

## 博士論文審査の結果の要旨

氏名	SANDOVAL GALVEZ JAIME ALBERTO
学位名	博士（工学）
学位番号	甲 第 742 号
論文題目	Robust and efficient geometric primitive detection in 3D point clouds (3次元点群における頑健かつ効率的な幾何プリミティブ検出)
論文審査委員	主査 田中 清 笹森 文仁 アギレ エルナン 小林 一樹 児玉 明（広島大学情報メディア教育研究センター 広島大学大学院総合科学研究科）

(博士論文審査の結果の要旨)

3次元点群データは、空間に存在するオブジェクトと周囲環境の表面形状を、レーザーなどで計測して多数の3次元座標点集合として表現したものである。近年、3次元センシング技術の著しい発展と普及により、点群データの取得が容易になり、そこから直接特徴抽出を行う研究の重要性が高まっている。本論文は、3次元点群データから抽出すべき重要な特徴量として、幾何プリミティブ（平面および球）を頑健かつ高効率に検出することに取り組んだものである。

まず第1章では、3次元空間情報と先進センシング技術、3次元点群データ取得およびその処理方法について概観し、その特徴について議論している。

次に第2章では、3次元点群データからの幾何プリミティブ検出と応用について議論し、本論文で焦点を当てている平面検出および球体検出の課題を明らかにし、本研究の目的を述べている。

第3章では、従来の平面検出技術を詳細に分析し、ノイズに対する脆弱性や処理速度に関する具体的な弱点を明らかにしている。

第4章では、第3章で明らかにした問題点を解決するために、スケール変化に対する法線ベクトルの差分値（SDoN）と決定論的ハフ変換を用いた新たな方法を提案し、従来法と比較してノイズ環境下でも頑健かつ高速に平面検出を実現できることを検証している。

第5章では、第4章で提案した方法をさらに高精度化するために、与えられた3次元点群データを八分木表現し、スライディングボクセルとハフ変換を用いて局所的な特徴量を解析する新たな方法を提案し、検出精度および速度ともに従来法を格段に凌駕する性能を検証している。

第6章では、第5章で提案した方法を、推定パラメータ数を増加させた球体検出に拡張した新たな方法を提案し、従来法と比較して高速かつ高精度で球体検出できることを検証している。

最後に、第7章では、本研究で得られた成果をまとめ、残された課題と今後の展望について述べている。

得られた研究成果は、査読付き学会誌論文3件、査読付き国際会議論文2件に基づいて構成され、画像電子工学・コンピュータビジョンの専門分野において新規性と有用性が認められている。これらを総合的に考慮し、審査委員会全員一致で、本論文は博士の学位に値するものと判断した。

(公表主要論文名)

論文発表 (1) (レフェリー制のある学術雑誌)

- 1) Jaime Sandoval, Kazuma Uenishi, Munetoshi Iwakiri, Kiyoshi Tanaka, “Robust Sphere Detection in Unorganized 3D Point Clouds Using an Efficient Hough Voting Scheme based on Sliding Voxels”, IIEEEJ Transactions on Image Electronics and Visual Computing, Vol. 8, No. 2 (2020年12月号に掲載予定).
- 2) Jaime Sandoval, Kazuma Uenishi, Munetoshi Iwakiri, Kiyoshi Tanaka, “Robust, Efficient and Deterministic Planes Detection in Unorganized Point Clouds Based on Sliding Voxels”, IIEEEJ Transactions on Image Electronics and Visual Computing, Vol. 7, No. 2, pp. 67-77 (December, 2019). 【Best Paper Award 受賞】
- 3) Jaime Sandoval, Kazuma Uenishi, Munetoshi Iwakiri, Kiyoshi Tanaka, “Robust 3D Planes Detection under Noisy Conditions Using Scaled Difference of Normals”, IIEEEJ Transactions on Image Electronics and Visual Computing, Vol. 5, No. 2, pp. 60-73 (December, 2017).

論文発表 (2) (レフェリー制のある国際会議議事録)

- 1) Jaime Sandoval, Kazuma Uenishi, Munetoshi Iwakiri, Kiyoshi Tanaka, “Robust, Efficient and Deterministic Planes Detection in Unorganized Point Clouds Based on Sliding Voxels”, Proc. of the 6th IIEEEJ International Conference on Image Electronics and Visual Computing in Kuta Bali, Indonesia (IEVC2019), 1A-2 in CD-ROM (August, 2019). 【Excellent Paper Award 受賞】
- 2) Jaime Sandoval, Kazuma Uenishi, Munetoshi Iwakiri, Kiyoshi Tanaka, “Improved 3D Planes Detection using Scaled Difference of Normals”, Proc. of the 5th IIEEEJ International Conference on Image Electronics and Visual Computing in Da Nang, Vietnam (IEVC2017), 1C-3 in CD-ROM (February, 2017).