

氏 名	たなかやすし 田中靖資
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3726 号
学位授与の日付	平 成 15 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	自動化技術による道路交通の安全性向上に関する研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 飯 田 恭 敬	教 授 北 村 隆 一	教 授 谷 口 栄 一
--------	----------------------	-------------	-------------

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は道路と車両の自動化技術を活用した自動運転道路システム（AHS）の導入による道路交通の飛躍的な安全性向上を目的として、AHS の論理的な進化プロセスと技術的な実現可能性の分析、ドライバーに対する情報や警報の提供、自動制動などの運転支援による交通事故を直前回避することを目的とした走行支援システムの開発、走行支援システム設計のためのリクワイアメントの設定、実際の道路交通環境を模擬した試験走路におけるリクワイアメントや機器設計の妥当性・事故回避に対する有効性・ドライバーの受容性に関する実験的評価、システム導入が経済的に実現可能な道路箇所を選定方法、システム導入の費用効果分析などに関する研究成果を取りまとめたものである。以下に、本研究の主要な成果を取りまとめる。

第1章の「序論」では、AHS の基本コンセプトを示した上で、本研究の背景と動機、目的と対象範囲、および本論文の構成をまとめた。

第2章の「交通システムの自動化」では、道路、鉄道、航空の交通システムに関する自動化の歴史を振り返るとともに、これら交通システムの自動化に関する特性について比較を行った。鉄道や航空システムと比較すると、道路交通システムの自動化は、交通運用、技術開発、ドライバーの技量や性格のばらつきなど、解決すべき問題が多いことを指摘した。また、欧米における AHS の研究開発の歴史を整理した。

第3章の「自動運転道路システムの仕様」では、自動化のレベル、自動化におけるマンマシンインターフェイス、走行車線の特性および交通流制御の方法に基づいて、実現可能性のある AHS の仕様を定義し、論理的なシステム進化のプロセスを体系化した。専門家に対して技術開発に対する確信度のアンケートを行い、AHS の技術的な視点に基づく実現可能性を評価し、高度な自動化技術を必要とする AHS を実現するには相当の研究開発期間が必要であることが確認された。それゆえ、本研究では、「自動運転」の追及ではなく、ドライバーの目、手、足の機能を道路インフラ施設（センサ、通信装置など）と車載装置が協調支援することにより、交通事故の発生を防止し、より安全性の高い道路交通を近未来に実現することを目的とした「走行支援システム」の開発に取り組むこととした。

第4章の「走行支援による交通事故の回避」では、交通事故統計を事故類型別、人的要因別に分析し、効果的に交通事故を削減するためには、7種類の安全対策に取り組む必要性があることを明らかにした。また、ドライバー側に責任がある交通事故は全体の約75%を占め、そのうち認知（発見）の遅れによる事故が約50%、判断や操作の誤りによる事故が約25%であることが明らかとなっている。このようなドライバーの失敗を防止することにより交通事故は回避できるという考えにもとづいて、ドライバーの発見の遅れを防止するための情報の提供、判断の誤りを防止するための警報の発令、操作の誤りを防止するための自動制動や自動操舵を行う走行支援システムを開発した。

第5章の「走行支援システムの開発に対するリクワイアメント」では、交通事故の発生を直前で回避する走行支援システムを設計、開発するためのリクワイアメント、すなわちシステムやシステムを構成する要素技術の機能と性能に関する要件を提案した。リクワイアメントの設定は、交通事故や道路環境、ヒューマンファクタ等の統計やデータにもとづいて行って

いる。既存の知見や統計が不十分であるため論理的かつ合理的な設定ができないリクワイアメントは仮定値を設定した。

第6章の「リクワイアメントに基づいた走行支援システムの評価」では、第5章で構築したリクワイアメントにもとづいて設計および構築された実験施設（道路インフラ施設、車両）を用いて、仮定値を含んでいるリクワイアメントの妥当性、システムの機器設計の妥当性、システムの事故回避に対する有効性、サービスの受容性、フェールセーフ機能の有効性などを評価した。実験を通じて、走行支援システムの実用設計に必要なドライバーの情報や警報に対する反応時間や減速挙動に関するデータを取得するとともに、特に渋滞末尾などの前方障害物への衝突を防止するサービスの事故回避に対する有効性が高いこと、フェールセーフ機能の必要性が高いことなどの知見を得た。

第7章の「走行支援システムの費用対効果分析」では、交通事故多発地点に関する統計を基にして、走行支援システムのユーザサービス毎に整備費用と整備効果を算定し、経済的に実現可能な走行支援システム整備に対する条件を示した。また、交通事故や道路構造などに関するデータベースを用いて、カーブ区間と交差点における交通事故の発生率と道路交通環境の関係を分析し、走行支援システムの導入が効果的となる交通事故発生率の高い道路交通環境を抽出した。

第8章の「結論」では、本研究の主要な成果を取りまとめた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、道路と車両の自動化技術を活用した自動運転道路システム（AHS）の導入による道路交通の飛躍的な安全性向上を目的としている。AHSの論理的な進化プロセスにもとづく技術的な実現可能性の分析、交通事故の直前回避を目指した走行支援システムの開発、走行支援システムの設計妥当性や安全性向上の有効性についての実験的評価、走行支援システム導入が効果的な道路箇所の選定方法、走行支援システム導入の費用効果分析などの研究成果を取りまとめたものである。得られた結果の概要は以下の通りである。

1. 自動化のレベル、自動化におけるマンマシンインターフェイス、走行車線の特性、交通流の制御方法からなる4つの基本的な属性によって、実現可能と考えられるAHSのシステム仕様を確定し、論理的なシステム進化のプロセスを究明した。また、技術開発実現性の確信度に関する専門家アンケート調査を行い、早期に実現可能なAHSとして、交通事故を直前回避できる路車協調型の走行支援システムを優先すべきことが確認された。
2. 交通事故の大部分はドライバーの危険事象に対する発見の遅れや判断・操作の誤りによって発生していることに着目し、自動化技術の活用によるドライバーへの情報や警報の提供システム、および危険回避の運転支援による事故防止のための走行支援システムを開発した。また道路走行における安全対策を効率的に実施するため、7つの走行支援システムのサービスを抽出し、その期待される効果を推定分析した。
3. 走行支援システムの設計に必要なサービス提供をする際の道路環境に関する諸条件、走行支援サービスにおける情報処理方法、走行支援サービスの提供範囲に関するリクワイアメントを構築した。さらにサービスを実現するために必要な道路インフラ（道路状況把握センサ、路面状況把握センサ、路側処理装置、レーンマーカ、路車間通信）に対する機能・性能に関するリクワイアメントを確定した。
4. リクワイアメントにもとづいて走行支援システムを設計し、実験システムを構築した。実際の道路交通環境を模擬した試験走路において、走行支援システムのリクワイアメントや試験設計の妥当性や改善点を確認抽出するとともに、走行支援システムについて交通事故の回避に対する有効性とドライバーの受容性を検証した。
5. 交通事故統計と道路構造や道路交通環境の因果関係を分析し、走行支援システムの早期導入が効果的な道路箇所を特定した。また走行支援システムのインフラ施設を交通事故多発地点に導入する際の各ユーザサービスに対する費用効果を分析し、経済的に実現可能と判断される条件を明らかにした。

以上要するに、本論文はAHSの進化プロセスを体系化した上で、走行支援システムが道路交通の安全性向上に対して第一段階として有効であることを実験的に検証し、事故統計分析と経済分析を通じてシステム導入が効果的な道路箇所の選定方法を究明するとともに、その実用導入条件を明確にしておき、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成15年2月21日、論文内容とそれに関連する試問を行った結果、合格と認めた。