

月面調査のための LiDAR-SfM/MVS による点群の取得

Point Cloud Acquisition by LiDAR-SfM/MVS for Lunar Surface Survey

重藤李佳子* 野口果鈴* 中川雅史* 滝川正則** 北村啓太郎** 平松孝晋** 小林泰三***
Rikako Shigefuji Karin Noguchi Masafumi Nakagawa Masanori Takigawa Keitaro Kitamura Takahiro
Hiramatsu Taizou Kobayashi

*芝浦工業大学

**アジア航測

***立命館大学

*Shibaura Institute of Technology

**Asia Air Survey Co., Ltd.

***Ritsumeikan University

1. はじめに

近年、米国主導のアртеミス計画をはじめ、月面に関する研究活動が活発化している。月面は地球上と違い、宇宙放射線や重力の影響から無人での施工が望ましく、遠隔施工や無人建設の技術開発が推進されている。また、国内では i-Construction の取り組みが進められており、施工の省力化や人手不足の解消のために無人建設技術の開発が推進されている。月面の施工は手戻りをなくすことが求められ、デジタルツインの適用による施工シミュレーションが必要である。しかし、月の表面はレゴリスと呼ばれる堆積物で覆われており画像特徴や形状特徴が乏しく、従来型の計測手法や Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) の適用は難しい。そこで本研究では標識設置型 LiDAR-SLAM の適用による測量手法の検討と Structure from Motion and Multi-view stereo (SfM/MVS) 点群に対して LiDAR-SLAM で取得した標識位置を利用することでスケール情報を付与する手法 (LiDAR-SfM/MVS) を提案する。

2. 手法

本研究の提案手法を図 1 に示す。まず、カメラで撮影した画像を用いて SfM/MVS 点群生成を行う。次に、取得した点群へ LiDAR で取得した標識位置を基準として SfM 点群のレジストレーションを行うことで、スケール情報が与えられた高密度色付き点群の生成を行う。

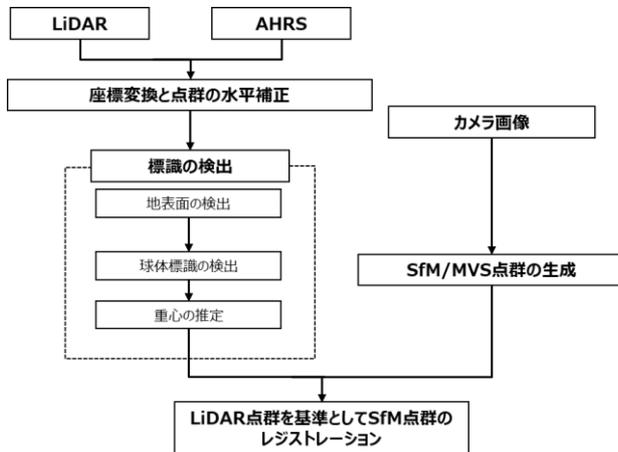


図 1. 提案手法

3. 実験

実験は月面を模擬したフィールド (JAXA 相模原キャンパス宇宙探査実験棟) で行った。フィールド上に直径 0.20[m] の赤色球体標識を 7 箇所設置した。遠隔操縦の自律移動ロボット (Multi Crawler Robot, JAXA) で等間隔に設置した標識間を走行計測した。ローバの天板上に、LiDAR (VLP32C, Velodyne), AHRS (MTi-G-710, Xsense), 高解像度カメラ (DSC-RX0M2, SONY) を前後左右計 4 台搭載した (図 2)。

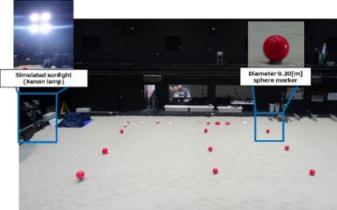


図 2. 実験環境

4. 結果

SfM/MVS 点群を LiDAR 標識点群でレジストレーションした結果を表 1 に示す。表 1 より、LiDAR 点群と SfM 点群との残差が LiDAR の測距精度である 0.03[m] 前後の精度で点群レジストレーションができることを確認した。

表 1. SfM 点群レジストレーション結果

The number of split faces	Point cloud density [points/m ³]	Error values [m] (RMSE)
900	7.65×10^3	0.023
100	0.962×10^3	0.027
29	0.509×10^3	0.031
25	0.286×10^3	N/A

5. まとめ

月面を模擬した環境での実験において LiDAR-SfM/MVS 処理による色付き高密度点群の取得が、赤色球体標識を用いることで可能であることを確認した。今後の課題としては、センサシステムの宇宙仕様化などが挙げられる。

謝辞：国土交通省および文部科学省スターダストプログラム (宇宙開発利用加速化戦略プログラム) における「月面の 3 次元地質地盤図を作成するための測量・地盤調査法」に関する研究の一部です。