

京都大学工学部地球工学科 学生会員 ○出口 翔理
 京都大学大学院工学研究科 正会員 須崎 純一

1. はじめに

現在、道路の維持管理の重要性が高まっており、道路面の変状を効率よく検知する方法が求められている。そこで、道路面計測の手段として MMS(Mobile Mapping System)の利用が進んでいる。1 時期の計測で得られる MMS データだけでは、データ上の凹凸が変状なのかどうか判別できないが、2 時期の MMS データを位置合わせすることで、変状検知が行えるのではないかと考えられる。既存の位置合わせ手法として代表的なものに ICP(Iterative Closest Point)がある。ICP では初期位置のずれが小さいデータに対して非常に高精度な位置合わせを行うことができるが、初期位置のずれが大きい場合や一方のデータに欠損がある場合の位置合わせには適していない。一方 2 時期の MMS データ間の初期位置のずれはある程度大きく、また車両や人の死角となる部分はデータが欠損してしまう。よって 2 時期の MMS データを直接 ICP によって高精度に位置合わせすることは難しい。そこで本研究では MMS データのように初期位置の大きなずれや欠損のあるデータに対する高精度での位置合わせ手法の開発を試みた。

2. 使用データ

2015 年 1 月 11 日に地上据置型 LiDAR 計測を行って取得したデータを用いた。京都大学桂キャンパスの駐車場を対象地域として、2 種類のデータを取得した。このデータに対して MMS データを想定した恣意的なずれを生じさせ、一方のデータの一部を欠損させた。計測時には精度検証の基準となる反射ターゲットを 5 個設置した。反射ターゲットの中心点の座標を基準点とし、対応する基準点間距離を誤差として検証した。

3. 位置合わせ方法

位置合わせ手順を図 1 に示す。本研究の提案手法は

初期位置合わせと最終位置合わせの 2 つの段階に分けられる。初期位置合わせでは、2 つの点群間のおおまかなずれを補正し、ある程度の重なりを持つ状態とする。その後、最終位置合わせによって精密に位置合わせする。

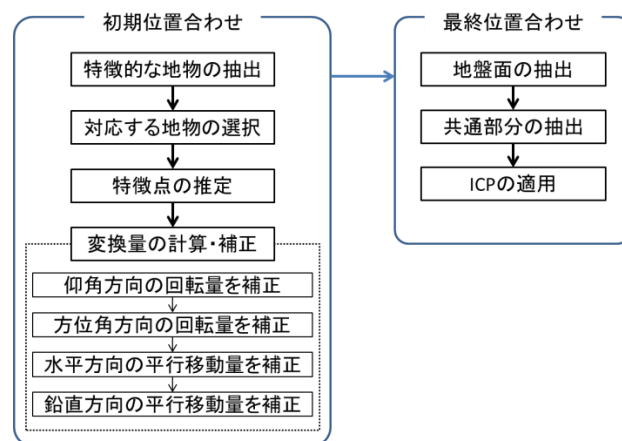


図 1: 位置合わせ手順

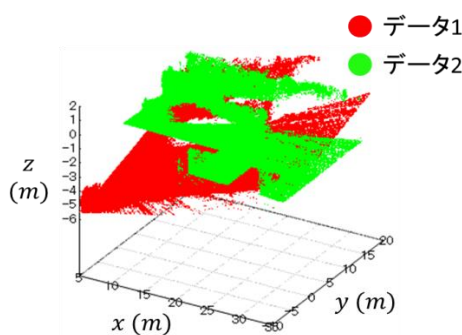
各段階での処理を以下に示す。初期位置合わせでは、道路周辺に存在する鉛直な 2 平面を持つ地物を抽出して利用する。例えば建物の角や駐車場の車止めなどがある。地物の 2 平面と、周辺の地盤面の計 3 面の交点を特徴点とし、各データで対応する地物を手動で 3 組選択する。その 3 組の特徴点を基準として位置合わせする。まず仰角方向について、特徴点 3 点で張られる平面に対する法線の向きを一致させるように回転する。次に方位角方向について、特徴点 2 点を結ぶベクトルの向きを一致させるように回転する。次に水平方向について、特徴点 2 点を結ぶベクトルの中点を一致させるように平行移動する。最後に鉛直方向について、地盤面を水平方向にグリッド分割し、対応するグリッドの鉛直距離の二乗和を最小にするように平行移動する。

最終位置合わせでは、まず人や車などのノイズを除去するためにフィルタリングを行い地盤面の点のみを

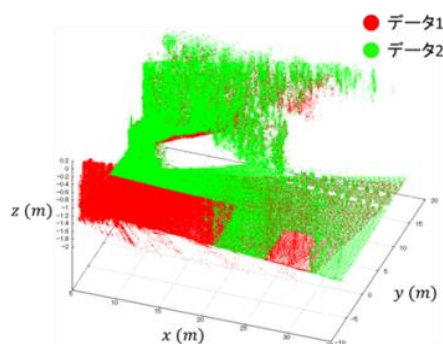
抽出する。次に欠損の影響を除くために共通部分を抽出する。その後、ICP を適用することで精密な位置合わせを行う。

4. 結果と考察

位置合わせ結果を図 2 に示す。また、位置合わせ前後での RMSE を表 1 に示す。図 2 を見ると、初期位置が大きく異なる 2 つのデータが、提案手法による位置合わせによって補正されたことがわかる。また表 1 に示した通り、最終位置合わせ後の RMSE は 0.50 cm であった。道路面変状検知のために必要な位置合わせ精度は 1 cm 程度であるため、本研究で用いたデータに対しては必要精度を達成できた。初期位置合わせにおける鉛直成分の RMSE がやや大きい結果となったのは、仰角方向の補正量の推定誤差による要因が大きいと考えられる。



位置合わせ前



位置合わせ後

図 2: 位置合わせ結果

表 1: 位置合わせ結果

	RMSE(cm)		
	全体	水平成分	鉛直成分
位置合わせ前	333	275	186
初期位置合わせ後	2.85	0.67	2.77
最終位置合わせ後	0.50	0.49	0.07

5. 結論

本研究で提案した手法を用いることで、据置型 LiDAR 計測データに対しては誤差 1 cm 未満での位置合わせを達成できた。

今後 MMS の実データに対しても提案手法での位置合わせが有効であるかどうか確認する必要がある。その他の課題としては、対応する地物の自動選択、鉛直な 2 面を持つ地物が存在しない場合への対応が挙げられる。今後これらの課題を解決するとともに、最終的な目的である変状検知のための手法を開発していく予定である。

参考文献

- [1] 株式会社パスコウェブページ: 道路現況レーザ計測(MMS), <http://www.pasco.co.jp/products/mms/>
- [2] Besl, P. J. and McKay, H. D.: A method for registration of 3-D shapes, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 14, No. 2, pp.239-256, 1992.
- [3] 関俊明,内村圭一,上瀧剛 : 3次元道路データからの道路地物の認識, 電子情報通信学会技術研究報告. ITS, Vol. 112, Issue 318, pp.57-62, 2012.
- [4] 金野哲士,今野晃市,藤本忠博,千葉則茂 : 測定点群を用いた建造物モデリングのための特徴線抽出法と特徴線マッチング法, 芸術科学会論文誌, Vol. 5, No. 3, pp.80-91, 2006.