

No.3

『オブリークカメラを使用した 3D メッシュモデル作成の検証』

株式会社フジヤマ 空間計測部

角貝 亮

大城 弘暉

平野 雄一

近藤 佑樹

1. はじめに

近年、都市空間の三次元モデル化は、都市計画・防災・景観分析・VR/AR など多様な分野での活用が進んでいる。特に国土交通省が主導する「PLATEAU」プロジェクト（2020 年開始、全国 236 都市でデータ整備完了、2025 年 5 月時点）により全国規模で 3D 都市モデルの整備が進められており、航空機による効率的な撮影技術への期待が高まっている。なかでも、航空機搭載型のオブリークカメラによる撮影技術は、広範囲かつ高精度な空間情報の取得が可能となえ、従来の垂直写真では捉えきれなかった建物側面や奥行きが把握が可能となり、再現性や視覚的リアリティの向上が期待できる技術として注目されている。

そこで本稿では、航空機搭載型のオブリークカメラを使用して撮影した画像データから SfM（Structure from Motion：複数画像から三次元形状を復元する技術）による 3D メッシュモデルの作成を行い、従来技術と比較した有効性について検証を行ったので報告する。

2. 課題・問題点

従来手法（垂直撮影のみ）における課題点は以下のとおりである。

1) 課題点①：建物側面情報の欠落

垂直写真における建物抽出においては、屋根形状の取得には有効であるものの、建物側面に関する情報が欠落しやすく、立体的な構造の再現には限界がある。特に高層建築物や密集地域では、死角が生じやすく、側面の輪郭やテクスチャの正確

な抽出が困難となる。

2) 課題点②：地形や構造による遮蔽

隣接する建物や樹木によって地表部や低層構造物が視界から遮られてしまうため、正確な形状の取得が困難である。特に、狭小地や起伏の激しい地形においては、その傾向が顕著である。

3) 課題点③：モデルの視覚的リアリティ不足

垂直撮影のみから構築されたモデルは、死角領域によって建物の立体感や街並みの奥行きを十分に表現できないため、都市景観評価やリアルタイムシミュレーションへの活用においては、視覚的なリアリティに欠ける傾向がある。

3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

これらの課題を踏まえ、本稿では航空機によるオブリークカメラを用いた撮影と 3D メッシュモデルの構築を実施し、有効性の検証を行った。

3-1. オブリークカメラとは



図-1 オブリークカメラ

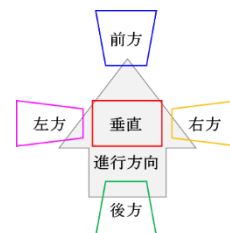


図-2 撮影方向

オブリークカメラは垂直方向に加え、4 つの斜め方向（前方、後方、左方、右方）の画像を同時に取得できるカメラである。これにより、建物の側面や裏面、街区内の細部構造まで高精度に取得可能となり、従来の垂直写真では見えなかった死角領域の補完が可能である。また、5 方向の撮影

様式 2

により広範囲のエリアを撮影することが可能である。近年では、UAV（無人航空機）に搭載したオブリークカメラも普及しており、航空機よりも低空・高解像度の撮影も実施されている。

3-2. 撮影計画

本検証は、浜松市の中心市街地を対象地区とし、航空機搭載型のオブリークカメラによる空中写真撮影を行った。計測諸元を表-1 に、撮影範囲を図-3 に示す。

表-1 計測諸元

対象地区	浜松地区
撮影年月日	2024 年 12 月 3 日
対象面積	1.93km ²
使用カメラ	ULTRACAM OSPREY 4.1
焦点距離	79.60 mm
地上解像度	10cm/pix
飛行高度	2,117m
写真重複度	コース方向重複度 80% コース間重複度 60%
撮影コース数	7 コース
撮影コース延長	35km
撮影画像数	665 枚

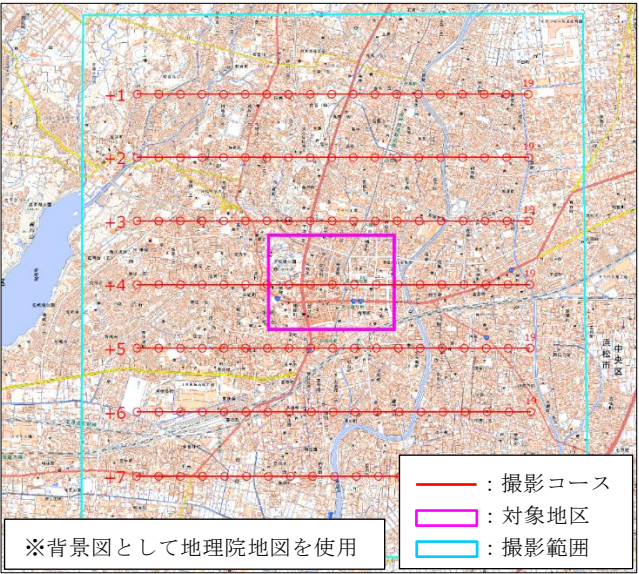


図-3 撮影計画図

3-3. 検証結果

撮影した画像を SfM ソフト「iTwin Capture

Modeler」を用いて SfM 処理を実施し、3D メッシュモデルを作成した。垂直写真のみを使用して作成したパターン①と垂直写真に加え 4 つの斜め方向の写真を使用して作成したパターン②について比較検証を行った。

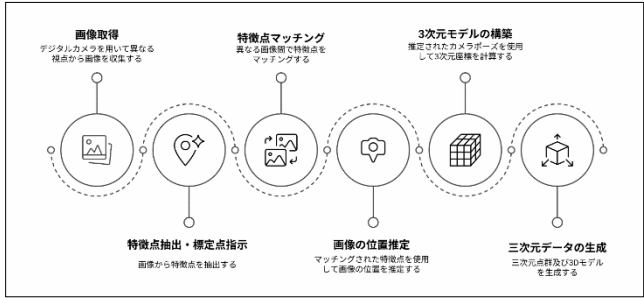


図-4 SfM のフロー

3-3-1. 検証結果（建物側面情報の欠落について）

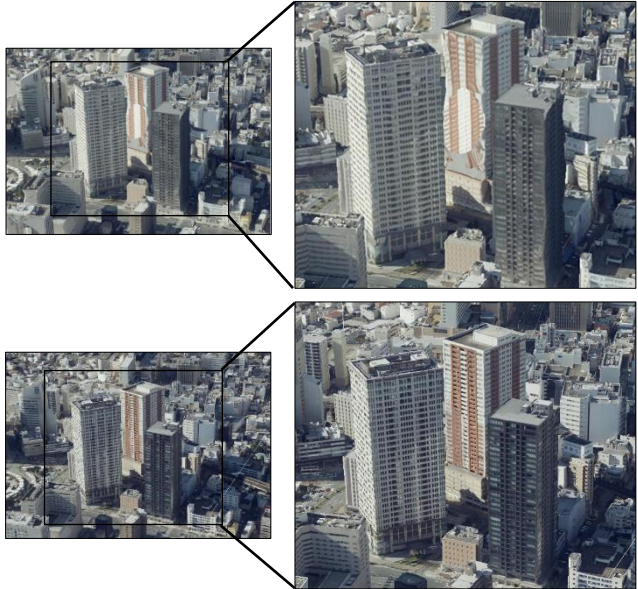


図-5 作成した 3D メッシュモデル
(上：パターン① 下：パターン②)

パターン①の場合、高層ビルの低層階から中層階については壁面の情報が少ないため、画像の歪みが生じて再現性が低下する結果となった。(図-5 上) これは、倒れこみ量が少ないため鉛直方向の解像度が不足し、テクスチャが縦方向に引き伸ばされたような表現になるからである。

これに対し、パターン②では、低層階から中層階の壁面が詳細に表現された。(図-5 下) これは、斜め写真により鉛直方向の解像度が高くなるため、窓が鮮明に表現され、再現性の高い 3D メッシュ

モデルが作成可能となったからである。また、多方向からの撮影により建物等の立ち上がり箇所やエッジ部分の精度も向上した。

3-3-2. 検証結果（地形や構造による遮蔽について）

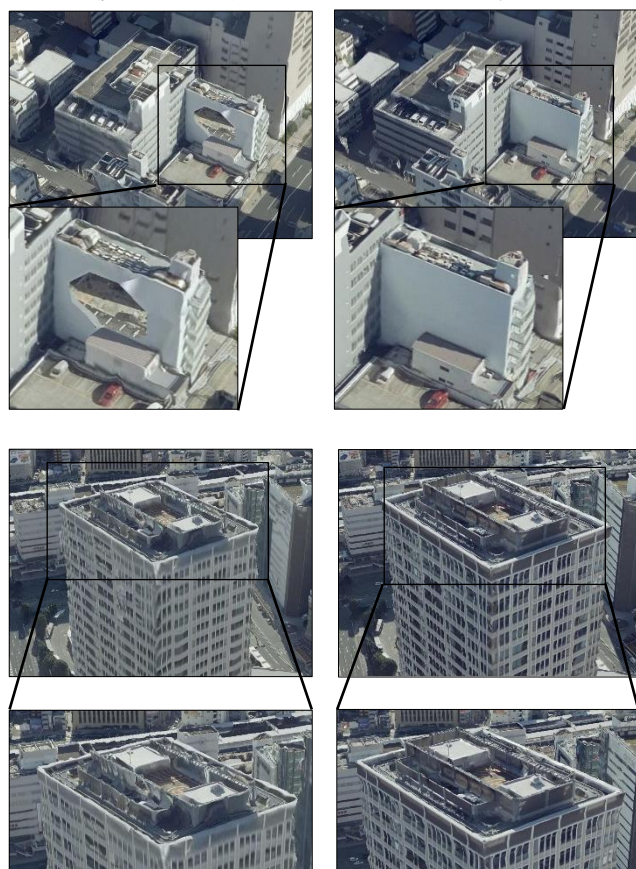


図-6 作成した 3D メッシュモデル
(左：パターン① 右：パターン②)

パターン①では、隣接する建物の遮蔽により、構造物が空洞化してしまう現象が発生した。(図-6 左上) これは、撮影した画像データに対象物が十分に写っていないため、対応するメッシュが取得できず結果として欠損や空洞化が多い不完全なモデルが生成されてしまうためである。また、建物の屋上部分において構造が複雑になっている箇所は、遮蔽部分が多数存在するため、空洞化が発生したり、モデル同士が結合してしまったりする現象が発生した。(図-6 左下)

これに対し、パターン②では、複数方向からの画像取得により他の建物による遮蔽を別方向から補完でき、モデルの欠損が大幅に減少した。(図-6 右上) SfM 処理においてもマッチングする特徴点が増加することで歪みが抑制され、滑らかで連

続性のあるモデルが生成された。(図-6 右下)

3-3-3. 検証結果（視覚的リアリティ不足について）

パターン①では、屋根面や地表面の形状には一定の正確性を持つものの視覚的な情報が限定されるため、建物の立体性や街並みの奥行きが十分に表現されず、視覚的なリアリティに欠ける結果となった。(図-7 左) 特に建物の壁面や看板、窓といった情報が再現できなかった。

これに対し、パターン②では、側面のテクスチャ情報が大幅に得られるため、視覚的に現実に近いリアリティのあるモデルの構築が可能となった。(図-7 右) 外観がより詳細に表現されているため、特に AR や VR、景観シミュレーションなど視覚的に品質を求められる分野においての活用が有効であるといえる。



図-7 作成した 3D メッシュモデル
(左：パターン① 右：パターン②)

また、オブリークカメラは斜め方向から対象を捉えるため、遠方の建物や街並み、山間部など垂直写真では視野外となる範囲も写しこむことが可能であり、作成した 3D メッシュモデルも広範囲にわたって再現することができた。これにより、対象地区に加えて周囲環境全体の 3 次元情報をモデルに取り込むことができ、結果として、都市景観や防災シミュレーション、AR、VR などにおいて空間的な広がり表現できる背景モデルとしての活用が可能となった。

一方、端部のモデルは、画像に写り込む情報も少ないため、図-8 のように画像に写り込んでいる側面のモデルは再現できていたが、反対側は大きな歪みが生じる結果となった。しかし、垂直写真では表現することができない部分まで補完できるという点においてオブリークカメラは有効な要素であるといえる。また、背景に求められるのは、

様式 2

必ずしも高精度な再現というわけではないため、全体の雰囲気をつかむための背景的な利用という用途においては十分に应付することができる。



図-8 周囲の状況

3-4. オブリークカメラのメリット・デメリット

従来手法（垂直撮影のみ）とオブリークカメラを用いた比較検証結果からオブリークカメラのメリット・デメリットについて以下にまとめた。

<メリット>

- ・壁面の情報量が増加し、テクスチャが明瞭となり、再現性が向上する
- ・建物等の立ち上がりやエッジ箇所の精度が向上する
- ・遮蔽部分の補完により 3D メッシュモデルの欠損部分が減少する
- ・広域的なデータが取得可能となり、背景モデルとして利用が可能である

<デメリット>

- ・写真枚数が増加することにより画像解析に要する時間や作成時のデータ容量が増加する
- ・対象地区に対して撮影範囲が広く、撮影コース数も従来手法と比べて増加するため、撮影コストが高くなる

4. おわりに

本検証では、従来手法（垂直写真のみ）とオブ

リークカメラを用いて 3D メッシュモデルを作成し、その有効性を検証した。その結果、従来手法よりもモデルの再現性が大幅に向上した。特に、建物の側面情報が増加し、テクスチャがより明瞭となり、リアリティのあるモデルが構築できることが確認できた。

一方で、画像解析時間やデータ容量の増加、撮影コストが高くなるといった課題も確認できた。

また、モデルの再現性が向上し、欠損箇所が減少したが、オブリークカメラのみですべてを網羅することは技術的に困難である。技術的展望として MMS（モバイルマッピングシステム）や UAV 搭載型のオブリークカメラとの統合活用により、地上付近や航空機搭載型のオブリークカメラでは死角となる箇所を補完することで、よりリアリティのある再現性が高い 3D メッシュモデルの作成が可能になると考えている。

出典

- 1) 国土交通省:PLATEAU プロジェクト,
<https://www.mlit.go.jp/plateau/>
- 2) VEXCEL IMAGING:製品情報,
<https://www.vexcel-imaging.com/products/>