

研究課題名	林業重機「フォワーダ」の無人運転化に関する研究 — 整地における無人自動運転化技術の確立 —		
研究者名 (所属名)	小澤雅之・大地純平(山梨県森林総合研究所)・中込広幸・保坂響・布施嘉裕(山梨県産業技術センター)		
研究期間	令和4年度～令和4年度	報告年度	令和4年度

【背景・目的】

本研究は、これまでロボットの自律移動に用いられていた3D-LiDARによる自己位置推定・自律移動手法を適用することで、フォワーダの自動運転の実現を目指している。しかし、フォワーダに3D-LiDARを設置すると、設置位置が通常の自律移動ロボットや車両と比較して高所となり、産業技術センターの保持している3D-LiDARは、垂直方向の視野角が20度と狭く、フォワーダ足元の路面検出や、歩行者飛び出しなどに対応できない可能性がある。

そこで、本研究では、垂直方向の視野角がより広い3D-LiDARをロボットに搭載し、1)路面と2)歩行者の形状を測定した結果を、垂直視野角の異なる3D-LiDAR間で比較し、垂直視野角の広い3D-LiDARの有効性を確認する。

【研究・成果等】**実験方法**

山梨県森林総合研究所内林道において、3D-LiDARを移動ロボットに搭載し、手動制御による走行を行った。さらに、走行時の周辺形状情報を2種類の3D-LiDARを用いて取得した。

3D-LiDARは次の装置を使用した。

- ・ 1 台目3D-LiDAR： VLP-16 (Velodyne社製、垂直視野20度)
- ・ 2 台目3D-LiDAR： OS-1 (Ouster社製、垂直視野45度)

なお、各3D-LiDARは移動ロボットに搭載し、高さ約1.5 mの位置に配置した。

結果

1) 路面の形状測定における3D-LiDARの比較実験(図1参照)

- ・ VLP-16における路面形状測定では、前方約5.2メートル以内の路面は測定不可であった。
- ・ OS-1では、前方約1.2メートル以上から測定可能であった。

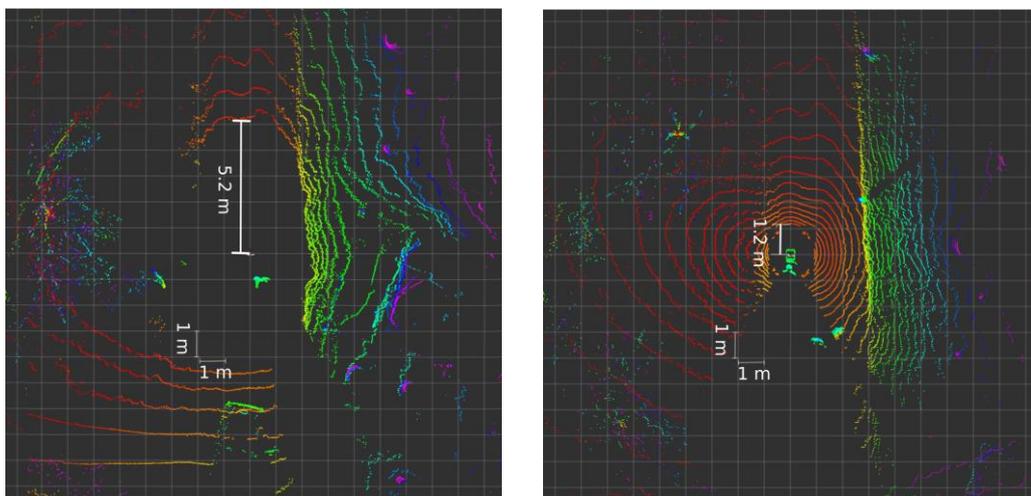


図1 3D-LiDARによる路面形状の測定結果
(左図) VLP-16による測定結果 (右図) OS-1による測定結果

2) 歩行者の形状測定実験

- ・ 歩行者が前方10 mにおいて歩行している状態での形状測定結果を確認した。
- ・ VLP-16、OS-1において、歩行者の距離10 mの場合、レーザ5~6本の走査による形状測定が可能であった(図2参照)。
- ・ 歩行者が前方3 mにおいて歩行している状態での形状測定結果を確認した(図3参照)。
- ・ VLP-16では、歩行者の上半身のみ測定が可能であった。
- ・ OS-1では、歩行者の全身の形状測定が可能であった。

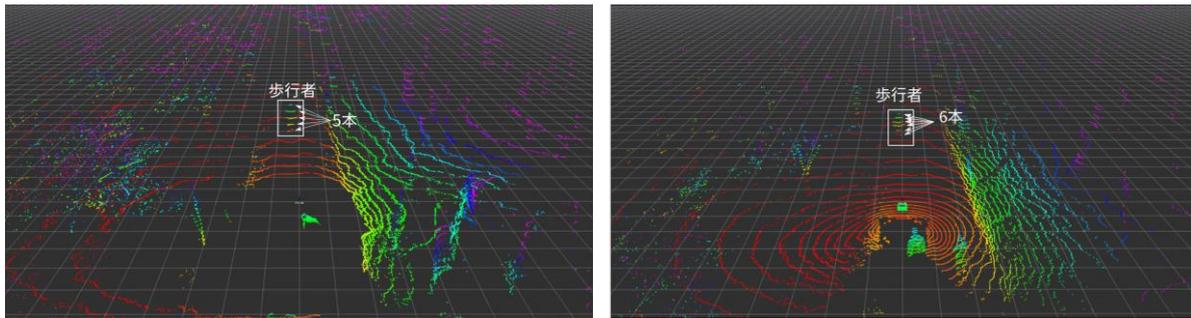


図2 3D-LiDARによる前方10 mの歩行者形状の測定結果
 (左図) VLP-16による測定結果 (右図) OS-1による測定結果

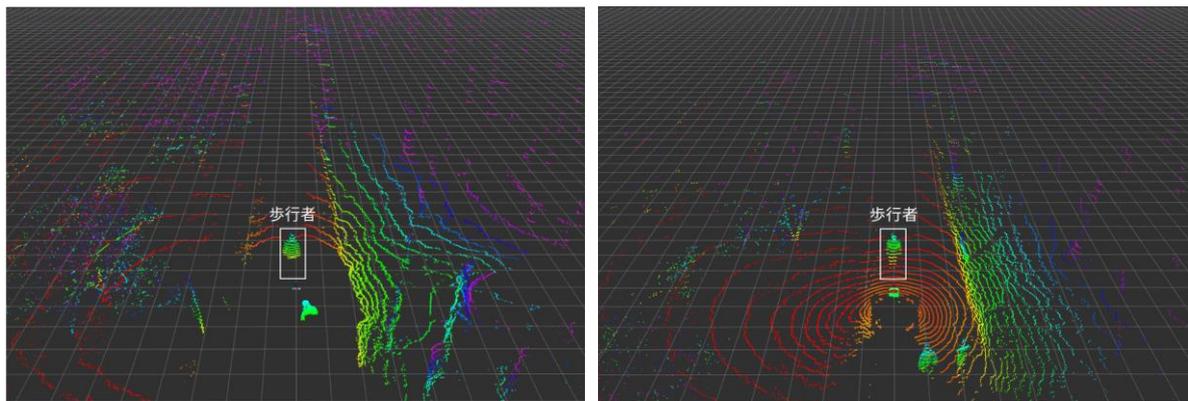


図3 3D-LiDARによる前方3 mの歩行者形状の測定結果
 (左図) VLP-16による測定結果 (右図) OS-1による測定結果

路面検出における考察

フォワーダが林道から逸れて滑落しないためには、路面検出による誘導が必要となっている。これまでの研究成果[1]を路面検出に使用する場合、前方2～6 mの範囲の形状測定が必要とされる。

VLP-16について、LiDARを傾斜させる機構がない場合、6 m以内の路面検出は不可能であった。さらに、フォワーダに搭載する場合、設置位置が約1 m高くなるため、実際には8 m程度前方でなければ路面推定ができないため、傾斜機構を用いる必要がある。

OS-1の場合、路面の測定は約1 m以上から可能であった。フォワーダに搭載する場合においても約2 m程度から路面の測定が可能となり、3D-LiDARに傾斜機構を装備せずに、路面推定が可能となる。

歩行者検出における考察

VLP-16の場合、3D-LiDARに傾斜機構を装備する必要がある。特にLiDARが上向きに傾斜している際は、歩行者の飛び出しといった危険な状態において死角となり検出できない。また、歩行者の一部しか測定できない場合、歩行者の検出ができない可能性がある。

OS-1の場合、3 mの位置において歩行者全身が測定可能であり、3 m以内の位置に歩行者の飛び出し等があった場合にも、歩行者の形状が広い範囲で測定可能であり、歩行者等の障害物検出において垂直視野の広いLiDARは有効であると考えられる。

[1] Hiroyuki Nakagomi, Yoshihiro Fuse, Yasuki Nagata, Hidehiko Hosaka, Hironaga Miyamoto, Masashi Yokozuka, Akiya Kamimura, Hiromi Watanabe, Tsutomu Tanzawa and Shinji Kotani: "Forest Road Surface Detection Using LiDAR-SLAM and U-Net", Proceedings of the 2021 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII 2021), pp. 727-732 (2021)

【成果の応用範囲・留意点】

これらの成果を踏まえ、垂直方向の視野角がより広い3D-LiDARを実際のフォワーダに積載させ、効果を検討する必要がある。

【問い合わせ先】

所 属	山梨県森林総合研究所	
代表者	小澤 雅之	E-mail: ozawa-ykt@pref.yamanashi.lg.jp