

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 8 日現在

機関番号：12605

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010 ～ 2011

課題番号：22760167

研究課題名（和文） 交差点の動的リスクマップ作成に基づく電気自動車の低速域自動運転システムの開発

研究課題名（英文） Development of Low-Speed Autonomous Driving System for Electric Vehicles Based on Dynamic Risk Map Construction in Intersections

研究代表者 ポンサトーン ラクシンチャラーンサク

(PONGSATHORN RAKSINCHAROENSAK)

東京農工大学・大学院工学研究院・准教授

研究者番号：30397012

研究成果の概要（和文）：

本研究では、衝突リスクの高い交差点における自動車の自動運転システムの実現を目的とする。衝突事故を削減するため、自動車運動力学・制御工学の専門知識に機械学習の知識を取り入れ、交差点通過行動、左折、右折のための自動運転機能の理論的設計を行う。対向車や歩行者との衝突危険度（顕在リスク）と、経験則による潜在リスクを考慮した動的リスクマップ作成手法の確立と、そのリスクを回避するための低速域の自動運転システムを構築した。知能化した超小型電気自動車を用いた走行実験によりその有効性に明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

This research aims to construct an autonomous driving system for automotive collision avoidance in high-risk intersections. The autonomous driving functionality is designed by integrating the knowledge of vehicle dynamics, control theory and machine learning in order to accomplish intersection passing, left-turn and right turn maneuvers. A risk map which expresses the collision risk with other moving objects in intersections including potential risk for occlusions is proposed. The electric vehicle equipped with environment perception systems and actuators for vehicle motion control is used to verify the effectiveness of the proposed control system.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2011年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野： 予防安全

科研費の分科・細目：機械工学,機械力学・制御

キーワード：交通機械制御、電気自動車、高度道路交通システム(ITS)、制御工学

1. 研究開始当初の背景

近年における日本の交通事故の状況は、交通事故死者数は平成20年になり6,000名以下で減少傾向にあるものの、交通事故件数は年間100万件程度とさらに増加傾向を示している。特に、近年のクルマ社会ではドライバーの高齢化が進んでおり、70歳以上の高齢者の運転免許保有者数は年々増加しており、自動車を運転して活発に外出する高齢者も少なくない。こうした中で、高齢化に伴う身体機能の劣化により、自動車運転が負担になっている高齢者も多く、交通事故が懸念される。一方、交通事故削減を目指す高度道路交通システム(ITS)の従来技術は、健常者を対象にした研究が多く、認知能力が低下し、判断が遅れがちな高齢者を対象とする運転支援の体系的な設計アプローチはほとんど見られない。しかし、高齢運転者による交通事故は、交差点付近で多く発生しており、特に極低速での加害、被害事故が急増している。これらは、認知・判断レベルが主原因となっており、事故防止のための新しい考え方に基づく車両制御が必要である。

2. 研究の目的

本研究では、研究期間中に以下の技術課題を明らかにすることを目的とする。

- (1) 車載センサの融合による交差点周辺状態認識を用い、衝突リスク定量化とリスクマップ作成手法を確立する。
- (2) 市街地走行データから総合的に分析し、交差点通過・右左折のパターンから規範的な操作行動をモデル化し、自動運転の制御アルゴリズムを理論的に設計する。
- (3) 作成した交差点のリスクマップに基づき、提案した自動運転機能の有効性を検証する。

上記の技術課題を明らかにすることにより、高度メカトロニクス技術を備えた知能化

予防安全システムを開発し、安心・安全な交通社会に貢献する。

3. 研究の方法

本研究では、コンピュータシミュレーションによる制御システムの設計を検討し、ドライブレコーダを搭載した乗用車を用いた走行データ計測と分析を行い、超小型電気自動車を用いた走行実験によって設計した制御システムの有効性を検証する。

4. 研究成果

本研究では、衝突リスクの高い交差点における自動車の自動運転システムの実現を目的とする。研究期間中に得られた研究成果は以下である。

- (1) 車載センサの融合による交差点周辺状態認識を用い、衝突リスク定量化とリスクマップ作成手法を確立した。

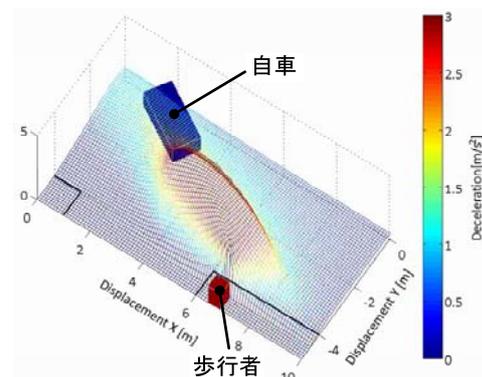


図1 交差点におけるリスクマップ作成

- (2) 市街地走行データから総合的に分析し、交差点通過・右左折のパターンから規範的な操作行動をモデル化し、自動運転の制御アルゴリズムを理論的に設計した。具体的には、センサ情報から周辺状況を認識・理解し、通過、右折、左折の可否を適切に判断するアルゴリズムを実装し、決定された行動に応じて自動車の運動を制御する。自動運転の操作制御アルゴリズムの基本構造は、交差点における一連の運転操作を状態遷移モデルによって記述し、経路追従と障害物回避を行うための目標車両運動状態を決定する。前輪操舵アクチュエータと左右独立駆動モータにより、車両運動制御システムを設計した。



図2 低速域自動運転システムを搭載した実験車両

(3) 交差点環境における衝突リスクマップを時々刻々作成し、安全を確保するための最適な軌道と速度プロファイルを決定し、その軌道を追従する自動運転システムの設計を行い、シミュレーションおよび実車実験によりその有効性を検証した。電気自動車の左右独立インホイールモータ制御による自動運転システムを拡張し、周辺状況認識および衝突リスクマップ作成により、時々刻々の周辺環境の動的変化に対応可能な自動運転システムを設計した。システムの有効性を検証するための実験シナリオは、映像収録型ドライブレコーダで取得した交差点ヒヤリハットデータに基づき設定した。また、様々な形状の交差点での実験を行い、提案した自動運転システムのロバスト性の検討を行った。



図3 実車実験による検証

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

1. 松實良祐、ポンサトーン・ラクシンチャランサク、永井正夫、交差点右折時の歩行者衝突回避のための超小型電気自動車の制駆動トルク制御に関する研究、日本機械学会論文集C編、Vol. 78、

No. 785、pp. 102-113. (2012) (査読有)

2. 松實良祐、ポンサトーン・ラクシンチャランサク、永井正夫、ポテンシャルフィールドに基づく交差点右折時の歩行者衝突回避に関する研究、自動車技術会論文集、Vol. 42, No. 6, pp. 1295-1302. (2011) (査読有)

[学会発表] (計 5 件)

1. 松實良祐、ポンサトーン・ラクシンチャランサク、永井正夫、オクルージョンを考慮した対歩行者衝突回避システムに関する研究、自動車技術会 2011 年秋季大会、20115697、札幌、2011. 10. 14.
2. Ryosuke Matsumi, Pongsathorn Raksincharoensak and Masao Nagai, "Pedestrian Collision Avoidance by Automatic Braking in Intersection Based on Potential Fields", First International Symposium on Future Active Safety Technology toward zero-traffic-accident, Tokyo, Japan, 2011. 9. 7.
3. Pongsathorn Raksincharoensak, Ryosuke Matsumi, and Masao Nagai, Preventing Intersection Collision Accidents by Intelligent Motion Control of In-Wheel-Motor Electric Vehicles, Proceedings of 1st International Electric Vehicle Technology Conference (EVTec), Yokohama, 2011. 5. 16.
4. 松實良祐、ポンサトーン・ラクシンチャランサク、右折時における歩行者衝突回避のための自動運転システムに関する研究、第 53 回自動制御連合講演会論文集 (CD-ROM)、No. 223、pp. 1-6、高知、2010. 11. 4.
5. 松實良祐、ポンサトーン・ラクシンチャランサク、右折時の環境危険度を考慮した自律走行車両の操舵・速度制御に関する研究、第 28 回日本ロボット学会学術講演会、名古屋工業大学、No. 1F3-06、2010. 9. 24,

[図書] (計 1 件)

1. 永井正夫、ポンサトーン・ラクシンチャランサク、カー・ロボティクス、ZMP パブリッシング、pp. 1-267、2010.

[その他]

ホームページ

<http://www.tuat.ac.jp/~pong>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

ポンサトーン ラクシンチャラーンサク
(PONGSATHORN RAKSINCHAROENSAK)
東京農工大学・大学院工学研究院・准教授

研究者番号：30397012

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし