

(16) 点群データの位置補正に用いる 対応点検出手法に関する研究

梅原 喜政¹・田中 成典²・中村 健二³・塚田 義典⁴

¹非会員 関西大学大学院 総合情報学研究科 (〒569-1052 大阪府高槻市霊仙寺町2丁目1番地1号)

E-mail:k214724@kansai-u.ac.jp

²正会員 関西大学教員 総合情報学部 (〒569-1052 大阪府高槻市霊仙寺町2丁目1番地1号)

E-mail:tanaka@res.kutc.kansai-u.ac.jp

³正会員 大阪経済大学准教授 情報社会学部 (〒533-8533 大阪府大阪市東淀川区大隅2丁目2番地8号)

E-mail:k-nakamu@osaka-ue.ac.jp

⁴正会員 岩手県立大学講師 ソフトウェア情報学部 (〒020-0693 岩手県滝沢市菓子152-52)

E-mail: tsukaday@iwate-pu.ac.jp

レーザやカメラの技術革新に伴い、地物の3次元形状を計測する手段が多様化している。現在では、航空レーザ、MMS、UAV、地上設置型レーザスキャナを用いた計測が一般化しており、計測目的に応じて最適な機器を選択することが可能となった。しかし、これらの機器から取得できる点群データは、精度、密度、計測位置、計測範囲等が異なる場合が多く、対応点を用いた位置補正が欠かせない。既存研究では、複数の点群データから対応点を推定し、対応点間の距離を最小化する座標変換パラメータの探索手法が提案されているが、特性の異なる点群データに対しては精度が低下する課題がある。そこで、本研究では、位置補正の基準となる点を手動で入力し、その点に着目して対応点を高精度に検出する手法を提案する。

Key Words : point cloud data, point correspondence, registration algorithm

1. はじめに

レーザやカメラの技術革新¹⁾に伴い、地物の3次元形状を計測する手段が多様化している。現在では、航空レーザ、MMS、UAV、地上設置型レーザスキャナを用いた計測が一般化しており、計測目的に応じて最適な機器を選択することが可能となった。しかし、これらの機器から取得できる点群データは、精度、密度、計測位置、計測範囲等が異なる場合が多く、対応点を用いた位置補正が欠かせない。そのため、GNSSの精度が低下する環境下で計測した点群データや、異なる複数の位置で計測した点群データの補正作業には手間が掛かる。

この煩雑な作業を軽減するために、点群データの位置補正を自動化する手法が提案されている。既存研究²⁾では、複数の点群データから対応点を推定し、対応点間の距離を最小化する座標変換パラメータを探索する。しかし、密度や計測範囲等が異なる点群データに対しては、精度が低下する課題がある。そこで、本研究では、位置補正の基準となる点（以下、基準点とする。）を手動で入力し、その点に着目して対応点を高精度に検出する手法を提案する。

2. 研究の概要

(1) 研究目的

本研究では、位置補正が必要な複数の点群データに対して、任意の点群データから基準点を数個指定することにより、他の点群データから対応点を自動的に検出する手法を提案する。

(2) 処理フロー

本提案手法は、図-1に示すとおり、ラフレジストレーション処理と対応点候補の抽出処理、対応点の検出処理で構成される。入力データは、点群データと基準点とし、出力データは対応点とする。

ラフレジストレーション処理（図-1中①）では、複数の点群データから閾値 T_{select} 個の点をそれぞれ抽出し、既存手法²⁾を用いて、それらの点を重畳するための座標変換パラメータを算出する。点群データの特性が異なると、本処理で得られたパラメータでは十分な精度を担保できないが、点群データ間の相対的な位置関係を概ね認識できる。そのため、本処理で得られたパラメータを用いて、以降の2つの処理により、正確な対応点を検出する。

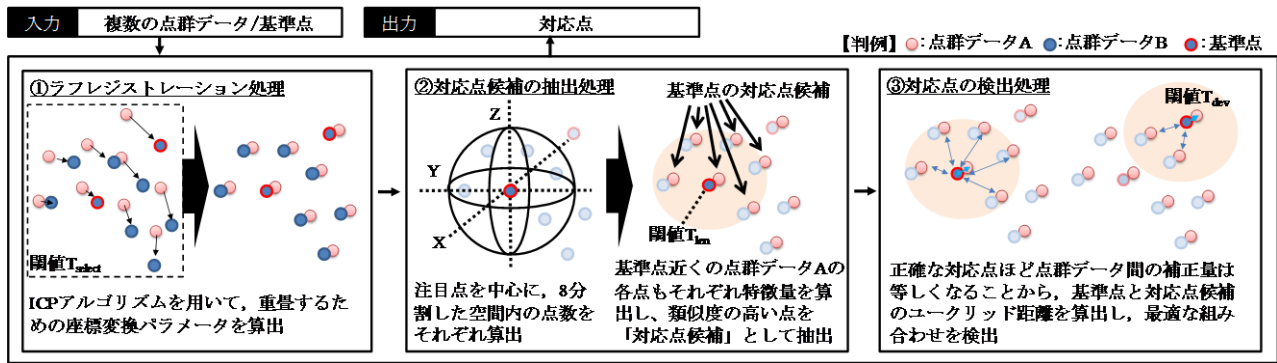


図-1 処理フロー

表-1 精度確認結果

点群データ数	基準点数	対応点数	平均誤差
6	3	15	0.122 m

対応点候補の抽出処理（図-1中②）では、前述の処理で補正済みの点群データを用いて、対応点候補を抽出する。まず基準点を含む点群データに対して、基準点から閾値 T_{ln} の距離内に存在する点を取得し、特徴ベクトルを算出する。特徴ベクトルは、近似平面の法線ベクトルと、注目点を中心に8分割した空間内に存在する点の個数で定義される。次に、基準点付近に存在する他の点群データ中の点を取得し、各点に対して同様に特徴ベクトルを算出する。最後に、特徴ベクトルの類似度の高い点を対応点候補として抽出する。

対応点の検出処理（図-1中③）では、正確な対応点ほど点群データ間の補正量は等しくなることに着目し、基準点と対応点候補のユークリッド距離から得られる標準偏差が閾値 T_{dev} より小さくなるように、対応点候補を絞り込むことで、対応点を検出する。

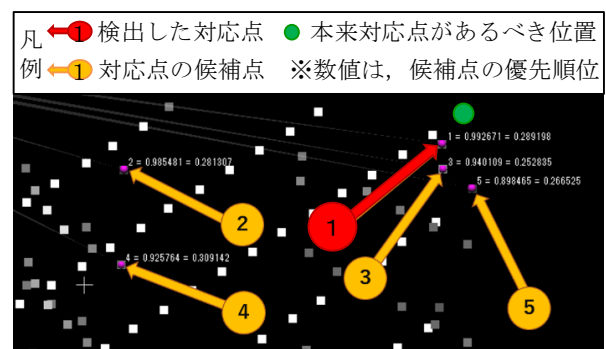


図-2 検出した対応点

・計測された点群データ中に正確な対応点が存在しない場合がある

図-2を確認すると、指定した基準点位置の周辺に点群データがなく、正しく対応点を検出できなかった事例が見られた。本問題は、地物の形状を推定し、点群データを補完することで対応が可能と考えられる。今後、補完手法を検討する必要がある。

3. 実証実験

(1) 実験概要

本実験では、MMS（Mobile Mapping System）を用いて同一区間を複数回走行して得られた点群データを対象に、提案手法の精度を確認する。実験パラメータは、事前実験に基づき、 $T_{select}=50,000$ 、 $T_{ln}=10$ 、 $T_{dev}=0.1$ とした。基準点には、看板や標識の角を指定する。正解となる対応点は、事前に点群データ中から手動で選択し、提案手法により検出した対応点とのユークリッド距離で精度を評価する。

(2) 実験結果と考察

実験結果を表-1に示す。

・高精度に対応点を検出できる

表-1を確認すると、検出した対応点と正解となる対応点との平均誤差は0.122mであった。MMSの計測誤差が約0.100mであることから、本提案手法は高精度に対応点を検出できることがわかった。

4. おわりに

本研究では、点群データの位置補正に用いる対応点を高精度に検出する手法を提案し、その有用性を示した。今後は、点群データから対象地物を認識し、対応点を補完するアルゴリズムを検討する。また、異なる計測機器で取得した点群データや、河川等の別現場での計測データを用いて、提案手法を改良する予定である。

参考文献

- 1) Laser Focus World Japan：2017年版レーザ市場予測，2017.
- 2) Besl, P. and McKay, N.: A Method for Registration of 3-D Shapes, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, IEEE, Vol. 14, No. 2, pp. 239-256, 1992.