

モバイル端末を用いた屋内地図生成のための3次元点群データの簡易計測手法の考案

法政大学大学院 学生会員 ○小宮 涼
 法政大学 正会員 今井 龍一
 大阪経済大学 正会員 中村 健二
 摂南大学 正会員 塚田 義典

1. はじめに

国土交通省は、「屋内地図／屋内測位環境構築ガイドライン（案）¹⁾」および「3次元屋内地理空間情報データ仕様書（案）²⁾」を策定し、屋内地図の整備を推進している。これらの地図は、地上型レーザスキャナ（TLS）やハンディ型レーザスキャナ（HLS）等で取得した3次元点群データ（以下、「点群」とする。）に基づき作成されている³⁾。しかし、これらの機器は誰もが簡単に調達可能な価格帯ではなく、点群解析にも技術を要することから、屋内地図の整備済エリアは、主要な駅構内等⁴⁾に限定される。

一方、近年は、スマートフォンやタブレット等のモバイル端末の性能が著しく向上し、個人単位で所有可能なモバイル端末にLight Detection and Ranging（LiDAR）が搭載されたことで、誰でも簡易かつ安価に点群を取得できるようになった。しかし、モバイル端末で取得可能な点群の精度や特性は明らかにされておらず、屋内地図生成への適用可能性は明らかになっていない。

そこで、本研究の目的は、モバイル端末を用いた屋内地図生成のための点群の簡易計測手法の考案とする。具体的には、モバイル端末を用いた点群計測の精度を検証し、結果に基づいてLiDARおよびアプリケーションの特性を分析して、屋内に適した計測手法を明らかにする。

2. 研究方法

本研究では、Apple社の11インチiPad Pro（第2世代）（以下、「端末」とする。）と3D Scanner App（以下、「本アプリ」とする。）を用いて、LiDARの精度検証および屋内での最適な計測手法を考案する。本アプリは、LiDARで取得した点群データに加えて、画像データや計測時のカメラ姿勢等の情報が記録されたJSONファイル等を出力できる（表-1参照）。

3. 屋内における簡易計測手法の考案

本研究では、端末のLiDARの精度検証、端末の動きの計測精度への影響および端末の角度の精度検証への影響

を検証し、結果に基づいて簡易計測手法を考案する。

(1) iPad ProのLiDARの精度検証と考案

本検証では、壁面や床面に付けた高さ、幅および奥行き
 の3方向それぞれ0.50mの目印を計測対象とする。端末と計測対象との距離を0.50m、1.00m、1.50mに変更し、各10回の計測を実施した。データ計測の際には、SLAM処理による補正の影響を排除するため、端末は三脚に固定し検証した。その結果、各距離の3方向全ての計測結果で実測との誤差は0.03cm以内であった。このことから、端末と計測対象との距離が1.50m以内の場合、距離や計測方向は、精度に影響を与えないことがわかった。

(2) 端末の動きの計測精度への影響

本検証では、本アプリによる点群の処理精度を検証するため、大学校舎の廊下を対象に、計測時の端末の動かし方を変更してSLAM機能を作動させ計測した。計測方法は、手で端末を持ち、死角が生まれないように回転させながら、壁全体を満遍なく計測する手法Aと、端末をできるだけ回転させず水平方向の移動のみで壁面を計測する手法Bの2通りとする。

計測結果を図-1、図-2に示す。図-1より、手法Aで取得された点群は、廊下の中心部分で折れ曲がっているのに対し、図-2に示す手法Bで計測した点群は、直線的な廊下の形状を正確に表現できている。このことから、本

表-1 点群以外の出力可能ファイル

名称	形式	内容
export.obj	OBJ	3次元データ
export_refined.obj	OBJ	座標変換後の3次元データ
frame_xxxxx.jpg	JPG	・計測時に撮影した画像データ ・例：frame_00000, frame_00001
frame_xxxxx.json	JSON	画像データごとの情報
info.json	JSON	取得した点群全体の情報
textured_output.jpg	JPG	テクスチャ情報
textured_output.mtl	MTL	JPGファイルに対応する情報
textured_output.obj	OBJ	テクスチャに対応した3次元データ
thumb_00000.jpg	JPG	アプリ内でのサムネイル画像

キーワード：LiDAR, モバイル端末, 点群, 屋内地図, 精度検証, SLAM

連絡先 〒162-0843 東京都新宿区市谷田町2-33 法政大学 TEL：03-5228-1347 E-mail：ryo.komiya.5p@stu.hosei.ac.jp

アプリの特性として端末の回転が SLAM による点群の位置合わせに影響し、計測精度が低下することがわかった。

(3) 端末の角度の計測精度への影響

前節より、端末が回転しないように固定して計測することで計測精度が向上するとわかった。そこで、三脚に端末を確実に固定し鉛直方向および水平方向の角度を調節した上で、台車に乗せて移動する計測を実施した(図-3 参照)。計測の対象は壁面に設置された3段のロッカー(実測値 7.66m)とする。鉛直方向の角度は、画角内に収めるロッカーの範囲を3段階(1段目のみ、2段目まで、全体)で調節し検証した。その結果、ロッカー全体が端末の計測範囲内に収まる画角の計測値が 7.50m となり、最も高精度であった(図-4 参照)。また、水平方向の角度は、壁面に対し端末を正面、前後方 45° および 15° の5種類の角度で計測を実施した。その結果、台車の進行方向に対して端末を約 10° 前方に向けた場合の計測値が 7.67m であり、計測精度が向上することがわかった。このことから、屋内でモバイル端末を用いて計測する場合、鉛直方向は画角内に特徴点が多く写るように角度を調節し、水平方向は進行方向に対して 10° 前方に向けると、高精度な計測が可能であることがわかった。

(4) モバイル端末を用いた最適な簡易計測手法

前節までの成果により、端末の計測精度は距離および方向による影響は小さく、計測時の端末の回転および角度によって影響を受けることがわかった。高精度な計測が可能となる計測条件は、端末が回転しないように固定したうえで、計測対象となる壁面の全体を画角内に収めること、水平方向の前方に約 10° の角度をつけることであるとわかった。そのため、前節の計測時のように三脚により端末を完全に固定し、台車に乗せて計測する手法が最も適していると考えられる。

4. おわりに

本研究では、モバイル端末を用いた屋内地図の調製用の点群を簡易に計測する手法を考案した。これにより、モバイル端末によって取得した点群データを活用することで、幅広い屋内地図の整備に寄与できる可能性のある結論を得た。今後は、モバイル端末で計測した点群を屋内地図生成に適用するための点群の補正手法および屋内地図調製への適用可能性を検証する。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 JP20K14854 の助成を受けたものである。

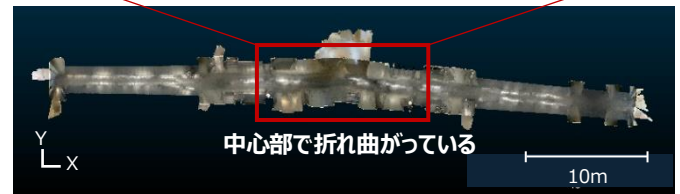


図-1 手法 A の計測結果

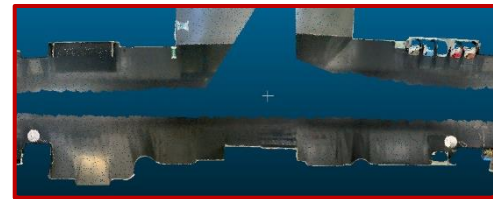


図-2 手法 B の計測結果



図-3 端末の固定方法

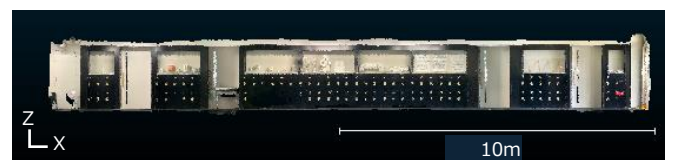


図-4 ロッカー全体を収めた計測結果

参考文献

- 1) 国土交通省：屋内地図/屋内測位環境構築ガイドライン(案), <<https://www.mlit.go.jp/common/001317124.pdf>>, (入手 2022.3.26).
- 2) 国土地理院：3次元屋内地理空間情報データ仕様書(案), <<https://www.gsi.go.jp/common/000212582.pdf>>, (入手 2022.3.26).
- 3) 奈良部昌紀, 佐田達典, 江守央：屋内型 MMS を用いた世界測地系に基づく点群データによる屋内空間の 3次元モデル生成, 土木学会論文集 F3 (土木情報学), Vol.74, No. 2, pp.11 48-11 54, 2018.
- 4) G 空間情報センター：東京駅周辺屋内地図オープンデータ(令和2年度更新版), <<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/mlit-indoor-tokyo-r2>>, (入手 2022.3.26).