

全天球カメラを用いた地震被害建造物の形状把握に関する研究 —仮想空間における最適撮影計画の検討—

長岡技術科学大学大学院 学生会員 ○佐藤景也
長岡技術科学大学 正会員 志賀正崇
長岡技術科学大学 正会員 池田隆明

1. はじめに

災害発生後の被害調査や復旧活動においては建造物の3次元モデルの活用が望まれている。建造物の3次元モデル生成の手法の1つに、現場での写真撮影及び動画撮影を行い、SfM(Structure from Motion)-MVS(Multi-View Stereo)により点群を生成する方法が挙げられる¹⁾。本研究では時間や動きに制約のある災害現場での撮影において、効率的な撮影が可能な全天球カメラを用いたSfM-MVSの精度を検討する。

2. 目的

本研究の目的は、災害後の被害建造物の形状把握を、全天球カメラを用いた画像情報とSfM-MVSで行うための最適な撮影計画を、仮想空間において検討するものである。形状把握の精度は撮影条件や方法により影響を受けるため、被害建造物の形状把握に必要な計測精度を担保することができる最適な撮影計画が必要とされる。なお、計測を仮想空間内で行うことで、予め撮影対象の座標の真値が判明しているため、現実世界での計測よりも精度の評価が厳密になるという利点がある。

本稿では撮影計画におけるパラメータとして、カメラの高さと標定点数による精度の変化について検討する。

3. 研究手法

3.1 仮想空間内での写真撮影

3DCGソフトであるBlender 4.2²⁾内に地面と建造物を模したオブジェクトを設置する。なお、本研究では現実世界での計測方法として、街路の中心を一方向に歩行しながら全天球カメラによる撮影を行い、その街路の両脇に位置する建造物(低層住宅)の3次元モデル生成を試みることを想定している。そのため、Blender内におけるオブジェクトの設置はこれを模倣する。さらに、写真から3次元モデルを生成した

後のモデル内での座標設定(標定点)と位置精度の検証(検証点)のために+型の対空標識を模したオブジェクトを配置する。

3.2 撮影した写真を用いたSfM-MVS解析

Blender内の全天球カメラで撮影した複数の写真から、SfM-MVS解析により建造物及び地面を模したオブジェクトの3次元モデルの生成と標定点における3次元座標を設定する。この手順ではAgisoft社Metashape Professional版2.1.2³⁾を用いる。

3.3 3次元モデルの位置精度の評価

生成されたモデルにおいて建造物を模したオブジェクトに設置した対空標識の中心座標と、Blender上で設定した対空標識の中心座標(真値)の差を誤差として求める。この誤差の小ささを3次元モデルの位置精度として評価する。

ここまでの手順において、カメラの高さについて検討する場合においては、カメラの高さを変化させそれぞれの場合で撮影を行う。標定点数について検討する場合においては、標定点数を変化させそれぞれ別のモデルとする。

4. 検討条件

Blender内に設定した建造物の形状と配置、対空標識、全天球カメラの初期位置を図-1に示す。(a)はテクスチャを反映させずオブジェクトのみ表示した図、(b)はオブジェクトにテクスチャを反映した図である。街路を想定した幅5m、奥行き50mの領域の左右に1辺5mの立方体を5個ずつ配置し、分類のために番号を割り振る。(a)に示す通り、カメラは街路方向に動かしながら撮影することとし、地面には標定点に用いる対空標識を配置する。また、(b)に示す通り、設置するオブジェクトには複数の色で構成されるボロノイテクスチャを設定した。さらに、(b)の右下に配置した建造物(立方体)を示す。ここに示す通り、街路方向の面と街路に接する面の計3つの面の四隅に

検証点に用いる対空標識を配置した。

カメラの高さの検討では、Blenderでのカメラの高さを1m, 3m, 5mの3種類とし、他の条件は同一とした。標定点数の検討では、同一の条件で対象物の撮影とSfM-MVS解析を行った後、Metashape上で設定する標定点の数を4, 7, 10の3種類とした。

5. 結果及び考察

生成されたモデルにおいて、図-1に赤字で示す3つの立方体に配置した計36個の対空標識の中心座標の誤差をX座標、Y座標、Z座標の3方向でそれぞれ求める。外れ値の影響を極力減らすため、各ケース間の比較においては中央値を用いる。

図-2にカメラの高さのみ変更した場合の位置精度を示す。標定点数は10個と統一している。1mの場合では3方向の誤差の中央値は3.213mm, 5mの場合では4.368mm, 一方で3mの場合では誤差の中央値は1.795mmであった。この原因として、カメラ高さが1mまたは5mであると立方体の上部または下部に位置する対空標識の写真内での歪みが大きくなり、結果的にカメラが上下の対空標識の中間に近い位置にある3mの場合の誤差が比較的小さくなったことが考えられる。

図-3に標定点の数のみ変更した場合の位置精度を示す。カメラの高さは3mと統一している。4個の場合では3方向の誤差の中央値は1.926mm, 7個の場合では2.110mm, 10個の場合では1.893mmであった。標定点の数が多くなるにつれ誤差が減少する結果とはならなかった。ただしその変化量は小数点以下であり、カメラの高さを変更した場合に比べて小さい。そのため、標定点数が位置精度に与える影響はカメラの高さよりも小さく、標定点が4個以上あれば2mm程度の位置精度は確保できるものだと考えられる。

6. 結論と今後の課題

今回検討した条件内に限定すると、撮影計画として、位置精度を高める点からカメラの高さは3m, 効率的な撮影とモデル作成を行う点から標定点数は4つ以上が適切であると考えられる。

一方、本検討においては、日照等の環境条件や、写真のぶれや焦点といった現実世界での現象を考慮で

きていない。本研究で行う仮想空間での計測をより現実世界の計測に近づけるためには、これらの要素を仮想空間内に取り入れることが必要となる。

7. 参考文献

- 1) 長屋佑美, 菊雅美: UAV-SfM/MVS 測量における構造物の再現性向上のための最適条件の検討, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol.76, No.1, pp.32-41, 2020.
- 2) Blender : <https://www.blender.org/>
- 3) Agisoft Metashape : <https://www.agisoft.com/>

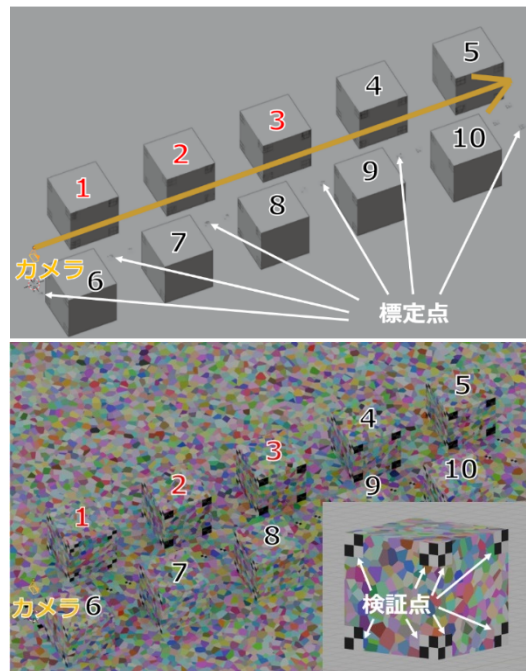


図-1 Blender内でのオブジェクトの配置

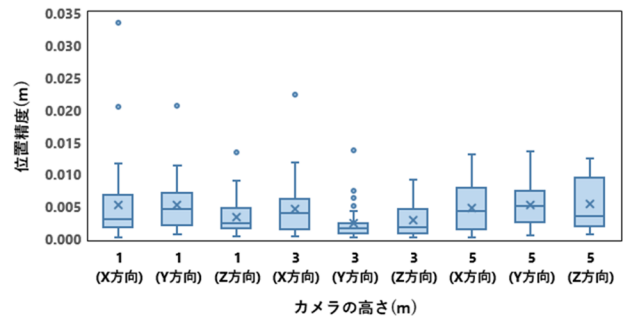


図-2 カメラの高さによる位置精度の変化

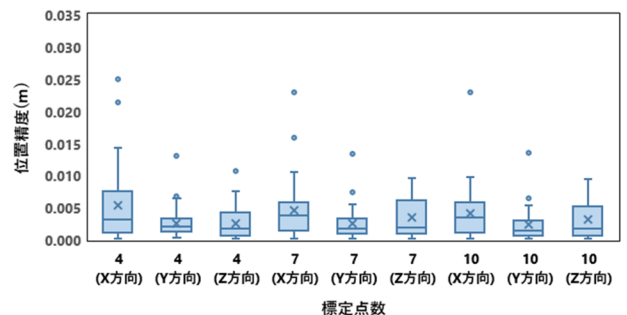


図-3 標定点数による位置精度の変化