

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第	号
------	-------	---

氏 名 MONRROY CANO Abraham Israel

論 文 題 目

An End-to-End Multi-Sensor Fusion System for Autonomous Driving Applications

(自動運转向けのエンド・ツー・エンドの複数センサー複合システム)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学教授 枝廣 正人

委 員 名古屋大学教授 村瀬 勉

委 員 名古屋大学准教授 西田 直樹

委 員 東京大学准教授 加藤 真平

MONRROY CANO Abraham Israel 氏提出の論文「An End-to-End Multi-Sensor Fusion System for Autonomous Driving Applications (自動運转向けのエンド・ツー・エンドの複数センサー複合システム)」は、自動運転やロボットの自律走行に必須である複数センサーのキャリブレーション(校正)技術に関する一連の研究をまとめたものであり、8章から構成されている。

第1章は序論であり、研究の位置づけについて述べている。まず、自動運転車が複数センサーを備え、周囲認識や障害物検出、意思決定を行い、自動運転を実現していることを述べている。次に、複数センサーからのデータを統合することはフュージョン(融合)とよばれ、各センサーの弱点を克服するために使用されるが、複数センサーを融合するためには、すべてのセンサー間で内部および外部パラメータの校正を実現する必要があることについて言及している。そして、複数センサーを正確に校正する手法を確立し、高精度システムにおいて信頼しうるデータを生成することが研究の目的であることを述べている。

第2章では、関連研究について述べている。センサーごとの校正手法に対しては多くの研究があるが、複数センサーの校正に関するガイドラインやフレームワークは未だ完成していないことに言及している。第3章では、本研究の前提となる知識、理論について述べている。

第4章では、あらかじめ設置された複数のチェッカーボードを用い、一度の単眼カメラ撮影によりカメラの内部パラメータを校正する手法を提案している。提案手法実証のため、様々な位置関係のチェッカーボードに対するシミュレーション手法を開発した。数千通りの位置関係に対するシミュレーション実験を通して正確な校正に関するガイドラインを作成し、校正過程が加速できることを示している。

第5章では、自動運转向けセンサー融合のための校正手法およびフレームワークを提案している。提案手法では、まず LiDAR (Light Detection and Ranging) から得られる3次元形状情報から複数 LiDAR 間の外部パラメータを校正する。次にカメラの内部パラメータおよび画像を含め、複数 LiDAR を用いてカメラの外部パラメータを校正する。これらを利用して画像ピクセルから点群データを構築し、点群データから地面を削除、物体のみを選別する。複数の自動運転車を用いた実験により、提案フレームワークが1センチメートルレベルもしくはサブセンチメートルの精度であることを示している。

第6章では、提案手法の実用的応用として、高価な360度カメラの代替となる、6台のカメラと FPGA を接続したシステムを提案、その実証について述べている。提案した校正技術を利用し、6枚の画像を1枚の画像イメージとし、その精度、実用性を実証している。

第7章では、以上の結果に対し、実世界データ循環学としての考察を加えている。

第8章では本論文の成果を総括し、結論をまとめている。

以上のように本論文は、自動運転やロボットの自律走行におけるセンサー融合の将来動向をふまえ、複数センサー間での正確で効率のよい校正手法について提案、有効性を示すとともに、その手法を実際にフレームワークとして実現することで実用性を示しており、学術上寄与するところが大きい。よって本論文の提出者、MONRROY CANO Abraham Israel 氏は博士(情報科学)の学位を受けるに十分な資格があるものと判断した。