

屋内空間の点群データを用いた汎用的な物体検出手法に関する研究

加藤優知† 中原匡哉†

大阪電気通信大学総合情報学部†

1. はじめに

近年、コロナ禍で外出が制限された影響により、屋内の形状等を再現したメタバースなどのデジタル空間上での活動や交流が増加している[1]。このメタバース空間の構築に必須となる3D空間の構築には、CADソフトやモデリングソフトなどを用いるが、手動で構築するため膨大な時間を要する上、作成自体にも労力がかかる。そのため、計測した点群データから3D空間を構築する手法が検討されている。既存研究[2]では、深層学習を用いて、屋内で計測した点群データをオブジェクトごとの点群データに分類する手法が提案されている。しかし、あらゆる物体を検出できるようにするには、物体の種類に対応した膨大な教師データが必要となり、多種多様な場面で汎用的に用いることができない。そこで、本研究では、部屋の形状を検出し、それ以外の物体を分類することで、汎用的に物体を検出する手法を提案する。本手法により、容易にメタバース空間を構築できることが期待できる。

2. 研究概要

提案手法の処理フローを図1に示す。提案手法は法線ベクトル推定機能、平面認識機能とクラスタリング機能により構成される。入力データは、計測した屋内の点群データ、出力データは、フィールドの点群データとオブジェクトごとに分類した点群データとする。

2.1 フィールド候補推定機能

本機能では、フィールドの候補を計測した屋内の点群データの全ての点から推定する。そして、壁などの面積が広い面は法線ベクトルが同方向を向いている性質を利用し、同方向の法線ベクトルでまとめることでフィールドの候補とする(図2)。

2.2 平面認識機能

本機能では、フィールドとして用いる平面を判定する。まず、フィールド候補推定機能によ

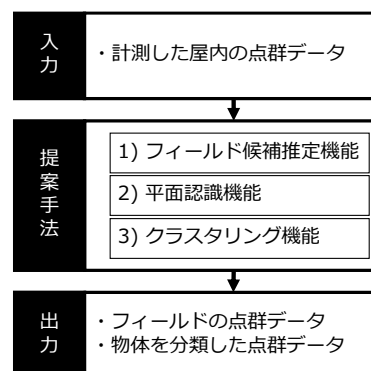
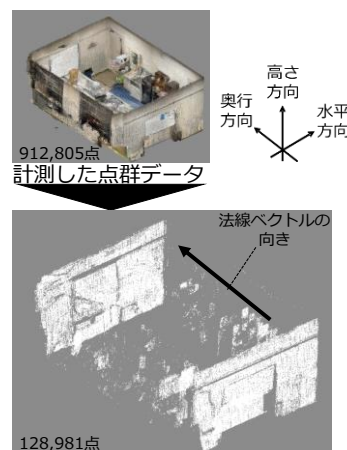


図1 提案手法の処理フロー



法線を1つの方向でラベリング点群データ

図2 フィールド候補推定機能

って推定した点群データから RANSAC を用いて平面を推定する。次に、箱などの狭い面積の点群データをフィールドの候補から除外する。最後に、除外されていない平面をフィールドと認識して出力する。

2.3 クラスタリング機能

本機能では、フィールド以外の点群データをオブジェクトとして認識し個々に分類する。まず、計測した点群データから平面認識機能で認識したフィールドの点群データを取り除く。次に、取り除いた点群データから DBSCAN により、密集している点群データごとに分類する。最後に、分類した点群データごとにオブジェクトを構成する点群データとして出力する。

3. 実証実験

3.1 実験内容

本実験では、図3に示す屋内の部屋を対象に iPad Pro に搭載されている LiDAR センサを用いて点群データを計測する。本点群データから提案手法によりフィールドとオブジェクトを分類し、最確値と比較することで提案手法の有用性を評価する。本実験では、屋内の一室を対象にしているため、フィールドは部屋とする。最確値は、手動でトリミングしたフィールドとオブジェクトの点群データとする。評価では、提案手法により推定したフィールドの点数に対する最確値と一致した点数の割合を適合率、最確値の点数に対する最確値と一致した点数の割合を再現率、適合率と再現率の調和平均である F 値で評価する。

3.2 結果と考察

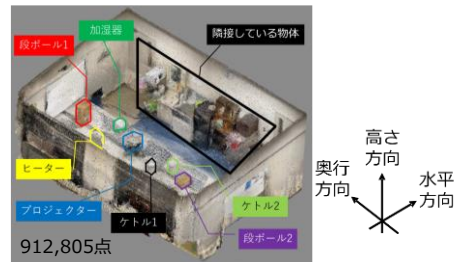
評価対象とした部屋の点群データと提案手法による分類結果を図4、提案手法の評価結果を表1に示す。表の F 値を確認すると、オブジェクト同士が離れている場合と部屋は 0.917 以上であることがわかる。そのため、提案手法を用いることで高精度にオブジェクト同士が離れている場合と部屋の分類が可能となった。部屋の適合率と再現率を比較すると、再現率の方が低い傾向にあった。これは、フィールドを分類する際、一定の点数以上の平面のみを部屋と認識しているためと考えられる。その結果、壁面に段差がある場合、段差も含めて認識できなかったことが原因であると考察できる。これらの計測点を抽出するためには、壁面と認識された平面の辺と同等の長さで隣接している平面もフィールドとして認識する必要がある。また、隣接している物体の適合率、再現率、F 値はいずれも 0.825 以下であり、他の評価対象と比べて正確性に欠ける結果である。これは、オブジェクトの分類を点の密度のみを用いているためと考えられる。そのため、今後は、面積が小さい平面をオブジェクトの面として認識し、クラスタリングする際に用いることで、精度を向上できるか確認する必要がある。

4. おわりに

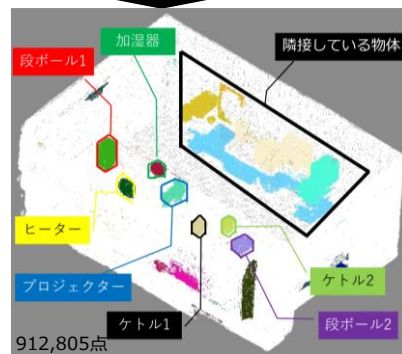
本研究では、部屋の点群データを対象にフィールドとオブジェクトの点群データを分類する手法を提案した。そして、実証実験により、提案手法の有用性を確認した。今後は、点同士の距離以外にもオブジェクトを構成する平面を用いて認識し、提案手法のさらなる高精度化を図る予定である。



図3 実験場所



計測した点群データ



提案手法により分類した点群データ

図4 計測データと提案手法による分類結果

表1 提案手法の評価結果

評価対象	適合率	再現率	F 値
部屋	0.947	0.889	0.917
段ボール1	0.959	0.999	0.979
段ボール2	0.998	0.937	0.966
ヒーター	0.860	1.000	0.966
加湿器	0.849	0.999	0.918
プロジェクター	0.941	0.999	0.969
ケトル1	1.000	0.968	0.948
ケトル2	0.941	0.999	0.969
隣接している物体	0.624	0.825	0.714

参考文献

- [1] 総務省：令和4年版 情報通信白書 | 仮想空間市場など、入手先 (https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r04/html/nd236a00.html), (参照 2023-12-22) .
- [2] Wang, W., Yu, R., Huang, Q. and Neumann, U.: SGPn: Similarity Group Proposal Network for 3D Point Cloud Instance Segmentation, *IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, pp2569-2578 (2018).