

LiDAR-SLAM での標識の相対位置と空間分解能の評価

Evaluation of Relative Distance and Spatial Resolution of Marker in LiDAR-SLAM

杉原朋樹 重藤李佳子 中川雅史
Tomoki Sugihara Rikako Shigefuji Masafumi Nakagawa

芝浦工業大学
Shibaura Institute of Technology

1. 背景と目的

近年、月面拠点建設の技術開発が活発化している。月面基地建設プロジェクトの初期段階における起工測量では、無人測量技術や遠隔施工技術の開発が必須である、しかし、月面環境は衛星測位環境が未整備であるとともに、極端な温度変化や強い宇宙放射線などの影響により、従来型測量は困難である。また、一面をレゴリスに覆われた幾何形状特徴に乏しい微地形での計測では通常の LiDAR を用いる Simultaneous Localization and Mapping(LiDAR-SLAM)が不適合である。既往研究では、月面を模擬した宇宙探査フィールド(JAXA 相模原キャンパス宇宙探査実験棟内)において、標識追跡型 LiDAR-SLAM に関する実験を実施しているが、標識位置と LiDAR の相対位置に関する評価が課題として残った。そこで本研究では LiDAR と標識の相対位置に関する基礎データ取得を目的とし、標識追跡型 LiDAR-SLAM 処理における測距距離ごとの標識位置推定精度を評価した。

2. 手法

標識追跡型 LiDAR-SLAM 処理とは、ランドマーク位置を利用して自己位置推定する SLAM であり、本研究では球体標識を利用する。標識追跡型 LiDAR-SLAM 処理における測距距離ごとの標識位置推定精度の検証方法は、測線上に球体標識を配置し、球体標識の表面上の点群を LiDAR で取得し、球体標識表面上の点群数と点間隔を算出し、測点(測距値)ごとに評価することとした。疎点群からの球体標識の抽出処理は、疎点群における地表面と標識の探索処理、標識の精密探索処理、及び、標識中心の推定で構成される(図1)。

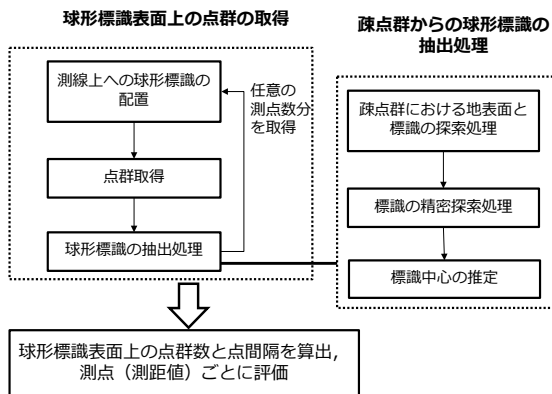


図1. 提案手法

3. 実験

豊洲運河の遊歩道を実験場とし、コンクリート舗装面上に、直径 0.20[m]の赤色球体標識を 1.0~100.0[m]の範囲で地盤高 0.0[m]に 1 つ配置した。また、LiDAR(VLP32C,

Velodyne)を 0.0[m]の位置に設置し、月面ローバーからの LiDAR 計測を想定し、計測高は 0.30[m]とした。1.0~5.0[m]の区間では 1.0[m]おきに、5.0~25.0[m]の区間では 2.0[m]おきに、40.0~100.0[m]の区間は 20[m]おきに標識を移動させ、各測点で 300 スキャンのデータを取得した。

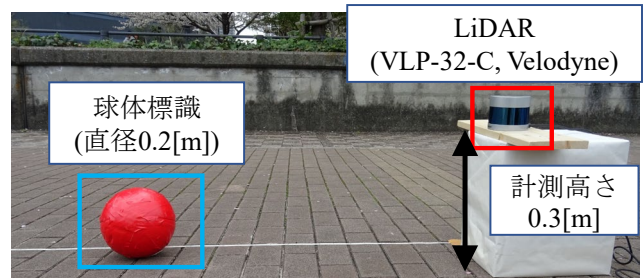


図2. 実験風景・実験装置

4. 結果

点群から標識中心位置と点密度を推定した結果を表1に示す。入力点群数が3点以下の地点は測定不可とした。

表1. 標識中心の推定結果

B.M.[m]	点群数	点間隔[m]	標識中心推定値[m]			球面重畳精度[m]
			X[m]	Y[m]	Z[m]	
1.0	37	0.016	0.001	0.966	-0.305	0.009
2.0	42	0.020	0.015	1.969	-0.268	0.007
3.0	40	0.025	0.019	2.955	-0.245	0.008
4.0	13	0.049	0.029	3.951	-0.217	0.008
5.0	34	0.033	0.008	4.982	-0.176	0.006
7.0	15	0.047	0.007	6.971	-0.130	0.008
9.0	7	0.077	0.011	8.968	-0.062	0.008
11.0	5	0.087	-0.011	10.979	-0.099	0.007
13.0	10	0.090	-0.019	12.946	0.067	0.014
15.0	4	0.093	-0.018	14.956	0.142	0.019
17.0	1	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
19.0	2	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
21.0	1	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
23.0	1	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
25.0	2	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
40.0	0	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
60.0	0	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
80.0	0	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
100.0	0	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

5. まとめ

本研究では、標識追跡型 LiDAR-SLAM 処理における測距距離ごとの標識位置推定精度を検証した。実験結果より、直径 0.2[m]の球形標識と VLP32C の組み合わせでは、測距範囲 15m 以内に球形標識を配置する必要があることを確認できた。また、標識配置間隔を広げるためには、球体標識のサイズを直径 0.2[m]よりも大きくすれば良いが、月面への標識運搬(もしくは月面上での標識生産)および標識散布コスト試算にもとづく検討が別途必要となる。