

審査結果の要旨

本論文は、車両の車車間通信の応用に関する研究で、特に路面電車や救急車などの優先車両遭遇時にフォーカスしたものである。路面電車と一般車両の車車間通信に関しては、その通信性能の実環境における評価が必要である。また、優先車両、特に緊急車両は周辺車両へ早期にその接近を知らせ、優先走行を可能にすることが重要な課題と言える。また将来、自動運転車と優先車両は共存しなければならない。そこで本論文では、自動運転の時代を見据えて、優先車両遭遇時の車車間通信の有効性とその効果を検証している。これにより安全性と自動運転車の乗員が不快を感じる急減速を回避することができる可能性を見出し、それを提案するための基礎的知見を獲得することを目指している。

ここでは、優先車両遭遇時の車車間通信の応用に関して4つのテーマに分けて論証している。以下に本論文についてまとめる。

第1章では、車車間通信の開発に始まり、その実用に際した課題について研究の背景を調査している。

第2章では、第1のテーマである、公道における車車間通信実験による実データ解析と導出した減速停止モデルを構築し、このモデルを適用したシミュレーション結果から車車間通信の優位性の検証を行っている。これにより、サイレン音や赤色灯にくらべ車車間通信による緊急車両の認知の方が離隔距離において優位であることを検証している。

第3章では、第2のテーマである、路面電車接近時の所望認知距離と車車間通信の性能評価について述べている。人間が運転する自動車が路面電車の軌道を横断する時に衝突事故を起こしている現状を考慮すると、自動運転車には路面電車とより安全に共存することが求められる。自動運転車が路面電車の軌道を横断する場合、路面電車の接近を自動運転車が認知する手段として、カメラによる画像認識のみでは横断中に衝突する危険性があり車車間通信の利用が期待される。これまで一般車両同士を対象とした車車間通信の性能調査は多数実施されてきたが、路面電車と一般車両との車車間通信の性能評価は自動車会社が車両側の視点から実施した一部の評価実験を除いて実施されてこなかった。そこで、路面電車特有の課題について、広島市の路面電車を利用して実際に車車間通信の通信性能を評価している。具体的には、路面電車の軌道を自動運転車が横断する場合、その認知距離を幾何学的に算出し、かつ路面電車の走行データから必要とされる離隔距離と何台まで通信できるかという通信容量を調査した。この結果、既に実用化されている車車間通信システムの性能で過不足ないことを示している。

第4章では、第3のテーマである、車車間通信を使ったストレスレス事前減速の可能性について述べている。一般道を走行する自動運転車が優先車両と協調走行する時、先行研究により、車車間通信による緊急車両側メリット（到達時間の短縮等）が報告されている。しかし周辺車両側で発生する問題は未検討であり、特に自動運転車の搭乗者の安全性と乗り心地性に検討が必要とされてきた。前章までの研究結

果から車車間通信を活用した緊急車両の早期認知は有望であると考えられるが、一方で“早い認知”と“早すぎる回避行動”が却って渋滞を引き起こす、という危惧も提起されている。実道路で緊急車両と遭遇する機会は極めてまれであるため、ドライビングシミュレータを使った実験を行なっている。そして、緊急車両と遭遇した時の運転者の行動と車両の動作状態を、サイレン音、赤色灯、車車間通信を使った3つの認知手段について分析している。車両の速度、ブレーキ操作、減速度、ジャーク（過加速度、過減速度）の計測データを精査した結果、サイレン音や赤色灯による認知に比べ、車車間通信を使う手法の方がより早期に認知できることを確認している。これによって事前減速走行をすることが可能となり、過度な減速や不快なジャークを回避できる可能性があることを見出している。

第5章では、第4のテーマである、減速停止モデルを使って事前減速を開始するタイミングを決定する手法について述べている。自動運転の時代には、乗員に不快感を与えないような乗り心地を提供できる運転スタイルが望まれ、新たな減速制御法の開発が期待されている。先行研究で自動運転車の乗り心地性には“ジャークが小さい運転スタイル”“早期のアクション”の2つが重要であると指摘されている。そこで、これまでの研究結果から、これらの項目を満たすには、減速を開始するタイミングが重要であり、適切に事前減速を開始することが運転スタイルとしてふさわしいと考えた。そこで事前減速を開始するタイミングを求めるため、独自に開発した減速停止モデルを利用して、予め決めた最大許容減速度になるように停止距離と速度から減速を開始するアルゴリズムを提案している。

第6章では本論文を総括している。

以上、これらの内容は、世界規模の課題である“安全で安心な車両の自動運転システム開発”に有益な内容であり、当該分野に与える影響は大きいと考えられる。

よって、本論文は博士の学位を授与するに十分な内容を持つものであると判断される。