

論文内容の要旨

博士論文題目 自動走行時の搭乗者の快適性に関する研究

氏名 澤邊 太志

本研究では、自動走行時の搭乗者の快適性を体系的に分類し、「コンフォート・インテリジェンス（快適化知能）」と呼ぶ知的な快適制御の考えに基づき、自動走行レベル4、5に搭乗者が感じる、精神的な不安や恐怖からくるストレスや生理的な動揺病を含む不快要因の軽減や抑制手法の提案を行う。

自動走行時のストレスについては、屋内の低速自動走行によるストレス推定に関する既存研究から、屋外を含む自動走行時の搭乗者のストレス計測、分類、推定の手法を提案する。次に、ストレス分類に基づき、特に強い不快要因となる衝突予測ストレスを対象とし、軽減手法を提案する。一つめの挙動制御によるストレス軽減では、人の運転モデルを参考に搭乗者の視認性に基づく速度制御の手法を提案し、20名の被験者に対して車椅子ロボットを用いた検証実験を行う。また、二つめの軽減手法として、凸面鏡およびタブレットデバイスを併用した文字と音声による情報提示によるストレス軽減手法を提案し、8名の被験者の実験結果から提案手法の有効性を車椅子ロボットによる自動走行システムを用いて検証する。さらに、それぞれの実験を元にストレスの個人差に関する分析結果から、個々が受けるストレスに対する評価指標に生理指標を用いた計測が有効であることや、ストレス因子に対する個人差を考慮した実験設計を示す。

自動走行時の動揺病については、車酔いとVR酔いの併発環境による新しい動揺病の存在を明らかにする。実験では、車酔いとVR酔いが併発する環境内での走行実験を通して、動揺病指標に基づき重症度を調べることで、新しい動揺病となる自動走行酔いの存在を明らかにする。次に、自動走行時の動揺病解析に基づき、従来でも発生している車酔いによる動揺病の抑制手法を擬似自動走行の実験（熟練運転手による走行の際に助手席に座っている搭乗者のストレスを計測）を通してその効果を検証する。まず触覚提示の抑制手法では、座面傾け装置による搭乗者への適切な傾き誘導によって加速度刺激の抑制手法を提案する。3名の被験者データと被験者の頭部傾きを加速度センサにより計測し、触覚提示手法の効果の検証を行う。次に、視覚提示の抑制手法として、ベクションと呼ばれる錯覚現象により搭乗者が感じる加速度刺激を弱めることで、動揺病の発症を抑制する手法を提案する。アンケートと生理指標、加速度センサに基づき、5名の被験者に対して、動揺病の抑制手法の有効性を検証する。

これらの成果から、今後の自動走行システムの搭乗者に対する快適性が体系的に分類され、その中でも特に社会的普及において重要となる自動走行時の搭乗者の快適性に関する観点から、ストレスと動揺病による精神的および生理的不快要因の問題を解決する手法を提案する。自動走行ストレスの推定に基づいた軽減手法および自動走行酔いの解析に基づいた抑制手法が、室内での低速自動走行実験や屋外での擬似自動走行実験に基づく自動走行システムで有効であることを明らかにする。

氏名	澤邊 太志
----	-------

(論文審査結果の要旨)

2018年12月26日に開催した公聴会の結果に基づき2019年2月13日に、本博士論文の審査を行った。以下の通り、本博士論文は近い将来普及する自動走行車両が人間の快適性に及ぼす影響を体系化した研究であり、申請者が今後独立して研究活動を実施・継続する十分な能力を有していることを示すものと認める。本論文は、現在実用化に向けて急速に技術開発が進む自動走行車において、主として注目されている「安全性」・「効率性」のみならず、社会的普及に大きく影響する「快適性」に着眼したものである。運転者が運転から解放され、搭乗者と変化する際に発生すると予想される2つの不快要因「自動走行時のストレス」および「自動走行時の動揺病」の解析・軽減手法を提案している。

本論文の貢献は主として以下の2点が挙げられる。

1. 自動走行時のストレスについては、屋内の低速自動走行によるストレス推定に関する既存研究から、屋外を含む自動走行時の搭乗者のストレス計測、分類、推定手法を提案している。ストレス分類に基づき、特に強い不快要因となる衝突予測ストレスを対象とし、2つのアプローチで軽減手法を提案しており、一つめの挙動制御によるストレス軽減では、人の運転モデルを参考に搭乗者の視認性に基づく速度制御の手法を提案し、20名の被験者に対して車椅子ロボットを用いた検証実験を実施した。二つめの軽減手法として、凸面鏡およびタブレットデバイスを併用した文字と音声による情報提示によるストレス軽減手法を提案し、8名の被験者の実験結果から提案手法の有効性を車椅子ロボットによる自動走行システムを用いて検証し、有効性を示した。さらに、それぞれの実験を元にストレスの個人差に関する分析結果から、個々が受けるストレスに対する評価指標に生理指標を用いた計測が有効であることや、ストレス因子に対する個人差を考慮した実験設計を示した。
2. 自動走行時の動揺病については、車酔いとVR酔いの併発環境による新しい動揺病の存在を明らかにし、実験では、車酔いとVR酔いが併発する環境内での走行実験を通して、動揺病指標に基づき重症度を調べることで、新しい動揺病となる自動走行酔いの存在が示された。自動走行時の動揺病解析に基づき、従来でも発生している車酔いによる動揺病の抑制手法を擬似自動走行の実験を通してその効果を検証した。触覚提示の抑制手法では、座面傾け装置による搭乗者への適切な傾き誘導によって加速度刺激の抑制手法を提案し、その有効性を示した。

主たる2つの不快要因を、自動走行車両の初搭乗時から慣れによる状況変化を踏まえ、最終的な継続的利用に至るまでを体系的に定義している点に独創性がある。さらに、それぞれの要因に関して、客観的指標である生体情報に基づき計測された快適性から、その要因解析、軽減手法を提案している点で大きな社会的意義を有する。

上記より、本論文は、博士(工学)の学位論文として価値を有するものとして認める。