

特徴点抽出による MMS の自己位置補正に関する研究

塚田義典[†] 梅原喜政[‡] 中原匡哉[‡] 田中成典^{†‡} 窪田諭^{‡‡} 川崎悠史^{†‡}摂南大学経営学部[†] 関西大学先端科学技術推進機構[‡]関西大学総合情報学部^{†‡} 関西大学環境都市工学部^{‡‡}

1. はじめに

我が国では、高度経済成長期に整備された社会インフラの老朽化が進み、点検、判定、補修・補強のための効果的な方法[1]が求められている。特に、橋梁やトンネルを含む道路分野では、MMS (Mobile Mapping System) [2]が導入され、構造物の3次元点群データを計測して効率的に損傷箇所を発見するための試みがなされている。この時、衛星測位の正確性が重要となるが、衛星電波の受信が困難な環境下では自己位置の計測精度が低下することにより、計測された点群データから精緻な3次元モデルを生成できない。そのため、衛星測位に依らず自己位置を推定する SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) 技術[3]が注目されている。これは、連続した計測地点間で同一地物を捉え、共通の特徴を位置合わせすることで、自己位置を算出する。しかし、移動速度が速い場合、共通の特徴が減少する上、街路樹のような複雑な形状の地物が続くと、異なる地物同士を同一と推定し、誤った自己位置を算出する課題がある。そこで、本研究では、複雑な形状を持つ地物以外の壁面や路面などの計測点（以下、特徴点）に基づいて SLAM により自己位置を推定し、その結果を走行速度に着目して補正する手法を提案する。

2. 研究の概要

本システム（図 1）は、1) 特徴点抽出機能、2) 自己位置補正機能により構成される。入力データは一定の速度で直進走行する MMS で計測した点群データ、出力データは位置補正した点群データとする。

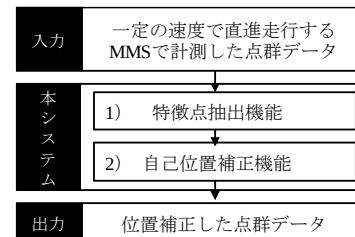


図 1 提案手法の流れ

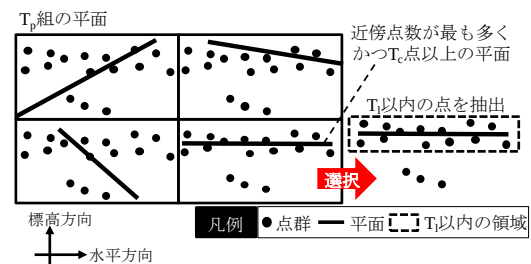


図 2 特徴点抽出機能

2. 1 特徴点抽出機能

本機能では、RANSAC (RANDOM Sample Consensus) [4]を用いて、図 2 に示す平面の近傍点数が T_c 点未満になるまで特徴点の抽出を繰り返す。特徴点の抽出は、まず、点群データの中から重複しない T_p 組の3点をランダムに選択し、その3点から平面を生成する。次に、点群データの各点から各平面への垂直距離を算出し、垂直距離が T_1 以内の点（以下、近傍点）を計上する。最後に、近傍点数が最も多く、かつ T_c 点以上の平面を選択し、その平面の近傍点を特徴点として抽出する。

2. 2 自己位置補正機能

本機能では、走行速度に着目して補正した点群データを出力する。まず、抽出した特徴点のみを用いて SLAM[3]により MMS の自己位置（緯度、経度、高度と回転方向）を算出する。次に、連続フレーム間における移動方向と走行速度に基づいた移動量から MMS の自己位置を補正し、フレームごとの座標系を一つのローカル座標系に統一する。最後に、衛星電波の受信が良好な時の自己位置に基づいて点群データをローカル座標系から平面直角座標系に剛体変換する。

Research Concerning Correcting Self-Position of MMS Using Extracting Feature Points

[†] Yoshinori Tsukada

Faculty of Business Administration, Setsunan University

[‡] Yoshimasa Umehara and Masaya Nakahara

Organization for Research and Development of Innovative Science and Technology, Kansai University

^{†‡} Shigenori Tanaka and Yushi Kawasaki

Faculty of Informatics, Kansai University

^{‡‡} Satoshi Kubota

Faculty of Environmental and Urban Engineering, Kansai University

3. 実証実験

3.1 実験内容

本実験では、MMS の計測データから 50km/h の一定速度で 150m 直進した時の点群データのみを用いる。特徴点抽出機能における RANSAC のパラメータは、 T_p を 10 万回、 T_l を 0.036m、 T_c を 450 点とした。本実験で評価対象とする手法を表 1 に示す。本実験では、各手法により生成した点群データと航空写真及び走行距離を比較することにより提案手法の有用性を確認する。

3.2 結果と考察

可視化結果 (図 3) から (1) の既存手法[3]で推定した走行距離は 50m となり、実際の走行距離 150m より短くなった。これは、計測環境下に街路樹のような点群データでは特徴が捉えにくい地物が多数存在し、異なる地物を同一地物と誤認識したためと考えられる。

特徴点を手動で抽出した提案手法 (2) では、実際の走行距離と同じ移動距離が得られた。これは、特徴点のみを用いた SLAM により、特徴物の位置を正確に推定でき、さらに、走行速度により自己位置を補正することができたためである。

特徴点を RANSAC で自動抽出する提案手法 (3) では、奥行方向から反時計回りに螺旋を描くように点群データが補正された。RANSAC で推定した構造物の壁面などの平面近傍に街路樹や植栽の点群データがある場合、壁面と共にそれらの点群データも特徴点として抽出 (図 4) された。そのため、SLAM による自己位置算出精度が悪化したと考えられる。このことから、平面上の点の連続性を考慮することで、提案手法の高精度化が期待できる。

4. おわりに

本研究では、走行速度に着目して、特徴点のみを用いた SLAM の算出結果から MMS の自己位置を補正する手法を開発した。そして、実証実験により、特徴点を抽出することで高速に移動する計測環境下においても自己位置を補正できることがわかった。今後は、平面上の点の連続性を考慮した特徴点抽出手法の改良を目指す。

参考文献

- [1] 国土交通省：インフラメンテナンス国民会議，<<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/im/about/index.html>>，（入手 2021.1.8）。
- [2] 国土交通省：車両搭載センシング技術を活用した道路基盤地図データの収集実験の開始について，<<https://www.mlit.go.jp/common/001157623.pdf>>，（入手 2021.1.8）。
- [3] Zhang, J. and Singh, S.: LOAM: Lidar Odometry and Mapping in Real-time, *Robotics Science and Systems Conference, Robotics Science and Systems*, 2014.

表 1 評価対象の手法の詳細

補正方法	特徴点抽出方法	自己位置推定方法	
		SLAM	速度補正
(1) 既存手法[3]	抽出なし	有	無
(2) 提案手法 (一部手動)	手動	有	有
(3) 提案手法 (全自動)	RANSAC	有	有

網掛け部分：提案手法（全自動）と異なる箇所

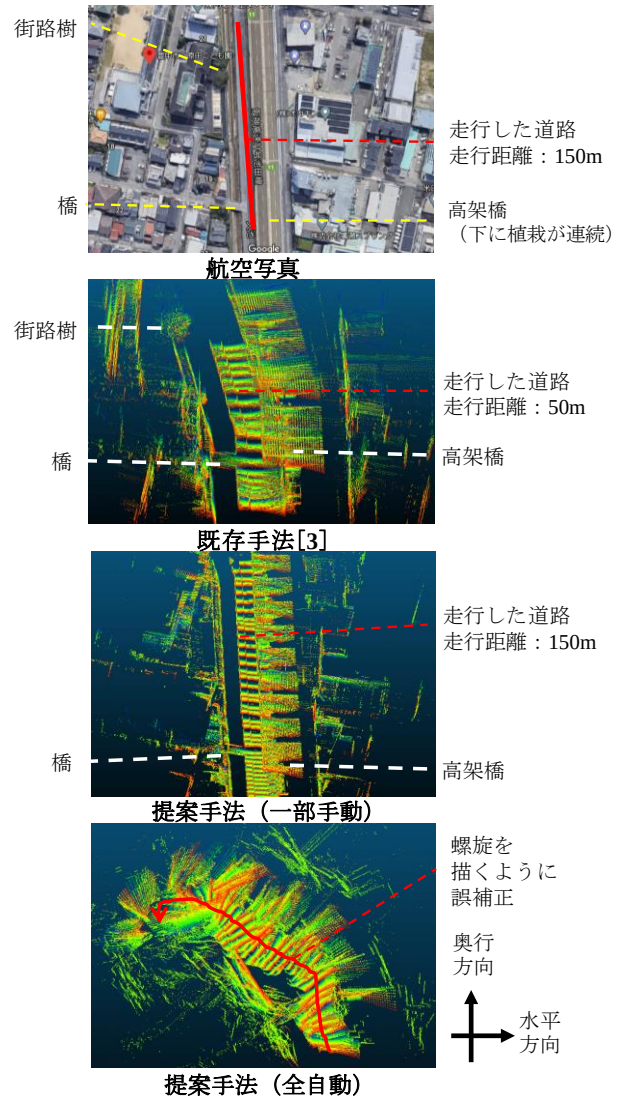


図 3 航空写真と各手法による補正結果

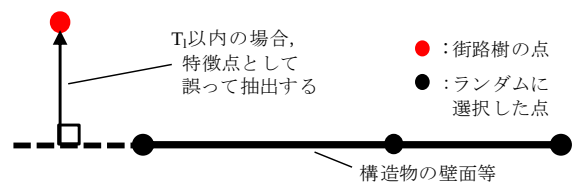


図 4 RANSAC における課題

- [4] Fischler, M. and Bolles, R.: Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography, *Communications of the ACM*, ACM, Vol.24, No.6, pp.381-395, 1981.