

# 点群データを用いた屋内位置測位技術の研究開発

菅原 瞬† 塚田 義典†

岩手県立大学ソフトウェア情報学部†

## 1. はじめに

近年、位置情報を活用した案内サービスが日常生活に浸透している。屋内ではGNSS(Global Navigation Satellite System)の電波が届かないため、Wi-Fi、ビーコン、IMES(Indoor MESSaging System)を用いた測位手法が提案されている。しかし、これらの手法では、対象環境下に基地局を常設しなければならず、運用コストがかかる課題がある。

そこで、本研究では、事前にLiDARを用いて屋内空間の2次元地図である点群データ(以下、2次元地図)を生成する。そして、その空間内においてカメラを携行しながら撮影した動画像から点群データ(以下、3次元形状)を生成すると共に、2次元地図と照合し、自己位置を推定する手法を提案する。

## 2. 研究の概要

本研究では、2次元地図と3次元形状の位置合わせによる自己位置の推定手法を提案する。本研究の流れを図1に示す。提案手法は、2次元地図の生成処理、3次元形状の生成処理、次元圧縮処理、位置測位処理で構成される。

### 2.1 2次元地図の生成処理

本処理では、LiDARデータのみを用いて自己位置を推定し、2次元地図を生成可能なSLAM(Simultaneous Localization and Mapping) [1]を用いる。対象環境が広範囲になる場合は、1回の計測範囲を限定し、複数回計測する。そして、各回で生成された点群データに対して、対応点を用いたヘルマート変換により座標系を統一する。

### 2.2 3次元形状の生成処理

本処理では、同一環境を多視点で撮影した動画像のみを用いて自己位置を推定し、3次元形状を生成可能なSLAM [2]を用いる。本処理では、生成した3次元形状と自己位置の軌跡を出力する。

### 2.3 次元圧縮処理

本処理では、生成した2次元地図と3次元形状を重畳するため、以下に示すStep.1からStep.3の手法により3次元形状の次元を圧縮する。

Step.1 スケールの変換

Step.2 床面の除去

Step.3 2次元化

Step.1では、3次元形状を2次元地図に合わせるためにスケールを変換する。閾値は、機器の仕様に従い適切な値を設定する。Step.2では、点群データ処理に関するオープンソースライブラリであるPCL(Point Cloud Library)を用いて、点群データから平面を推定し、最も面積の大きい平面を床面として除去する。Step.3では、高さ方向を除去することで3次元形状を2次元化する。

### 2.4 位置測位処理

本処理では、ICP(Iterative Closest Point)アルゴリズムを用いて、2.3節で次元圧縮したデータ(以下、2次元形状)と2次元地図の位置合わせを行う。2次元地図が対象環境下の全体地図であるのに対し、2次元形状は局所的な範囲であるため、2次元地図を分割し、各地点に2次元形状を移動させ、位置合わせ処理を実行する。以下に示すStep.1からStep.7の手法により位置測位を行う。

Step.1 2次元地図を分割

Step.2 各地点に2次元形状の重心を移動

Step.3 スケール不変の位置合わせを実行

Step.4 RMSを算出

Step.5 2次元形状を90度回転

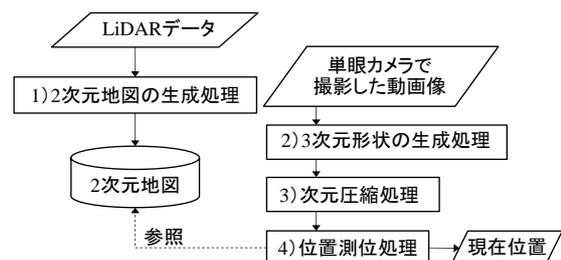


図1 本研究の流れ

Development of Indoor Positioning Technology using Point Cloud Data

†Shun Sugawara, Yoshinori Tsukada  
Iwate Prefectural University

Step.6 Step.1～Step.5を繰り返す

Step.7 スケール可変の位置合わせを実行

Step.1 では 2次元地図を 2次元形状の xy 軸それぞれの長さの 1/2 で分割し, Step.2 で 2次元形状の重心を各分割地点に移動する. Step.3 においてスケール不変な ICP アルゴリズムを実行する. その後, 各点における最近傍点距離の二乗平均平方根である RMS を算出する. Step.2～Step.5 を繰り返し, RMS が最小となる地点を探索する. Step.7 において探索した地点に 2次元形状を移動させ, スケール可変の ICP アルゴリズムを実行し, 厳密な位置合わせを行い, 現在位置を出力する.

### 3. 実証実験

#### 3.1. 実験内容

本実験では, 人がいない条件のもと, 岩手県立大学ソフトウェア情報学部 A 棟廊下において, 提案手法の有用性を評価する. LiDAR は RPLIDAR a2, SLAM は Hector SLAM[1]を用いた. また, 3次元形状を生成する際, iPhone 6s カメラを用いて撮影したフル HD, 30fps の動画を使用し, カメラキャリブレーションを行い, ORB SLAM2[2]を適用した. 本実験では, スケール変換の際, 事前実験の結果を考慮し, 閾値を 10 として次元圧縮を行う.

#### 3.2. 実験結果と考察

生成された 2次元地図を図 2, 3次元形状を図 3, 提案手法による位置測位結果を図 4 に示す.

図 2 より, RPLIDAR a2 を用いて, 実験対象環境の 2次元地図が生成できることがわかった. また, 図 3 中①と②は, 廊下の壁面の点を示している. ①と②を比較すると, ②より①が疎であることがわかる. これは, 張り紙などの有無により, 追跡できた特徴点が少ないことが原因であると考えられる. このことから, 3次元形状は, 対象環境を限なく正確に生成しているとは言い難い. 一方, 図 4 より, 実際に使用した動画と出力された位置測位結果を見比べると, 大きなズレは生じていないことがわかった. したがって, 3次元形状は, 位置測位を目的とした精度は担保できているといえる. 以上より, 点群データの屋内位置測位への利用は, 一定の有用性があることが明らかとなった.

### 4. おわりに

本研究では, 基地局を必要とせず, 単眼カメラで利用可能な位置測位手法を提案した. そして,



図 2 2次元地図

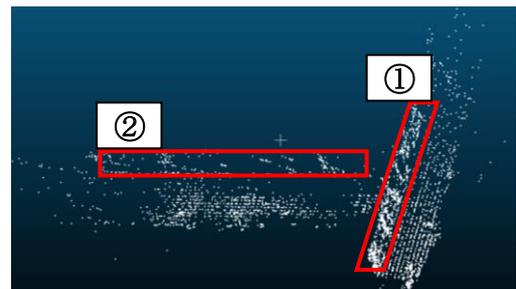


図 3 3次元形状



図 4 位置測位結果

実証実験より, 限定的な範囲かつ人がいない状況下において, 位置測位が可能であることを示唆した. 今後は, 実用化の観点から, 単眼カメラで生成する点群データの高精度化等のアルゴリズム改良が必要である. また, 位置測位の用途に即したシステムを開発するためには, リアルタイム処理が必須であることから, 処理の高速化についても検討する予定である.

### 参考文献

- [1] S.Kohlbrecher, O.Stryk, J.Meyer, and U.Klingauf : “A Flexible and Scalable SLAM System with Full 3D Motion Estimation”, International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics, IEEE, pp. 2011.
- [2] Raúl Mur-Artal, Jua D. Tardós : “ORB-SLAM2: an Open-Source SLAM System for Monocular, Stereo and RGB-D Cameras”, Transactions on Robotics, IEEE, vol.33, no.5, pp.1255-1262, 2017.