

位相差方式レーザスキャナを搭載した MMS による 路側距離標の計測時にノイズが発生する条件に関する研究

日本大学 学生会員 ○加藤 創大

朝日航洋 正会員 山口 裕哉, 正会員 岡本 直樹

ニコン・トリンプル 正会員 岩上 弘明

日本大学 正会員 佐田 達典, 正会員 江守 央

1. はじめに

近年, Mobile Mapping System (以下, MMS) を用いた 3 次元点群の計測が普及してきた. レーザスキャナの計測方式には飛行時間 (TOF) 方式と位相差 (PS) 方式とがある. 榎本ら¹⁾の研究では, PS 方式レーザスキャナの方が TOF 方式より精度が高いとされている. 一方, GNSS の電波が遮蔽される環境では, ずれを補正するために標定点による補正が必要である. 例えば道路環境では, 距離標のような既存地物を標定点として用いることが見込まれている. しかし, PS 方式レーザスキャナでは距離標のような反射強度の高い素材では, 特有のノイズが生じるため形状が正確に把握できないとされている.

そこで, PS 方式レーザスキャナを搭載した MMS にて色および表面素材の異なるターゲット板に対して, レーザの入射角度ごとに反射条件・素材条件によるノイズの発生状況等を検討する.

2. 実験概要

(1) 実験概要

2022 年 9 月 7 日に日本大学理工学部船橋キャンパス内通路において PS 方式レーザスキャナを搭載した MMS を用いて走行実験を行った.

本車両で用いたレーザスキャナは Z+F PROFILER 9012, 計測レート 1,016,000 点/秒, 測距精度は計測距離 10.0m の場合 0.5mm である.

検証用ターゲットは道路側面の距離標を想定し, 緑色, 白色, 青色, 黄色の 4 色作成した. 各色手前が反射素材, 奥が塗料塗布素材であり, 道路路面に対して垂直に 1.5m 間隔で設置した. 各ターゲット板は一辺 0.3m の正方形である. 外観とターゲット板の設置状況を図-1 に示す.

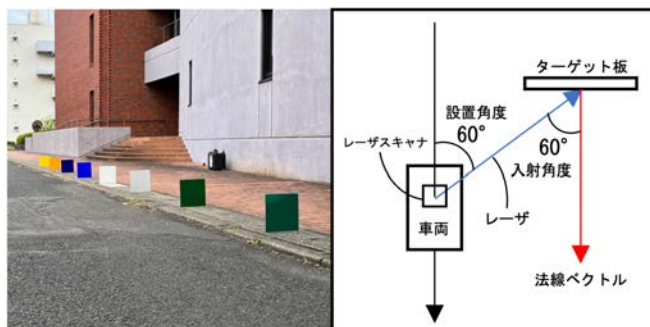


図-1 ターゲット板とレーザスキャナの設置状況

(2) 計測条件

笹野ら²⁾はターゲット板への入射角度を 45°から 90°に設定した実験で行なっている. そこで本研究では既存研究²⁾と比較を行うため, レーザスキャナの設置角度 (車両進行方向とレーザの発射方向のなす水平角度) を 45°, 60°, 75°の 3 パターンで計測した. また各スキャン角度で各 2 回計測を行なった. レーザスキャナの設置角度がターゲット板への推定入射角度になる.

(3) 解析方法

MMS で取得した 3 次元点群データを点群処理ソフト CloudCompare にて必要部分を手動で抽出して解析を行なう. ターゲット形状の再現性は点群処理ソフト上で確認する. 点群の解析には重回帰分析を用いて平面をモデル化し, 法線ベクトルを求める. また同時刻の走行軌跡データを用いてレーザ照射ベクトルを作成する. これらのなす角は内積を用いて求めることでターゲット板の入射角度を算出する.

3. 設置角度と各色の入射角の関係について

図-2 は設置角度と各色の入射角度の関係である. 塗料塗布素材, 反射素材の両方においてばらつきが若干生じたものの, 設置角度と入射角度の値がほぼ一致したことから, 設置角度を入射角度として扱うこととする.

キーワード MMS, レーザスキャナ, 位相差方式

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部交通システム工学科 空間情報研究室 TEL047-469-8147

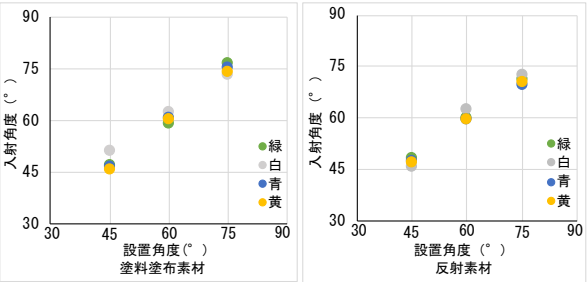


図-2 設置角度と入射角度の関係

4. 解析結果

図-3 は入射角度 45°, 60°, 75°白色取得点群である。上段が塗料塗布, 下段が反射素材である。塗料塗布素材は点群に乱れなく取得したが, 反射素材は点群に乱れが発生した。入射角度が大きくなると, ターゲット面に照射される点数が少なくなる。

図-4 は入射角度と素材条件の点群取得状況である。入射角度 45°の塗料塗布素材では取得点群付近にノイズが発生し, 反射素材ではノイズによる大きな乱れが発生した。入射角度は鋭角になるとノイズが発生しやすく, 入射角度が鈍角になるほど平板状の点群を取得することができた。

図-5 は入射角度 45°白色反射素材のノイズの発生状況である。ターゲット板はピンク色, ノイズを水色で示す。その他は反射強度で着色した。ターゲット設置位置付近にノイズが 1 箇所発生し, その後間隔を空けてノイズ群が列をなすように現れている。

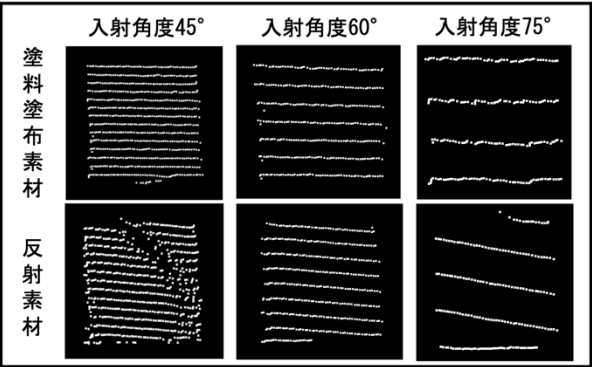


図-3 入射角度 45°, 60°, 75°白色取得点群

ノイズの発生状況					取得点群の精度				
入射角度		45°	60°	75°	入射角度		45°	60°	75°
塗料塗布素材	緑	○	○	○	塗料塗布素材	緑	○	○	○
	白	△	○	○		白	○	○	○
	青	△	○	○		青	○	○	○
	黄	△	○	○		黄	○	○	○
反射素材	緑	×	○	○	反射素材	緑	○	○	○
	白	×	○	○		白	△	○	○
	青	×	○	○		青	○	○	○
	黄	×	○	○		黄	○	○	○

凡例

○: ノイズが発生しなかった

△: 平面近くにノイズが発生したが大きな乱れはなかった

×: ノイズが発生した

凡例

○: ノイズ以外の点群に乱れがない

△: ノイズ以外の平面上の点群に乱れがある

×: 点群が取得できなかった

図-4 入射角度と素材条件の正位置にある点群

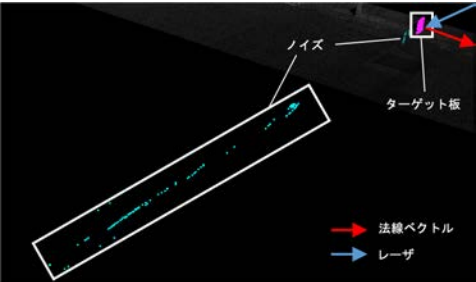


図-5 入射角度 45°白色反射素材ノイズ発生状況

5. 入射角度と反射率の関係

図-6 は入射角度と反射率の関係である。塗料塗布素材では入射角が大きくなると反射率は低下する。反射素材では反射率は入射角の大きさに関わらず, 50%以上の値を示した。

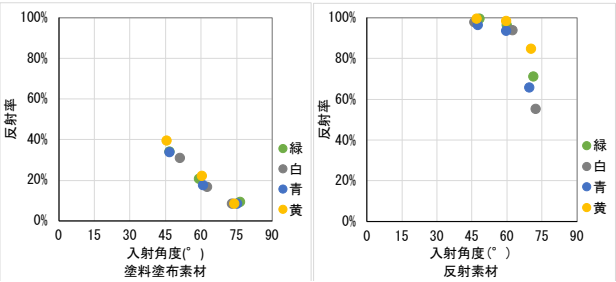


図-6 入射角度と反射率の関係

6. まとめ

塗料塗布素材では平面近くにノイズが発生したものものの反射素材のように地物の奥側に生じるノイズは見られなかった。図-4 より反射の強い素材はノイズを生じるが, 入射角度が大きいくほどノイズが減少することがわかる。しかし図-3 より, 入射角度が大きいくほどターゲットにあたる点の間隔が広がり, 取得される点群数が減少し, 入射角度 75°では 4 測線程度しか照射されない。よって塗料塗布素材, 反射素材ともに入射角度 60°で計測するのが望ましいと考える。

今後はより鋭角な角度で計測を行った場合のノイズ発生状況に関しても検証が必要である。

参考文献

1) 榎本昌一, 小栗昇悟, 増田宏, 田中一郎: 複数のレーザースキャナによる平面計測精度の比較, 精密工学会学術講演会講演論文集, Vol.2012S G24, pp.547-548, 2012.

2) 笹野拓海, 山口裕哉, 白石宗一郎, 岡本直樹, 岩上弘明, 佐田達典: 位相差方式レーザースキャナを搭載した MMS における地物の素材特性と計測条件が取得点群に及ぼす影響の検証, 土木学会論文集 F3, Vol.78, No.2, pp.II_26-II_33, 2022.