

屋内空間における LiDAR の相対位置推定

2017SC092 吉田周平

指導教員：藤井勝之

1 はじめに

近年のセンサ技術の発展により、屋内環境を再現した 3D マッピング技術の需要が高まっている。物体や人の検出には様々なセンサが用いられ、カメラ、ミリ波レーダ、超音波センサや本研究で用いる LiDAR などが挙げられる。3次元データを計測する際、屋内空間に限らず 1つのセンサで 3D マッピングを行うと、物体や人のすべての形状を計測できず死角が生じてしまうため、複数の箇所から計測する必要がある。これらの複数のデータから 1つのモデルを作成する際、視点の違いを補正しなければならない。その補正を位置合わせと呼び、通常、マーカを設置して行われる。

2 先行研究

屋内の閉空間の壁面などに水平設置された複数のレーザ測域センサ (LRS : Laser Range Scanner) を対象にそれらの位置関係を自動で推定する手法を提案されている [1]。提案手法では、壁などの平面体で構成される屋内空間特性に着目し、各 LRS から得られる点群から平面体をとらえた直線成分を抽出して位置合わせを行う。LRS を用いて異なる 15 地点でデータを収集し、任意の 2 地点における点群データの組み合わせを利用して LRS の位置推定を行った結果、最大誤差 10cm で相対位置推定できることを示されている。[1] を読んで私も LiDAR を使ってみたいと思い、南山大学 S 棟研究棟 305 で特性評価を行った。

3 評価実験

3.1 仕様

本研究で使用する機器を表 1、LiDAR を図 1、回路図を図 2 に示す [2]。また、LiDAR のセンサ部分にあたる TFmini-S の仕様を表 2 に示す。LiDAR での 3D データ取得には、スペクトラム・テクノロジー株式会社が作成したプログラムに変更を加え、方位角、仰俯角を 2 度ずつ変えながら計測を行った。

表 1 使用する機器

使用機器	個数
Raspberry Pi 4 model B	1
LiDAR (TFmini-S)	1
サーボモータ	2
microSD 32GB	1
バッテリー (3.0A 10000mAh)	1

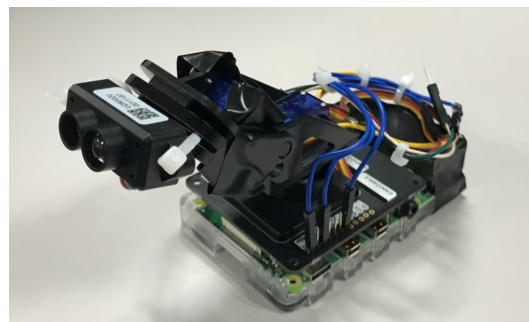


図 1 使用した LiDAR

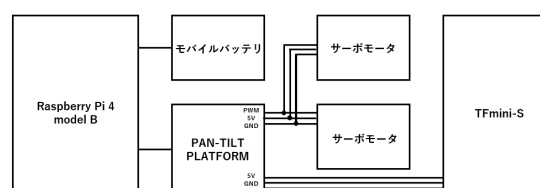


図 2 LiDAR の回路図

表 2 TFmini-S の仕様

項目	内容
測定距離	最大 12m
精度	±1% の誤差
分解能	1cm
視野角	2 度
フレームレート	1-1000Hz
光波長	850nm
インターフェース	UART, 速度: 115200bits/s
大きさ/重量	42×15×16mm/5g
消費電力	5V 200mA(peak), 140mA(average)

3.2 距離計測実験

3.2.1 実験環境・実験方法

南山大学 S 棟研究棟 3 階において、白色の壁までの距離を計測した。対象物までの距離を 10~1200cm とし、10~100cm は 10cm 間隔、100~500cm は 50cm 間隔、500~1200cm は 100cm 間隔の 25 箇所計測を行った。実距離、測定距離 100 回の平均値から誤差を求めた [3]。

3.2.2 実験結果

実験結果を図 3 に示す。図 3 より、25 箇所中 24 箇所誤差 2cm 以下であったが、実距離が 1200cm のときに 9.79cm の誤差が生じた。この結果は、相対位置推定への影響はないと考える。

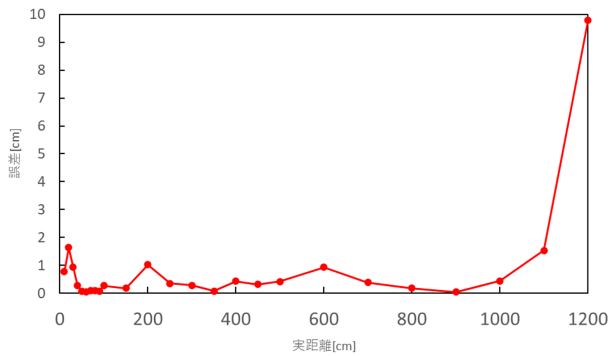


図3 計測誤差

3.3 相対位置推定

3.3.1 実験環境・実験方法

南山大学 S 棟研究棟 305 において図 4 に示した二箇所に LiDAR を設置し、水平方向 120 度、垂直方向 60 度で計測を行った。本研究では、二箇所に設置した LiDAR の位置関係の真値は実測で計測し、手動で行った位置合わせの結果と比較して評価をする。LiDAR(A), (B) をそれぞれ A, B, 柱の上部のある 1 点を C とした三角形 ABC において $\angle A$, $\angle B$, $\angle C$ をそれぞれ A, B, C とし, a は辺 BC, b は辺 CA, c は辺 AB の長さとする。C は余弦定理より, 20.3896° と求められ, この数値を基準に位置推定を行う。

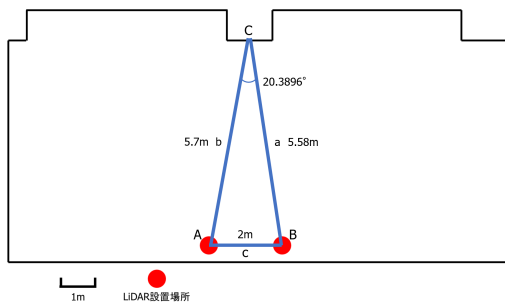


図4 LiDAR の配置図

3.3.2 評価結果

305 室を上から見た点群データを, メッシュデータに変更したものを図 5 に, 位置合わせの目安にした柱の上部のメッシュデータを図 6 に示す。本研究では, 真値となる LiDAR の位置関係を実測によって計測しているため, 実測時の測定誤差を考え, 距離計測実験の最大誤差である 10cm 以下であれば推定が成功したものと評価する。Meshlab で C に該当する 1 点を選択し, (A), (B) それぞれの計測地点を原点とした座標から距離を求めた結果, a 568.499cm, b 556.343cm と求められた。真値の角 C 20.3896° から余弦定理より, (A), (B) 間の辺 AB は 199.451cm と求められ, 誤差が 0.549cm で 10cm 以下であることが確認できた。

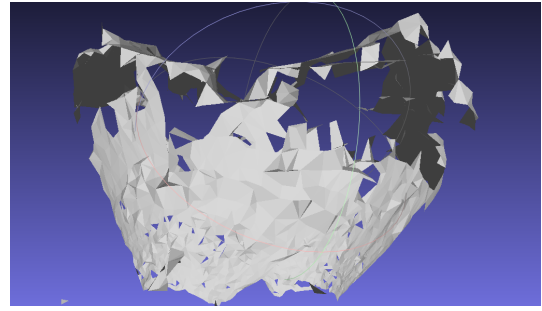


図5 305 室を上から見たメッシュデータ

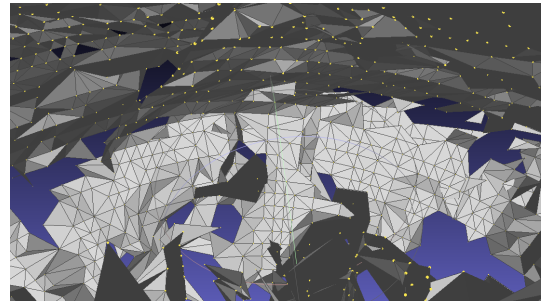


図6 壁上部のメッシュデータ

3.3.3 考察

本研究では, 方位角と仰俯角を 2 度ずつ変更しながら計測を行った。1 度ずつ計測を行った際, 計測時間が長くなったため 2 度が適していると判断した。位置推定の結果, 距離計測実験の最大誤差の 10cm と比較すると, 小さい誤差に収めることができた。

4 おわりに

本研究では, 屋内空間内に設置した 2 台の LiDAR の計測データから得られた点群データから, 特徴のある壁面に着目して位置合わせを行った。手動で位置合わせを行ったが, 誤差を許容範囲内に収めることができた。今後の課題として, 自動かつリアルタイムでの位置合わせと 3 台以上の LiDAR に対する同時位置推定があげられる。

参考文献

- [1] 吉貞洸, 山田遊馬, 廣森聡仁, 山口弘純, 東野輝夫, “屋内空間における測域センサ群の相対位置推定手法の提案,” 情報処理学会論文誌, Vol.59, No.8, pp.1485-1498, Aug. 2018.
- [2] スペクトラム・テクノロジー株式会社, “はじめての LiDAR 開発キット: LiDAR と回転台により, 自動運転から 3D スキャナまでの基礎をマスター, 体験,” <https://spectrumtech.co.jp/products/lidar.html>, Dec. 7, 2021.
- [3] 吉沢康和, “新しい誤差論: 実験データ解析法,” 共立出版, 東京, 1989.