

LiDAR による道路積雪状況計測システム構築の事前検討

長岡技術科学大学大学院 馬上優介
長岡技術科学大学 高橋一義

1 はじめに

公共予算縮減や高齢化社会を背景に公共事業の低コスト化と省力化が求められている。積雪地帯では多くの予算と人材を必要とする除雪作業が毎年発生する。また、除雪機械は状況に応じた柔軟な運用が必要であり、熟練オペレーターの引退により技術が伝承されない問題も発生している。

近年では、情報通信技術(ICT)を利用した除雪作業の効率化と、省力化の取り組みが進められている¹⁾。ただ、これらは除雪作業の負担軽減が主眼であるため、能率的な除雪体制の構築に直接結びつかない。

地域全体として除雪作業を効率化し、冬季を通して降雪状況に迅速に対応する除雪体制を維持するためには、道路・路肩の積雪状況を継続的にモニタリングすることが不可欠である。

本稿では、道路・路肩の積雪状況を継続的にモニタリングする3D計測可能なLiDARを用いた道路積雪状況計測システムについて事前検討した結果を報告する。

2 使用機器

除雪作業前後の路面・路肩の積雪状況・道路面の積雪を3D計測することを念願に車載型の3DLiDARであるVelodyne社のVLP-16を使用する。

3 方法

3.1 除雪車へのLiDARの取り付け位置・角度の検討

除雪現場で幅広く利用されている除雪ドーザを対

象としてLiDARの取り付け位置・角度の検討をする。ここで除雪ドーザの側面図とLiDARの計測仕様を用いてLiDARの設置場所は視野を確保できる高い位置とし、複数のレーザー光で路面を走査し、かつ除雪車の車体が路面計測を妨げない角度で取付けることにする。

3.2 模擬積雪のLiDAR計測

VLP-16を車両に搭載した際、積雪の幅や積雪の高さ等がどの程度計測できるか計測条件の検討結果よりシミュレーション実験する。計測対象として、各辺の大きさがわかっている複数の直方体を路面端に配置し模擬積雪とする。図1に模擬積雪の寸法を記入した図を示す。計測したLiDARデータをLOAM(LiDAR Odometry Mapping)により処理し、路面を含む模擬積雪の三次元点群モデルを生成する。

4 結果と考察

4.1 計測条件の検討結果

除雪車へのLiDARの取り付け位置・角度を検討した結果、取付位置は除雪車で一番高い位置となる屋根あるいはルーフの上(地表から3m)とした。取付角度は路面を十分に計測するため、水平方向に対し15°下向きに傾けて取り付けことにした。この条件でLiDARを除雪ドーザに搭載した状態を図2に示す。設定した位置と角度でLiDARを取り付けた場合、レーザーのフットプリントサイズが一番手前で44cm、一番奥で43mとなる。

表1 VLP-16の仕様

レーザー波長	903nm
測定距離	100m
測定範囲・測定視野	水平 360° / 垂直 ±15° 垂直角分解能 2°
センサータイプ	16個のレーザー+検出器
測距精度	3cm

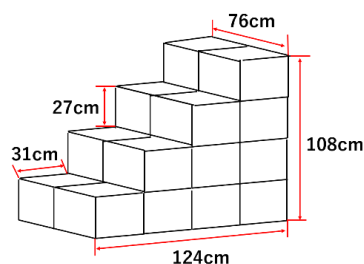


図1 模擬積雪の寸法

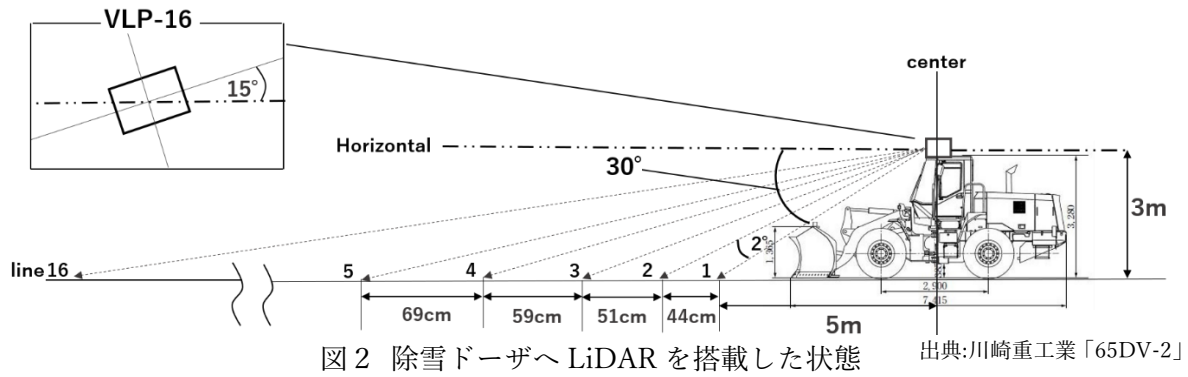


図2 除雪ドーザへ LiDAR を搭載した状態

出典:川崎重工業「65DV-2」

4.2 路面および模擬積雪の計測

計測条件の検討結果をもとに VLP-16 による模擬積雪の計測を行った。VLP-16 は進行方向の路面に対して下向きに 15° 傾くように一脚に取り付け、地表から 3m 程度の高さになるように調整した。その状態で一脚を持ちあげながら路面の中央を歩行し、路面端に配置された模擬積雪を計測した。図 3 に計測の様子を示す。計測した LiDAR データを LOAM により処理し、三次元点群モデルを生成した。模擬積雪の三次元点群モデルの頂点の座標から各寸法を計算した。図 4 に模擬積雪の三次元点群モデルに寸法を記入した図を示す。模擬積雪の各辺の長さや三次元点群モデルの各辺の長さを比較すると進行方向における差は 2~3 cm、進行方向に直行する水平方向における差は 0 cm、鉛直方向における差は 1 cm であった。これらの誤差は LiDAR の測距精度によるものや計測したデータを LOAM で結合させた際に生じた可能性がある。今回の計測条件だとレーザーのフットプリントは最短でも 44cm であるが、LiDAR を移動させて計測しているため、本検討と同等の条件下であればフットプリント以下の奥行や高さも計測できることが確認できた。また、計測精度も LiDAR の測距精度である 3cm 以内であることが確認できた。

5 まとめ

LiDAR による道路除雪状況計測システム構築の事前検討を行い LiDAR を用いて計測対象を計測した。計測したデータから三次元点群モデルを作成し、LOAM を用いてモデル化した結果、LiDAR から得られる情報のみで 3 cm 以内の精度で計測が可能であると確認できた。よって実際の積雪を計測した際も同様の精度で計測できることが期待される。

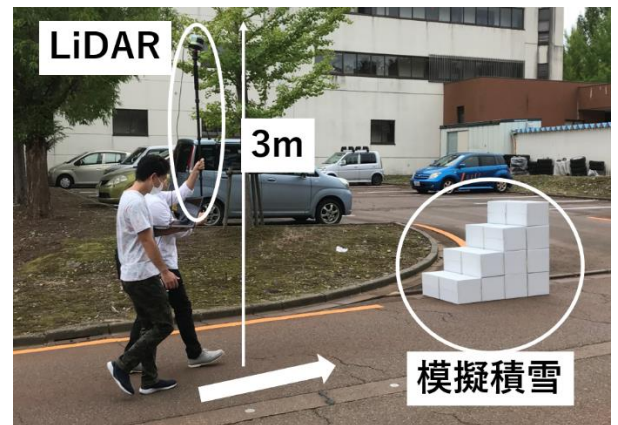


図3 VLP-16 による模擬積雪の計測

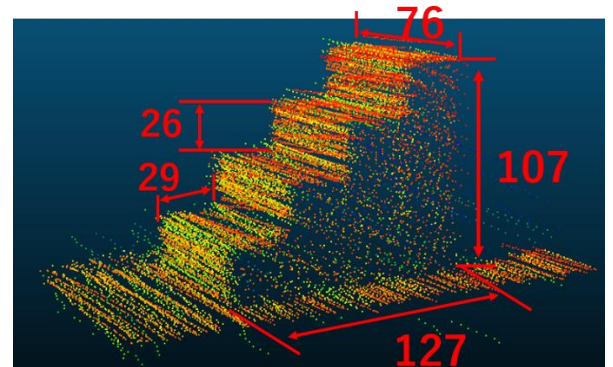


図4 LOAM により作成した模擬積雪モデル

参考文献

- (1)田中洋一：除雪分野への ICT(ITS/GIS 技術)の適用，建設の施工技術，pp.28-32，2007
- (2)新潟県長岡市土木部道路管理課：長岡市の除雪管理システムについて，道路行政セミナー，pp.1-6，2011

謝辞

本研究は、(一財)新潟県建設技術センターの助成を受けて実施したものです。