

F1-3

屋内ナビゲーションのための点群データを用いた形状計測と 3 次元モデルの作成

Shape measurement and 3D model creation using point cloud data for indoor navigation

○奈良部昌紀¹,佐田達典²,江守央²*Masaki Narabu¹,Tatsunori Sada²,Hisashi Emori²

Abstract: Indoor navigation has problems such as lack of unified positioning method and undeveloped three-dimensional map, and it is not practically used. In this study, point cloud data was acquired in a building using indoor type MMS. As preliminary examination of 3D map maintenance from point cloud data, shape measurement and creation of 3D model were performed. As a result, it was shown that the indoor space can be expressed as the map data of the indoor navigation from the reproducibility of the point cloud data.

1. はじめに

現在、準天頂衛星等による衛星測位技術や情報通信技術 (ICT) の進展により、歩行者の円滑な移動支援や適切な情報提供を可能とする高精度測位社会の実現が期待されている¹⁾。屋外空間においては、衛星測位による位置情報を活用したサービスが提供されており、自分の現在位置や目的地までの経路等の情報を電子地図と同期することによって詳細に取得可能である。しかし、衛星測位を適用できない屋内空間では、統一的な測位手法がないことや、空間の全体像が分かる 3 次元地図の未整備等、課題が残されている。したがって、屋内空間の歩行者の移動支援を実現するためには、屋外空間と同様に、測位と地図、ナビゲーションの組み合わせが必要である。

そこで本研究では、衛星電波の受信できない環境下において、屋内型 MMS を用いて建物内の点群データを取得した。取得した点群データから、計測対象物の形状がどの程度表現可能であるか、正確な位置精度を有しているのか検証を行う。また、屋内ナビゲーションのための 3 次元地図整備の事前検討として、点群データから屋内空間をモデル化し、その再現性から歩行者の移動支援に活用可能であるか検討を行う。

2. 研究方法

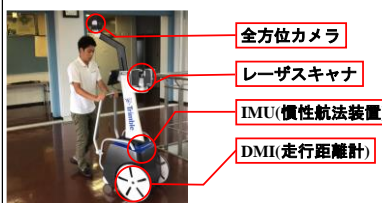
(1) 実験概要

本研究では、ニコン・トリニブル社製の屋内型 MMS である Trimble Indoor Mobile Mapping Solution (TIMMS) を使用した。2017 年 7 月 18 日に日本大学理工学部船橋キャンパス測量実習センターを実験場所とし、屋内に人がいない環境下において、3 次元地図整備のための障害物及び壁面・床面の点群データを世界測地系で取得する屋内 3 次元点群計測実験を実施した。実験場所は通路部の壁面の多くがガラス面であることが特徴であり、往復 1 回計測を行った。

(2) TIMMS

TIMMS のセンサ構成と性能を Table 1 に示す。TIMMS は全方位カメラ、レーザスキャナ、IMU (慣性航法装置)、DMI (走行距離計) 等で構成される。TIMMS は人が押しながら計測するシステムであることから、フロア間の移動が可能であり、手前にある物体が背後にある物体を隠して見えなくなる状態 (オクルージョン) が発生した場合においても、データを統合することによって、欠損を補完した可視化が可能となる。

Table 1. Sensor configuration and performance of TIMMS

機種名	TIMMS
センサ構成	
測定範囲	0.6m~130m
測定速度	448,000点/秒
範囲誤差	±2mm

3. 計測結果

取得した点群データは、計測環境下にガラス面が多くあったため、色情報が正しい位置に付与されない現象やノイズが多く検出された。しかし、レーザスキャナで取得された反射強度値をモノクロ色情報に変換することで、対象物を識別することが可能であった。データはレーザが照射されなかった箇所を除いて、1 cm²あたり最大で 10 点、少ない箇所においても 3 点照射されており、形状を認識することが可能である (Figure 1)。

また、計測対象物を抽出した結果を Figure 2 に示す。階段を抽出した結果、建物の境界線と重複することなく抽出することが可能であった。形状はオクルージョンによる欠損により、踏み面が認識できない箇所が存在して

1 : 日大理工・院(前)・交通 2 : 日大理工・教員・交通

いるものの、階段の段数や乗降口等の属性情報は確認可能であり、建物内設備の有無等、屋内空間に係る建物の形状や設置物を認識することが可能である。

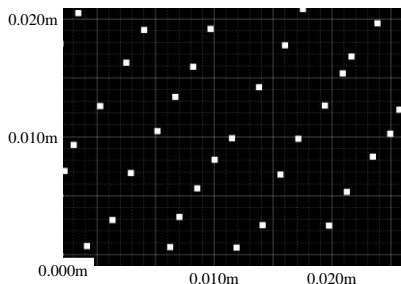


Figure 1. Example of point cloud distribution on the floor

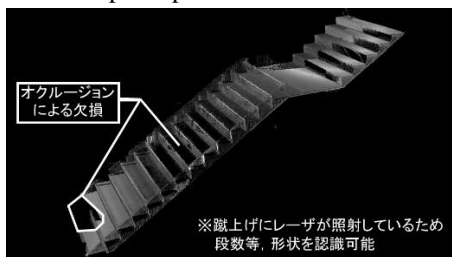


Figure 2. Extraction of point cloud data of stairs

4. 解析結果

(1) 位置精度の評価

計測対象物を抽出した点群データから形状の認識が可能であったことから、正確な位置情報を所持しているのか検討を行う。階段について位置精度の検出結果を Table 2 に示す。実測値と解析値の平均較差は、蹴上げと踏み面は 0.010m 以内となったが、階段の幅は 0.013m であり、センチメートル級の精度で位置情報の検出が可能であったが、階段の幅に関しては誤差が目立つ結果となった。これはガラス面のノイズと点群データの重複が影響していると考えられる。今回実験を行った場所は壁面の多くがガラス面であることが特徴であり、ガラス面付近に存在している階段の幅の右側には点群データのバラつきが見られた。また、オクルージョンによる欠損を補完するため往路と復路のデータを統合したのから解析を行ったため、一部データが重複していることから、点群データに厚みが発生し、誤差の要因になったと考えられる。

(2) 3次元モデルの作成

本研究では、Trimble 社製の 3次元モデリングソフトウェアである Sketch Up を用いて 3次元モデルを作成した。点群データはデータの取得は容易であるが、膨大なデータ量になってしまうことが課題として挙げられる。そのため、モデリングを行うことでデータ量を削減でき、扱いやすくすることができる。3次元モデルを作成するため、点群データをレイヤ毎に分けて読み込みを行った。レイヤ分けした点群の特徴点繋ぎ合わせることによって

モデリングを行う。結果を Figure 3 に示す。3次元モデルを作成することにより、点群の透過効果を避けた屋内空間の環境把握が可能であった。また、3次元モデルはレーザーが照射された箇所であればモデル化が可能であり、階段の手すりやドアノブ等、細部までリアルに現地の情報を提供することが可能である。これにより、計測対象物の配置にあった経路探索ができるとともに、データベース上で確認ができることからデータ整備・更新の省力化に向けた簡素化・効率化が期待できる。

Table 2. Position accuracy detection result

	平均値		平均較差	最大較差
	実測値(m)	解析値(m)		
階段の幅	1.752	1.765	0.013	0.016
蹴上げの高さ	0.184	0.183	0.001	0.015
踏み面の幅	0.296	0.287	0.009	0.018

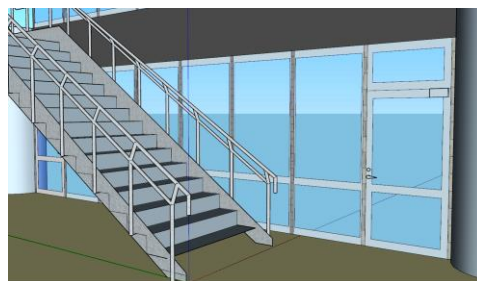


Figure 3. The created three-dimensional model

5. おわりに

本研究では、3次元地図整備の事前検討として、点群データを用いた形状計測と3次元モデルの作成を行い、以下のような結果を得た。

- ・取得した点群データから、建物内設備の有無や形状を認識することが可能である。
- ・センチメートル級の精度で位置情報検出が可能である。
- ・点群データから3次元モデルを作成することで、データ量を削減でき、点群の透過効果を避けた屋内空間の環境把握が可能である。

以上のように、点群データは屋内空間の3次元地図整備に活用が期待され、屋内ナビゲーションの地図データとして詳細に屋内空間を表現可能であることを示した。

謝辞

実験にご協力いただいた株式会社ニコン・トリンプルの岩上弘明様に、心より謝意を表す。

参考文献

- [1] 国土交通省：高精度測位社会プロジェクト、
 <http://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/kokudoseisaku_tk1_000091.html>, (入手：2018.3.31).