

学位論文及び審査結果の要旨

氏名	王家奕		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	理工博甲第26号		
学位授与年月日	令和3年9月17日		
学位授与の根拠	学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項		
学府・専攻名	理工学府・数物・電子情報系理工学専攻		
学位論文題目	High accuracy real-time 6D SLAM based on 3D laser range finder (英訳)3次元レーザレンジセンサによる高精度リアルタイム6次元自己位置推定と地図構築		
論文審査委員	主査	横浜国立大学 教授	藤本康孝
		横浜国立大学 教授	濱上知樹
		横浜国立大学 教授	赤津 観
		横浜国立大学 准教授	辻 隆男
		横浜国立大学 准教授	下野誠通

論文及び審査結果の要旨

複雑な未知の環境で活動する自律移動ロボットにとって、ロボットの自己位置推定は非常に重要な課題となっている。このような課題を解く手法は一般に SLAM (Simultaneous Localization and Mapping; 自己位置推定と地図構築の同時実行) と呼ばれている。レーザ測距に基づいた SLAM では、複数の計測フレームのセンサデータからロボットの位置・姿勢の変化を推定し、同時にその変化から地図を作成する方法が一般的である。しかし、ロボットの位置・姿勢の変化を高精度に推定することが大きな課題となっている。これまでに、確率モデルを用いて推定する Particle Filter SLAM、FastSLAM、EKF-SLAM や、2つの隣接するフレームをマッチングさせて位置を求める Iterative Closest Point (ICP) 法など、多くのアルゴリズムが提案されている。本論文は、ロボットの3次元位置と3次元姿勢を推定し地図構築を行う6次元 SLAM の精度向上と計算コスト低減を実現する2つの手法を提案・検証するものである。

第1章では、研究の背景と関連研究および本研究の位置づけについて述べている。自動車の自動運転や自律移動ロボットにおける SLAM の重要性、および、レーザ測距に基づく

SLAM 手法の研究動向について述べている。

第 2 章では、高精度かつ高速な 6 次元 SLAM を実現する 2 つの手法を提案している。1 つ目の方法では、3 次元点群から Neural Network (NN) を用いてエッジなどの特徴点を抽出し、その特徴量点を利用した 6 次元 SLAM の精度向上手法を提案している。また、従来の ICP と PSO (Particle Swarm Optimization) を組み合わせることで高精度化する手法を提案している。識別した特徴点のみを用い、隣接する各スキャンでこれを一致させることで精度を向上させている。第 2 の手法では、第 1 の手法の特徴量抽出の代わりに畳込み NN を用いた物体認識を行い、点群に識別情報を付加してスキャンマッチングに利用している。

第 3 章では、提案手法の実験検証について述べている。検証には自動運転システム開発用のデータセットである KITTI Odometry Benchmark、および、土木建設現場における特殊車両の走行時の実測データを用いている。KITTI データセットにおいては 11 種類のシナリオを用い、これまで最も良い成績を収めていた LOAM や SuMa の結果を上回る精度を実現していることを確認した。

第 4 章では、本研究の総括を行っている。本論文では、6 次元 SLAM の精度と計算コストを向上させる 2 つの手法を提案し、従来手法を上回る位置・姿勢の推定精度が実現できることを実データによる検証実験により実証した、と結論付けている。

以上より、6 次元 SLAM の高精度化に関して新しい提案と検証を行った本論文は博士(工学) の学位論文として十分な価値があるものと認められた。