

屋内移動空間を対象としたフォトグラメトリにおける UAV の活用可能性の検討

日本大学大学院 学生会員 ○峰岸 樹
 日本大学 正会員 江守 央
 日本大学 正会員 佐田 達典

1. 研究背景

近年、高齢者や障害者等の移動等の円滑化の促進の一環として、各所で図-1 に示すようなバリアフリーマップの整備が進められている。これら詳細な空間情報が必要となるバリアフリーマップにおいて、移動を支援するためには平面地図だけではなく、屋内の情報との連携が非常に重要である。そのためには、屋内 3 次元点群の容易な取得方法の確立が求められている。

このようななか、屋内での 3 次元計測手法には、従来の手法として手持ちレーザースキャナを用いた SLAM 計測やカメラを用いた SfM 計測が利用されている。しかし、手持ちによる作業は容易に行える一方で現場条件によっては作業時間の増大や徒歩での侵入に危険を伴う場合がある。近年では「i-Construction」の推進に伴い、測量現場では UAV の活用が進められている。現状として屋外環境が主な活用環境となっているが、技術の進歩に伴う小型化や高性能化により屋内環境による UAV の活用が期待されている。

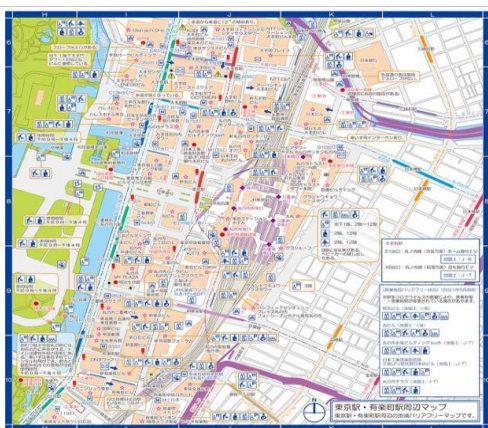


図-1 大手町・丸の内・有楽町周辺のバリアフリーマップ¹⁾

キーワード フォトグラメトリ, UAV, バリアフリーマップ, 屋内空間, 3次元点群データ

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学大学院 理工学研究科 交通システム工学専攻

2. 既存研究

中川ら²⁾は非 GNSS 環境下である屋内フットサルコートを対象に、UAV を用いた写真測量による屋内 3 次元計測を行った。その結果、10cm 以下の再現性が確認でき、効率面や安全面における課題の改善を図ることができた。今後の課題として、事務所などのより実用的な環境での計測が挙げられている。

3. 研究目的

本研究では、詳細なバリア情報を持った 3D バリアフリーマップの実現に向け、屋内空間情報の安価かつ容易な取得方法として UAV を用いたフォトグラメトリを行い、一定の品質を確保するための計測方法や処理方法について検討する。

4. フォトグラメトリとは

フォトグラメトリとは、被写体を様々なアングルから撮影し、そのデジタル画像を解析・統合して 3 次元点群や 3DCG モデルを生成する技術である。レーザースキャナのような特殊な機器を必要とせず、専用のソフトを用いれば自動で 3 次元点群や 3DCG モデルを生成できることから、誰でも手軽に空間情報をモデル化することが出来る。近年では、ソフトウェアやハードウェアスペックの進化やカメラ性能の向上により細かな凹凸の表現など、精度の高いモデルを生成することができ、地形調査や測量、史跡保護など幅広い分野で用いられている。

5. 使用機体および計測場所

機体は DJI 社製の「DJI AIR 2S」を使用した。本 UAV は 5.4K 解像度で動画を撮影することができ、全方位に障害物検知機能があるため、屋内でも安全に飛行することができる。

計測場所は日本大学理工学部船橋キャンパス測量実習センター1階エントランスにて撮影を行った。



図-2 計測場所の写真

6. 計測飛行および SfM-MVS 処理

障害物検知システムを使用し、安全を確保した上で手動操縦によって撮影を行った。撮影は 5.4K 解像度の動画撮影を行い、10 フレームごとに画像として出力し、SfM-MVS 処理を行った。SfM-MVS 処理には Agisoft 社の Metashape を用いた。2分45秒の動画に対し 1001 枚の画像を出力し、全ての画像においてマッチングに成功した。

7. 研究結果

Metashape を用いて処理を行った結果を図-3に示す。1001 枚すべての画像でマッチングを行った結果、高密度な点群を生成することができた。しかし、ノイズが多く生成されており、これを除去しなければ構造物の形状を把握することは難しい。そこで、CloudCompare を用いて不要となる点群の除去を行い、対象構造物の形状を抽出した。その結果を以下の図-4に示す。手すりや階段の形状など、細かな形状を取得できていることがわかる。また、図-5は踏み面と蹴上のみを抽出したものであるが、各段の形状を捉えているのがわかる。



図-3 点群の出力結果



図-4 ノイズ除去結果

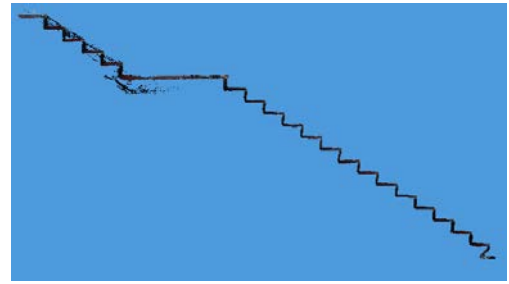


図-5 踏み面・蹴上抽出結果

8. まとめと今後の展望

実験の結果、屋内での UAV を用いたフォトグラメトリにより、モデリングに十分活用可能な精度の 3 次元点群を取得することができた。しかし、出力された点群には多くのノイズが含まれており、それらの除去を手作業で行う必要があった。ノイズが発生した原因としては、UAV の飛行経路と撮影方法が考えられる。フォトグラメトリを行う上で、撮影角度や撮影環境などが、出力される点群に大きな影響を与える。本研究では出力点群に多くのノイズを含んでいたことから、ノイズを軽減できる飛行経路や撮影環境の検討が今後の課題である。また、自身の先行研究³⁾としてレーザースキャナを用いて取得した屋内点群に含まれるノイズを、統計的・幾何的手法を用いて自動的除去を行った。本研究で得られた点群データに活用することでノイズ除去の自動化が期待できる。

今後の展望としては、スケール情報を含んだモデルの作成が挙げられる。バリアフリーマップには、段差や道幅などの正確なスケール情報が重要となる。フォトグラメトリは本来、対象のスケール情報を取得することは出来ないが、対象地点に標定点を設置することで生成されたモデルのスケールを図ることが出来る。

参考文献

- 1) 東京バリアフリーマップ： <https://www.lwd.tokyo/map/index-chiyoda/marunouchi/> (最終閲覧：2022.03.26)
- 2) 中川 諒穂・高市 善幸・須甲 光・北市 将平・田村 恵子・原 太一：屋内(非 GNSS 環境下)における UAV を用いた 3 次元計測，第 42 回測量技術発表会要旨集，発表 No.02，2020.
- 3) 峰岸 樹・江守 央・佐田 達典：点群データに含まれるノイズの統計的・幾何的手法を用いた自動的除去に関する研究，土木学会論文集 F3(土木情報学)，Vol.78, No.2, I_49-I_55, 2022.