

月面測量ローバによる高密度点群取得のための LiDAR-SfM/MVS

LiDAR-SfM/MVS for Dense Point Cloud Acquisition with Luna Survey Rover

重藤李佳子* 野口果鈴* 中川雅史* 滝川正則** 小林泰三***
 Rikako Shigefuji Karin Noguchi Masafumi Nakagawa Masanori Takigawa 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、月面開発推進のための研究活動が活発化している。月面での作業は無重力下、極端な温度差、宇宙放射線などの要因から、基地開発は無人的による施工が望ましく、遠隔施工や無人建設の技術開発が推進されている。月面の施工はコスト面から手戻りをなくすことが求められ、デジタルツインを適用し地上でシミュレーションを行うことが必要である。しかし、画像特徴や形状特徴が乏しいレゴリスで覆われる月面では従来型の画像計測や 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 による測量手法を検討した。また、Structure from Motion and Multi-view stereo (SfM/MVS)で取得した点群に対して LiDAR-SLAM で取得した標識位置を利用してスケールを与える手法 (LiDAR-SfM/MVS) を提案し、模擬月面環境で実証実験を行った。

2. 手法

本研究の提案手法を図 1 に示す。高解像度カメラで撮影した画像を用いて SfM/MVS による点群生成を行い、LiDAR で取得した点群から抽出した標識位置を利用して、SfM 点群のレジストレーションを行うことで、スケールを付与した色付き高密度点群を取得する。

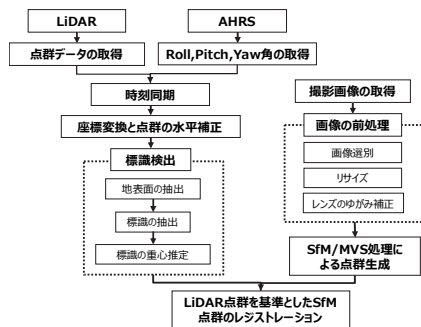


図 1. 提案手法

3. 実験

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) で実験を行った。月面を模擬したフィールド上に、直径 0.20[m]の赤色球体標識を 7 か所設置した。遠隔で操縦する自律移動ロボット (Multi Crawler Robot, JAXA) で標識間を走行計測した。自律移動ロボットの天板上には LiDAR (VLP32C, Velodyne), AHRs (MTi-G-710, Xsens), 高解像度カメラ (DSC-RX0M2, SONY) を前後左右に計 4 台搭載した (図 2)。

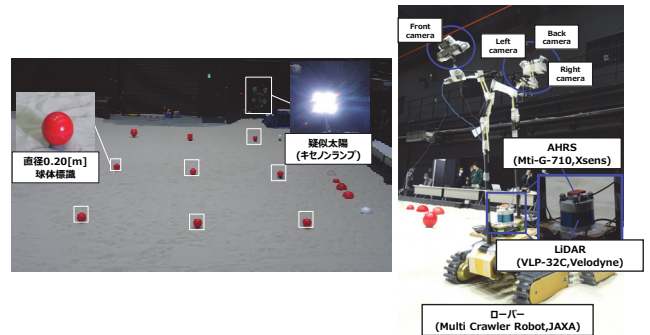


図 2. 実験環境および実験装置

4. 結果

4 回行った走行計測のうち、光源に背を向けてローバを走行させた計測データでの SfM/MVS 点群を図 3 に示す。また、レジストレーション結果を表 1 に示す。

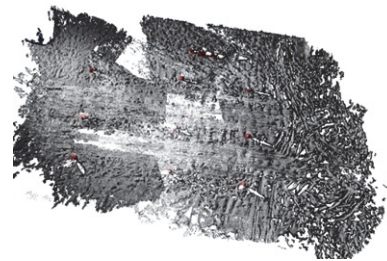


図 3. SfM/MVS 点群

表 1. SfM 点群レジストレーション結果

分割面数[面]	点密度[点/m ²]	RMSE値[m]
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	標識認識不可

6. 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。