m の場合を「遠方」, 約 1m の場合を「近接」という.

ケース①は, SfM による三次元モデル生成を目的とした撮影の標準的な手法に該当し, 1号館遠方を直線的に撮影した. ケース②は, 目視調査時に構造物との距離が十分に確保できない場合を想定し, 1号館に近接して直線的に撮影した. ケース③は, 目視調査時に撮影者が変状ごと構造物へ接近し, 近接撮影と遠方撮影が繰り返される状況を想定した.

カメラは撮影者の視界を想定して, 図-3 に示すように, ウェアラブルカメラ 3 台, 一眼レフカメラ 2 台の計 5 台を配置した.

4. SfM 解析とモデル評価

(1) SfM 解析

動画から静止画を切り出し、三次元モデル生成ソフト Metashape を用いて、4 種の三次元モデルを生成した (表-1)。動画から静止画を切り出す際は、画像変化量を用いた静止画抽出アルゴリズム²⁾を使用したラップ率により切り出した。ケース③においては、一定時間毎の切り出しも行った。時間による切り出しは、ラップ率による切り出し画像枚数と同等になるよう実行した。

(2) モデル評価と比較

主な評価対象は、表-2 中に赤枠で示す東端から 2 本目と 3 本目の柱の間の 1 階部分とし、生成した三次元モデルの精度を◎, ○, △, ×の 4 択で評価・比較した。

A と B の比較から、モデル精度は歩行経路に依存すると考えられ、Af (◎) と Ac (○) の比較から、適切な離隔を確保した撮影がモデル精度を向上させることがわかる。Bw (△~×) と Bt (△) の比較からは、ラップ率による切り出し画像よりも、時間による切り出

表-1 三次元モデル生成ケースの概要

モデル名	撮影ケース	使用カメラ	切り出し方法	画像枚数
Af	①	一眼レフ左右	ラップ率 90%	80 枚
Ac	②	一眼レフ左右	ラップ率 90%	175 枚
Bw	③	一眼レフ左右	ラップ率 70%	200 枚
Bt	③	一眼レフ左右	時間	201 枚

表-2 三次元モデルの精度と評価

モデル名	テクスチャー画像	カメラ位置	評価
Af			◎ 2 本目の柱が上下とも欠けることなく生成され、壁面の柱全体がモデル化されている。
Ac			○ 壁面や柱が三次元的に生成されているが、上下方向のモデル化範囲が狭い。
Bw			△~× 一部の壁面や柱を確認できるが、赤枠内部においてはモデルが崩壊している。
Bt			△ 大まかな構造が三次元的に生成されているが、壁面や柱の精度は低い。

し画像を用いた方が精度向上につながる事がわかる。これは、撮影者の動きが複雑化し撮影範囲が増加した結果、モデル化に不要な箇所の画像が多く切り出され、精度低下をもたらした為であると考えられる。

5. おわりに

本取り組みでは、SfM による三次元モデル生成において、徒歩巡回に適した撮影手法を検討した。検討の結果、モデル精度は徒歩巡回経路に依存すると考えられる。また、撮影時には構造物から適切な離隔を確保することが望ましいが、距離 1m 程度の近接撮影でもモデル化は可能であるとわかった。今後は、使用カメラとその組み合わせを増やして検討を行う。

なお、画像の切り出し方法については、歩行経路や対象構造物により適切な手法が異なると考えられるため、今後更なる検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) 新名恭仁, 野中秀樹, 小林裕介, 長峯望, 西岡英俊: 多視点画像 3 次元モデルの土木構造物維持管理への適用に向けた提案と試行結果, 土木学会論文集 F4 (建設マネジメント), Vol.74, No.2, I_19-I_30, 2018.
- 2) 向嶋宏記, 内藤直人, 村田和哉, 笠原康平, 増田雄輔, 長峯望, 小林裕介: SfM の画像変化量による静止画取得方法, 土木情報シンポジウム講演集, Vol.44, No.51, 2019.
- 3) 内藤直人, 笠原康平, 村田和哉, 増田雄輔, 向嶋宏記, 小林裕介: 土木構造物の 3 次元モデル生成のための目視検査時のカメラ配置, 土木情報学シンポジウム講演集, Vol.44, No.13, 2019