

全天球カメラを用いた建造物の外形把握に関する研究

21101281 井上雄貴

1. 研究背景と目的

近年整備範囲が拡大されている PLATEAU¹⁾や VIRTUAL SHIZUOKA²⁾に代表される都市の3次元モデルは、航空レーザー測量や SfM-MVS の技術を用いて作成されている。こうした3次元モデルは、芳賀ら³⁾などに代表される防災・減災研究への利用も行われている。一方で、複数時期かつ高頻度なモデルが生成可能になれば、亀裂の進展度合いや地形変化などのさらなる利用高度化が図れる。こうした時間的に高頻度なモデル作成には、一定の品質を確保し撮影時間と解析時間を短縮する高効率な手法を開発する必要がある。

3次元モデルの生成手法には、能動的に対象物まで距離を取得し、点群位置を求める LiDAR などの手法手法と、複数の画角から同一対象物をカメラで撮影し、共通する特徴点の3次元位置を求める SfM-MVS などの手法がある。

後者の SfM-MVS では通常フレームカメラを用いて、異なる画角から撮影を行うが、近年、上下横の全方位を撮影可能な全天球カメラを用いて撮影・点群生成を行った事例が存在する。その一例として中川による橋梁の撮影が挙げられる⁴⁾。全天球カメラは死角が存在しにくく、屋外での撮影時間を短縮できる一方で、フレームカメラと比較した際に画像周縁部の歪みが大きく発生する。

このような背景から、本研究では低層住宅の撮影を想定し、全天球カメラと SfM-MVS によって点群生成を行う。この際、現実的な撮影環境を考慮した様々な条件のもとで、精度・詳細度・計測処理の所要時間の観点から全天球カメラがどの程度使用可能なのかを検討する

2. 研究手法

2.1 低層建造物の撮影と解析手法

本研究で対象とする建造物は図-1 に示すような低層住宅である。これに類似の建造物を学内で検討した結果、情報システム棟を撮影対象とした。撮影日は2024年10月25日と2024年11月25日である。撮影時の天候はそれぞれ快晴と曇りであった。

撮影前に地上標定点の位置の目安として、50m メジャーを直線に伸ばし地上に設置した(図-1)。このメジャーに沿って、後に RTK-GNSS 測量を行うための1辺5cmの正方形の対空標識を18個設置した。RTK-GNSS 測量はジオセンス社製の M5F9P を用いて仮想基準点方式で行った。サンプリングレートは1Hzであり、各地点45秒以上計測を行い、各標識の緯度、経度、標高を求めた。

使用した全天球カメラは Insta360 ONE RS 1 インチと、GoPro Max である。またカメラの撮影は、往復100mを一定の速度(1m/s程度)で歩きながら行った。また、カメラ高さは地上1mとした。

撮影した動画は、各カメラに付属する Insta 360 Studio または GoPro Player によって、正距円筒投影の動画へ変更し、ffmpeg によって静止画への切り出しを行った。また SfM-MVS 解析は、Agisoft 社 Metashape Professional 版 2.1.2⁵⁾を用いておこなった。

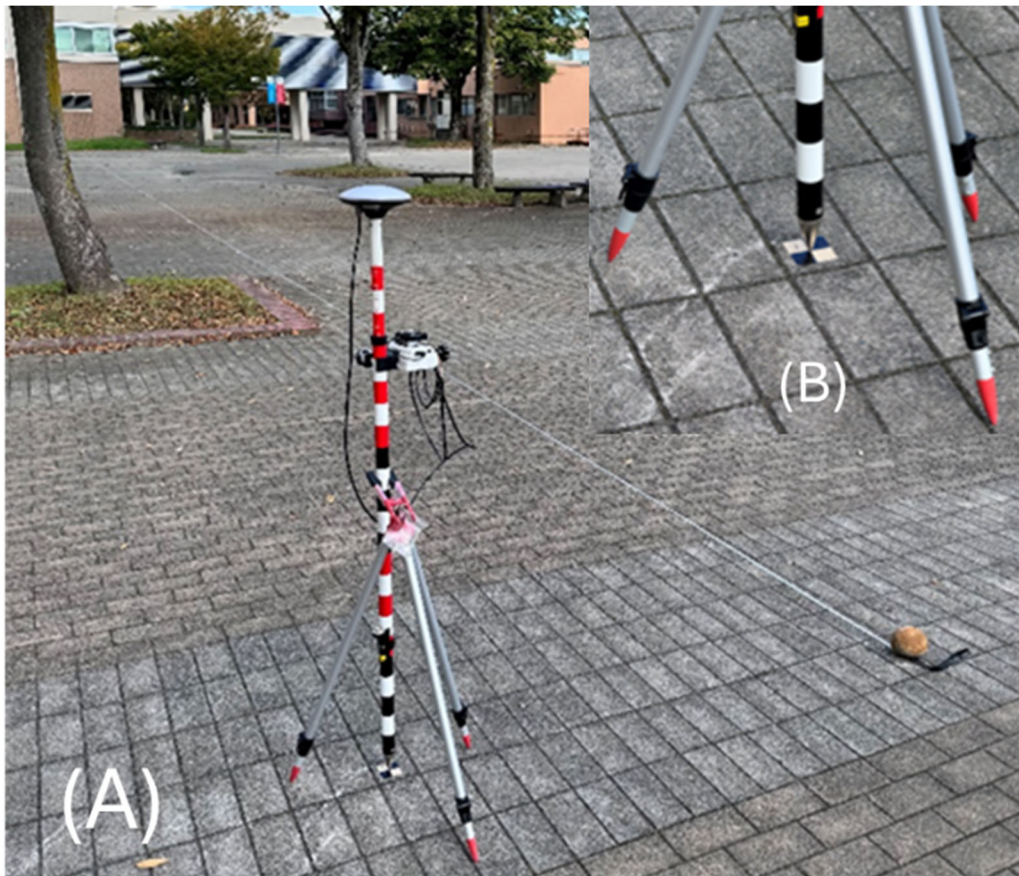


図-1 (A)実際の撮影の様子
(B)使用した対空標識

2.2 考慮した撮影環境条件と評価方法

本研究では、①画像枚数 (撮影距離間隔, 切り出し間隔), ②画像解像度, ③撮影機材の3点が, 点群品質 (精度・詳細度) や計測処理への所要時間に与える影響を検討した. 詳細な検討条件を表-1 に示す.

また評価方法に関して, 精度については, 情報処理センターの外構部 (窓枠) の縁長と水平度合い)を実際の長さと比較することで検討する. また詳細度に関しては, 情報処理センターを含む指定領域内に存在する点群点数で検討する. 計測処理の所要時間は, Metashape 上での処理時間から評価を行う.

表-1 考慮した撮影環境条件とそのパラメータの値

考慮した撮影環境条件	パラメータの値
パラメータ	
① 撮影距離間隔	4 m, 2 m, 1 m, 0.5 m, 0.25 m
② 画像解像度	7680,5888,3840,1920,1280
③ 撮影機材	Insta360 ONE RS 1-INCH 360 Edition, GoPro MAX

3. 結果

まず撮影距離間隔と解析時間、三次元モデルの精度、詳細度の関係性をまとめる。撮影距離間隔を短くするほど、解析時間と詳細度は大きく上昇していった (図-2, 3)。しかし精度に変化は見られなかった (図-4)。画像解像度については、解像度が上昇すると解析時間と詳細度が上昇したが精度に変化が現れなかった (図-5, 6, 図-7)。撮影機材については、同じ範囲内に生成されたタイポイント数と輝度幅に関連があることがわかった。

4. まとめ

本研究は、複数時期かつ高頻度な3次元モデルの生成のため、全天球カメラによる品質と生成時間を両立した点群生成を目的とした三次元モデル生成の最適パラメータの検討を行った。検討は情報処理センターを撮影対象として、画像枚数、画像解像度、撮影機材に着目し点群品質や解析所要時間を検討した。

本研究の対象物・条件において最適なパラメータは水平解像度が 3840、撮影距離間隔が 0.5m だと考察した。撮影機材に関しては、カメラ性能より対象物の輝度幅が広がるように選択することが望ましい。

- 1) PLATEAU : <https://www.mlit.go.jp/plateau/>
- 2) VIRTUAL SHIZUOKA : <https://www.pref.shizuoka.jp/machizukuri/1049255/index.html>
- 3) 芳賀溪介, 有川太郎, 白井知輝, 榎本容太 : 津波浸水計算における都市建築物が津波到達時間に及ぼす影響に関する検討, 土木学会論文集, 2023 年 79 巻 17 号. 10.2208/jscej.23-17050
- 4) 中川雅史, デジカメ点群を主とした小規模構造物 の 3D 変状の取得と管理手法 ,JACIC 助成報告書 2016-08 号.
- 5) Agisoft Metashape : <https://www.agisoft.com/>

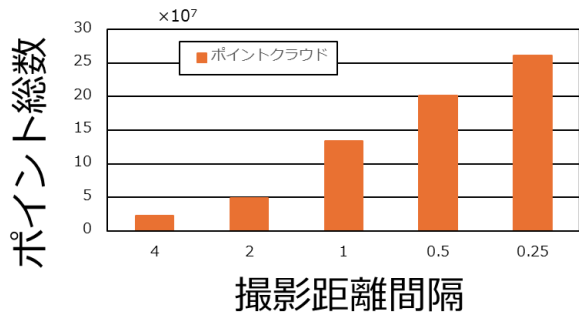


図-2 撮影距離間隔と詳細度の関係

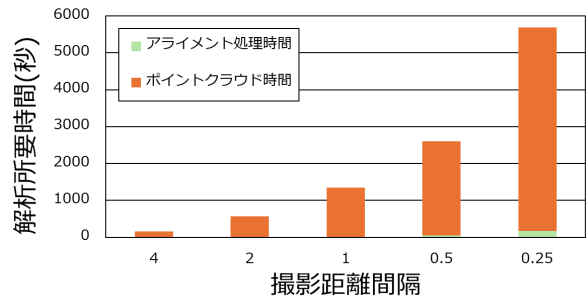


図-3 撮影距離間隔と解析時間の関係

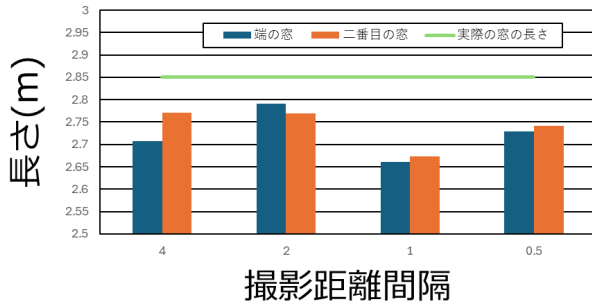


図-4 撮影距離間隔と精度の関係

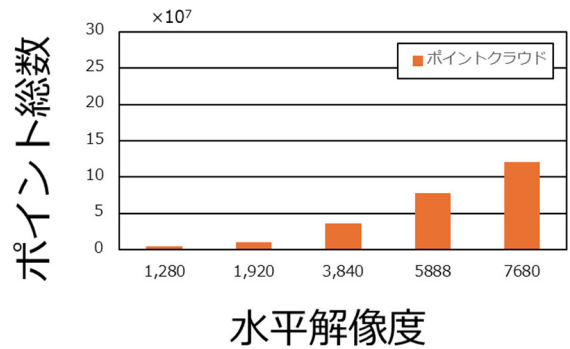


図-5 画像解像度と詳細度の関係

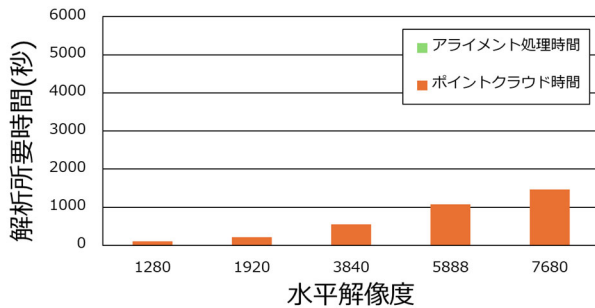


図-6 画像解像度と解析時間の関係

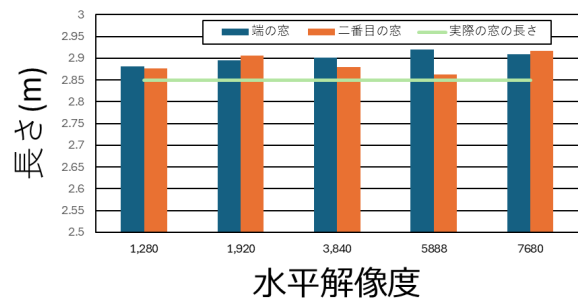


図-7 画像解像度と精度の関係