

氏名	ALZAMILI HUSAM MUSLIM HANTOOSH		
学位の種類	博士（工学）		
学位記番号	博甲第9398号		
学位授与年月日	令和2年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	Design and Evaluation of Semi-automated Steering Interventions for Avoiding Collisions during Lane Change（車線変更中の衝突回避のための半自動化操舵介入の設計と評価）		
主査	筑波大学 教授	博士（工学）	伊藤 誠
副査	筑波大学 教授	教育学博士	原田 悦子
副査	筑波大学 客員教授 （日本自動車研究所）	Ph. D.	安部 原也
副査	筑波大学 教授	博士（工学）	鈴木 勉
副査	筑波大学 助教	博士（工学）	齊藤 裕一

## 論文の要旨

審査対象論文は、自動車運転中の車線変更を題材として、人間の不適切な行動をプロテクトする手法について、そのシステムの設計と有効性評価が行われている。

安全確保のためのプロテクションの従来の研究においては、システムが環境を正しく認識できているという前提の下、システムへのドライバの信頼感に焦点をあてていた。これに対し本研究では、システムがドライバの期待通りには作動しないシーンをも含め、安全性と信頼などの評価を行っている。ドライビングシミュレータを用いた実験により、最終的な意思決定の権限の所在のデザインについては、置かれている状況に依存することを示唆する結果を得ている。

その実験結果と、イラクにおける追い越し時の実際の事故事例の分析結果に基づき、状況に応じて意思決定権を動的に変化させるプロテクションの方式を提案している。改めて、ドライビングシミュレータを用いた実験を行ったところ、そのシステムの機能を適切に活かせるかどうかはドライバの理解の程度に依存することが示唆されるという結果を得ている。

そこで、本論文の最後の研究では、ドライバに対して継続的にトレーニングを行う実験を実施し、ドライバの理解がどのように変わっていくかを分析している。その結果、一人の被験者について約1か月にわたり、4回のトレーニングを行うことで、プロテクション機能作動時のドライバの対応は安定し、主観評価としても理解・信頼ができるようになるとの結果を得ている。

以上の結果を踏まえ、結論においては、安全確保のための人とシステムとの権限の委譲の在り方についての枠組みを整理している。

## 審査の要旨

### 【批評】

自動化システムを利用する人間がオペレーションの中で不適切な行為をしようとしているときに、その行為を抑制するための「プロテクション」については、古くは民間航空機の実際の機能として、最近では自動車の安全確保のための機能として、すでにいくつかの提案がある。しかし、人間のその行為を完全に行えないようにするか、あるいは行いにくくするにとどめるかについては、システムが持つ知能や状況に依存すると考えられており、明確な結論が得られていたわけではなかった。

そのような学術的な状況を踏まえ、この研究では、自動車運転中の車線変更に焦点を絞り、詳細な検討を行ったものである。自動車を運転する人間が完全でないのと同様に、人間がデザインしたプロテクションの機能も完全ではない。そのような、互いに欠点のある二つのエージェント同士がどのように意思決定を分担しうるかという問題に切り込んだ点において、本研究の新しさがある。人間の行動を支援する機能を提案・評価する場合に、学術的な研究ではその機能が理想的に作動した場合にどのような結果が得られるはずであるかに着目しがちであり、システムが正しく動作するという条件の下で分析されることが多い。この研究では、システムが有する知能・設計の限界とそれに伴い発生し得る「機能限界」の状況をごく自然に実験の条件に組み込み、そうした「不完全なシステム」によるプロテクションに対して人間がどのような反応を示すのかを調べている。

一つ一つの実験において、入念に練られた実験計画と、十分な数の実験参加者を確保しており、得られた実験結果は信頼性の高いものになっている。その成果の優れていることについては、ハイレベルの国際誌に論文として掲載されていることに加え、いくつかの国際的な賞の受賞としても現れているところである。

唯一、最後の実験において、統制群を配置できなかったことから、実験の結果が、プロテクションが作動するようなシーンを繰り返し経験することによって得られたのか、あるいは知識を段階的に与えたことによって得られたのか、あるいはこれらの組み合わせによるものなのかが交絡したままになっている点が残念である。しかし、40人を超える被験者を、トータル4回にわたって継続的に行うという大規模な実験であることから、いくつかの実験要因を除外せざるを得なかったことはやむを得ない。

総合的には、博士（工学）の学位にふさわしい十分な質と量の研究成果をえているとみとめられる。

### 【最終試験の結果】

令和2年2月3日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。この結果とリスク工学専攻における達成度評価による結果に基づき、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

### 【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。