

## 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 Hatem Abdelhameed Darweesh Abdelhameed

論文題目

Integrated Planner for Autonomous Driving in Urban Environments  
Including Driving Intention Estimation

(都市環境における自動運転のための他車運転意図推定機能を  
有する統合動作計画に関する研究)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学教授 武田 一哉

委 員 名古屋大学特任教授 二宮 芳樹

委 員 名古屋大学准教授 竹内 栄二郎

委 員 名古屋大学教授 鈴木 達也 (工学研究科)

Hatem Abdelhameed Darweesh Abdelhameed 君提出の論文「Integrated Planner for Autonomous Driving in Urban Environments Including Driving Intention Estimation (都市環境における自動運転のための他車運転意図推定機能を有する統合動作計画に関する研究)」は、与えられた道路経路を走行するための運行軌跡を生成する「経路計画 (Path Planning) 技術」に関する研究をまとめており、全6章から構成されている。

第1章は研究の背景をまとめている。すなわち、研究の主たる応用対象である自動運転技術とその社会的意義を踏まえつつ、研究が扱う問題を、大域計画、局所計画、意図計画と行動計画の4点に整理している。また、多くの研究機関で自動運転技術が研究されているにも関わらず、それらの間に互換性が無く、多様な文化や交通ルールに対応しうる共通技術が存在しないことを課題としてとらえ、技術をオープンソースで公開することの重要性にも言及している。

第2章は、確率モデルに基づく状態遷移、複数センサ信号の統合方法、環境情報の表現等、研究に用いられている要素技術を中心に従来研究をまとめている。また、これまでに開発されているオープンソースの経路計画ツールのベンチマーク結果をまとめている。

第3章は、本研究の成果であるオープンソースの経路計画ツール「オープンプランナー」を構成する技術について詳細に論じている。まず、大域経路計画におけるコスト関数の設計、局所軌跡の生成とコスト関数の設計について具体的な実装方法を述べたのち、行動計画の基本となる有限状態ネットワークの状態遷移基準を具体的に示している。また、これらを統合するシステムの基本動作と実時間性を担保するための実装方法についても議論している。

さらに第3章では、この経路計画ツールの評価結果についても詳細に検討している。すなわち、小型の一人乗り移動ロボット上に提案システムを実装し、実交通環境で走行実験を行った結果を分析している。交差点の通過や移動障害物の回避といった基本機能を確認するだけでなく、センサ誤差が経路計画に与える影響や、実時間性についても評価し、構築した経路計画ツールの有効性・汎用性を実験的に示している。

第4章は、経路計画技術を応用して、周辺車両の挙動を予測する方法について議論している。ここでは、「オープンプランナー」の状態遷移に、パーティクルフィルターを用いて、他者の意図を確率的に模擬する機能を付加し、多様な行動を考慮した交通状況の予測を可能としている。さらに、シミュレーション評価を行い、信号の無い交差点やバス停における交通状況が再現可能なことを確認することで、有効性を実験的に明らかにしている。

第5章では、交通シミュレータと実車によるデータ収集を組み合わせたデータ循環により、経路計画の性能を向上させる価値創造が可能なことを指摘している。

第6章は論文をまとめ、残された課題を明らかにしている。

本研究の成果である「オープンプランナー」は、現在世界でもっとも多く使われているオープンソースの自動運転ソフトウェアである「Autoware」に組み込まれており、多くの企業・研究機関で経路計画ツールとして利用され、国際的にも高い評価を得ている。第3章の内容をまとめたJRM誌の論文は2018-2019年の2年間で21回月間最多ダウンロード論文に選ばれている。

以上のことから、提出論文は学術的・社会的に大きな波及効果を持っており、論文提出者のHatem Abdelhameed Darweesh Abdelhameed君は博士(情報科学)の授与に相応しいと判断した。