

広狭域の点群データの重畳による自己位置推定に関する研究

塚田義典[†] 梅原喜政[‡] 中原匡哉^{†‡} 西田義人^{‡‡} 窪田諭^{‡‡}

田中成典^{‡‡‡} 川崎悠史^{‡‡‡‡} 大上航平^{‡‡‡}

摂南大学経営学部[†] 関西大学先端科学技術推進機構[‡] 大阪電気通信大学総合情報学部^{‡‡}

金沢工業大学基礎教育学部^{‡‡} 関西大学環境都市工学部^{‡‡‡} 関西大学総合情報学部^{‡‡‡}

関西大学大学院総合情報学研究科^{‡‡‡‡}

1. はじめに

近年, GNSS (Global Navigation Satellite System) を用いて取得した位置情報が様々な分野で活用されている. 一方, 衛星電波の受信が困難な屋内環境を対象とした場合には, Wi-Fi 測位, BLE (Bluetooth Low Energy) 測位や地磁気測位などの自己位置推定手法[1]が提案されている. しかし, これらの自己位置推定手法では, 計測環境下に機器を設置する手間と運用費が継続的に発生する課題や, 障害物やマルチパスにより安定した測位精度が得られない課題がある. そのため, LiDAR (Light Detection And Ranging) を用いた相対的な自己位置の推定手法[2]が提案されているが, 地図上での絶対位置を推定できない.

そこで, 本研究では, SLAM (Simultaneous Location And Mapping) により生成した狭域の点群 (以下, 狭域点群) と事前に広域を計測した点群 (以下, 広域点群) とを重畳することにより, 自己位置を推定する手法を提案する.

2. 研究の概要

提案手法 (図 1) は, 点群抽出機能と自己位置推定機能により構成される. 入力データは, 事前に広域を計測した点群と狭域点群を用いる.

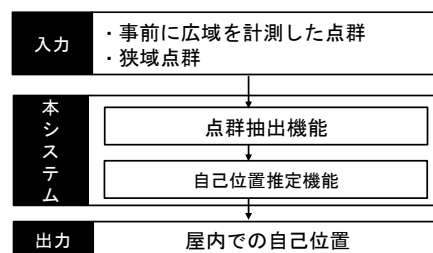


図 1 提案手法の流れ

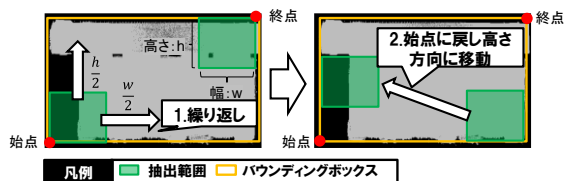


図 2 点群抽出機能

出力データは, 屋内での自己位置とする.

2.1 点群抽出機能

本機能 (図 2) では, 広域点群より狭域点群に最も近い点群 (以下, 抽出点群) を出力する. まず, 広域点群および狭域点群のバウンディングボックスの最大値と最小値を取得する. 次に, 狭域点群の最大値と最小値の x 座標の差を幅, y 座標の差を高さとし, 抽出範囲を算出する. そして, 広域点群の最小値を始点とし, 最大値を終点とする. 最後に, 広域点群より, 抽出範囲を幅と高さの半分ずつ動かしながら, 終点を越すまで繰り返し, 抽出点群を出力する.

2.2 自己位置推定機能

本機能では, Deep Global Registration[3]を用いて, 抽出点群と狭域点群を重畳し, 広域点群上での自己位置を推定する. まず, 一つ一つの抽出点群に対して狭域点群を重畳し, それぞれの Weighted Sum 値 (以下, WS 値) を算出する. WS 値とは, 重畳時に対応点間で特徴が一致した合計数である. 最後に, WS 値が最も高い抽出点群における狭域点群の重畳位置に基づいて原点位置を変換することで自己位置を推定する.

Research for Estimating Self Position by Registration of Point Cloud Data in Wide and Narrow Areas

[†] Yoshinori Tsukada

Faculty of Business Administration, Setsunan University

[‡] Yoshimasa Umehara

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

^{†‡} Masaya Nakahara

Faculty of Information Science and Arts, Osaka Electro-Communication University

^{‡‡} Satoshi Kubota

Faculty of Environmental and Urban Engineering, Kansai University

^{‡‡‡} Yoshito Nishita

Faculty of Basic Education, Kanazawa Institute of Technology

^{‡‡‡} Shigenori Tanaka and Kohei Oue

Faculty of Informatics, Kansai University

^{‡‡‡‡} Yushi Kawasaki

Graduate School of Informatics, Kansai University

3. 実証実験

提案手法では、LiDAR で計測した狭域点群の広域点群における位置を求めることで LiDAR の自己位置を推定する。そこで、本実験では、狭域点群と広域点群の重畳精度を評価することで提案手法の有用性を確認する。

3.1 実験内容

本実験では、地上設置型レーザスキャナで屋内の一室を計測した広域点群と、11 インチ iPad Pro (第 2 世代) で屋内の一部を計測した狭域点群 (図 3) を用いる。まず、抽出点群と狭域点群から、評価用の対応点を 5 組設定する。次に、提案手法を用いて重畳した後の二点間距離を算出し、測定精度を求める。最確値は、手動で選択した三点の対応点で重畳した後の二点間距離とした。

3.2 結果と考察

WS 値の上位 3 件の重畳結果を表 1 に、表 1 の抽出点群の位置図を図 4 に示す。表 1 より、WS 値が最も大きくなったのが No.8 の点群となり、狭域点群に最も近い箇所となった。

点群重畳結果を表 2 に示す。表 2 を確認すると、すべての対応点において 0.271m 以下の精度が得られた。次に、既存手法との比較結果 (表 3) に示すとおり、Wi-Fi 測位や iBeacon の代表的手法の精度が 1.000m 以上の誤差があることから提案手法の優位性を示せた。一方、最確値との差が大きくなった対応点 3 の可視化結果を図 5 に示す。対応点 3 では、最確値との差が 0.064m であった。これは、11 インチ iPad Pro が計測する支柱部の角が不明瞭なことが原因だと考えられる。このことから、今後は、提案手法で得られた重畳結果を ICP アルゴリズム [4] でより正確に重畳することで、自己位置推定精度の向上を試みる。

4. おわりに

本研究では、広域点群と狭域点群の重畳による自己位置推定手法を提案し、実証実験を通じて、提案手法の有用性を明らかにした。今後は、提案手法により重畳した結果に対して ICP アルゴリズムで再重畳することで、自己位置推定結果の高精度化を目指す。

参考文献

[1] 中尾浩一：屋内測位技術の動向について，中尾浩一 (オンライン)，入手先 <https://www.apptec.co.jp/technical_report/pdf/vol22/treport_vol_22-09.pdf> (参照 2021-12-22)。
 [2] 友納正裕，原祥堯：SLAM の現状と今後の展望，システム制御学会誌 (システム制御情報学)，Vol.64, No.2, pp.45-50 (2020)。
 [3] Christopher, C., Wei, D. and Vladlen, K.: Deep Global Registration, *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*,

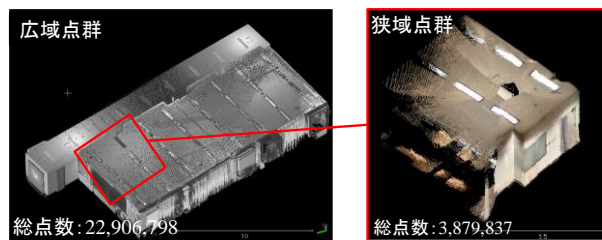


図 3 実験データ

表 1 WS 値の上位 3 件の重畳結果

順位	No.	WS 値
1	8	863
2	10	484
3	11	319

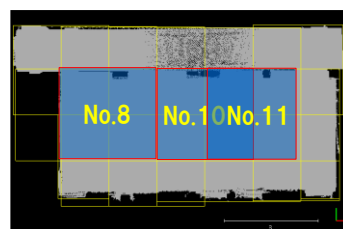


図 4 抽出点群の位置図

表 2 点群重畳結果

対象	最確値 (m)	提案手法 (m)	差 (m)
対応点 1	0.026	0.031	-0.005
対応点 2	0.050	0.102	-0.052
対応点 3	0.098	0.162	-0.064
対応点 4	0.103	0.106	-0.003
対応点 5	0.231	0.271	-0.040
平均	0.102	0.134	-0.033

表 3 既存手法との比較結果

	Wi-Fi 測位	iBeacon	提案手法
測定精度	数 m~数 10m	1m~数 m	最大 0.271m

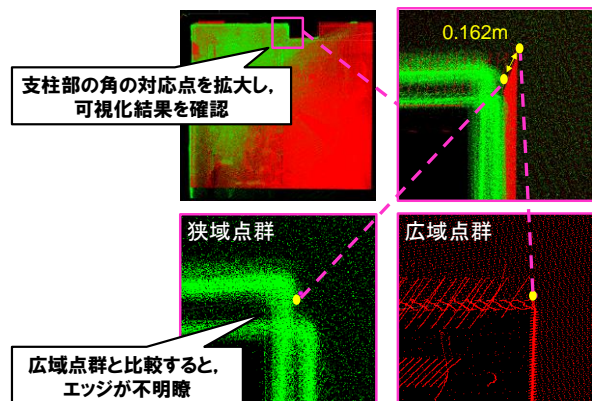


図 5 対応点 3 の可視化結果

pp.2514-2523 (2020).

[4] 増田健：ICP アルゴリズム，研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア，Vol.168, No.23, pp.1-8 (2009)。