

フォトグラメトリにより作成した4D建物モデルの活用に関する研究 (その1 撮影方法とモデル品質の関係)

正会員 ○飯島憲一* 同 北澤誠男*
同 辻 聖晃* 同 永野康行**

フォトグラメトリ 3Dモデル 4Dモデル
UAV 飛行計画

1. 序

1-1 研究全体の背景と目的

近年、実在する建築物や建築物群の情報化手法として、SfM (Structure from Motion) あるいはフォトグラメトリと呼ばれる、異なる場所と異なるアングルで撮影された静止画像群 (もしくは動画から抽出した静止画像群) から3次元(3D)モデルを構築する技術が急速に発展し、建築物の調査・計画・設計・施工などのさまざまな場面で活用される事例が増えつつある¹⁻³⁾。

フォトグラメトリでは、対象物を撮影した数十枚～数百枚の静止画像の共通箇所を SfM アルゴリズムによって抽出し、視差情報を用いて対象物の3Dモデルを構築する。このため、撮影される対象物は、撮影期間内には変化がないことが要求される。また、構築された3Dモデルは、ある特定の時点における静止物体となる。

建築物においては、経年による変化、建設プロセス、地震や台風前後の状況の変化など、対象物の時間的な変化が重要な情報となることが多い。時間的に変化する場所が最初から特定されていれば、当該箇所にセンサーやマーカーを設置することで、時間的な変化を精密かつ動的に測定することも可能であるが、多くの観測対象位置を継続的にモニターし続けるには、多額の初期コストとランニングコストが必要となる。

本研究の目的は、対象とする建物の情報化にとってキーとなる時点 (例えば、経年変化を情報化したい建物では、毎年の特定期の日時) においてフォトグラメトリによって構築した3D建物モデルを、複数個統合した4次元(4D)建物モデルについて、その作成と活用の際の課題の抽出と解決方法を検討することにある。

1-2 本稿の目的

対象となる建築物の撮影時期が異なれば、撮影機材や撮影可能な範囲、対象物の背景、撮影にドローンなどのUAVを用いる場合にはその飛行経路などが異ならざるを得ない場合が考えられる。そこで本稿では、撮影方法の異なる静止画像群から構築した3D建物モデルを比較して、それらを4D建物モデルへ統合することが可能であるかどうかを検討する。

2. 撮影方法と3Dモデル化手法

2-1 対象物

撮影コストの低減と、背景などの撮影条件の可変性から、実際の建物ではなく、ブロック玩具を用いて作成した建物模型を対象物とした。その写真を図1に示す。基板部を除いた大きさは、高さ117mm×幅64mm×奥行き288mmであり、実物の約1/50スケールである。

この対象物のように、軸対称に近い形状を持つ物体では、撮影した静止画の位置推定 (アライメント) において、本来の位置ではなく軸対称位置を推定することがしばしば生じるため、軸対称性に基づくアライメントミスを回避するためのシートを対象物の下に設置している。



図1 3Dモデル化の対象物の写真

2-2 撮影方法

撮影機材、撮影経路、背景の組み合わせが異なる3種類の撮影方法を比較した。各方法の詳細を表1に示す。Case Aは、自動飛行可能な大型ドローンの使用を想定した撮影方法であり、Case B-1, B-2は、自動飛行ができない小型のドローンの使用を想定した撮影方法である。

図2に、撮影経路 (螺旋、上下+水平移動) の模式図を示す。なお、ドローンによる実際の建築物の撮影では、対象物の形状や周囲の状況に応じて、螺旋飛行と上下+水平移動飛行を適宜組み合わせている。

2-3 3Dモデル化手法

市販のフォトグラメトリソフトウェア (Metashape Pro Ver.1.7.1) を用い、3Dモデルの品質としては5段階中の4

段階目の品質（高品質）となる実行パラメタを設定した。写真のアライメント→高密度クラウドの構築→メッシュの構築→テクスチャーの構築，という標準的な手順で 3D モデル化を行った。背景のマスキングやメッシュのリファインなどは行っていない。

表 1 撮影方法の違い

	Case A	Case B-1	Case B-2
撮影機材	デジカメ	ドローン付属のデジカメ	
撮影経路	螺旋(手持ち)	螺旋(ドローン)	上下+水平移動(ドローン)
撮影映像	4K 動画	1K 動画	
収録時間	2分50秒	5分36秒	8分10秒
静止画像	動画より自動抽出した 2K 画像	動画より手動抽出した 1K 画像	
画像枚数	142 枚	116 枚	121 枚
撮影背景	什器類	3面は壁，1面は遠景	

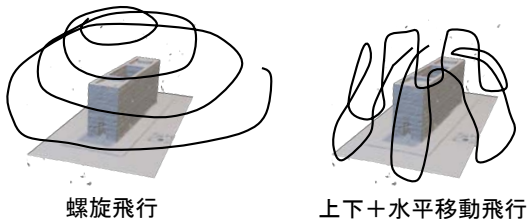


図 2 撮影経路の違い

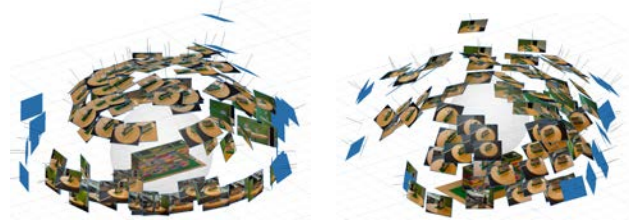
3. 撮影方法の異なる 3D モデルの比較

図 3 に、静止画像のアライメント結果の例（Case B-1, Case B-2）を示す。螺旋飛行で撮影した Case B-1 が、ほぼ均等な密度での画像が選択されているのに対し、上下+水平移動飛行で撮影した Case B-2 では、選択された画像の配置密度に差があることがわかる。

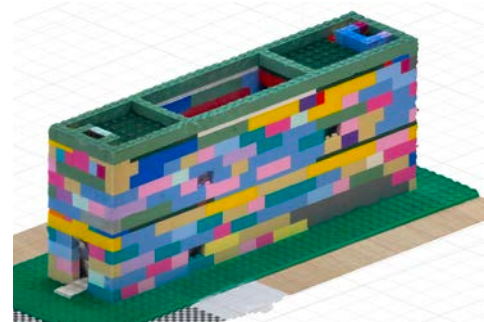
図 4 に、3つの撮影方法のそれぞれから構築された 3D モデルを示す。図に示しているのはテクスチャーを貼り付けたモデルであり、モデル表面の凹凸が目立ちにくいものとなっている。

図 4 より、いずれの撮影方法でも、図 1 に示した対象物が、視覚上は十分な精度で 3D モデル化できているといえる。なお、Case B-1 と Case B-2 では、撮影経路が異なり、図 3 に示したように 3D モデル化のために使用された画像の配置密度に違いがあるものの、視覚上は顕著な差がなく 3D モデル化ができていることがわかる。これは、今回の検討事例が、カメラの画角に対して対象物が小さく、画像の配置密度に粗密があっても、画像の十分な重なり（オーバーラップ）が確保できていたためと考えられる。実際の建物の撮影では、カメラの画角よりも対象物の方が一般には大きいため、上下+水平移動による撮影の場合には、画像の配置密度に顕著な差が生じないように、ドロー

ンの飛行経路を慎重に選択する必要がある。



(a) Case B-1 (b) Case B-2
図 3 静止画像のアライメント結果の例



(a) Case A



(b) Case B-1 (c) Case B-2

図 4 撮影方法の異なる 3D モデル

4. 結論

撮影機材や撮影経路の異なる撮影方法による静止画群からフォトグラメトリにより構築した 3D モデルを比較した。画像に十分なオーバーラップが確保できていれば、撮影方法の違いによって 3D モデルの質に顕著な差が生じることはないことを示した。

文献 1)井上ほか：フォトグラメトリによる Diminished Reality を用いた構造物解体撤去後の景観検討システム，近畿支部，2016 2)坂上，池田：建築工事における 3次元点群データの活用と効果の検証 その 2 新築工事における検証事例，大会，2016 3)近藤，太幡：フォトグラメトリを用いた空間の調査に関する研究，大会，2019
謝辞 本研究は，大阪電気通信大学情報学研究所の特定共同研究助成による。長谷川薫氏（ドローンアーキテクチャー），辻奈津子氏（同）より有用な助言を得た。

*大阪電気通信大学工学部建築学科
**兵庫県立大学大学院情報科学研究科

*Dept. Architecture, Osaka Electro-Communication University
**Grad. Sch. Info. Sci., Univ. of Hyogo