

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	シミュレータ環境への適応性を考慮した交通安全分析用自転車シミュレータの開発
Title(English)	Development of Cycling Simulator for Traffic Safety Analysis Considering an Adaptability to the Simulator Environment
著者(和文)	宮之上慶
Author(English)	Kei Miyanoue
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10206号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:屋井 鉄雄,朝倉 康夫,盛川 仁,室町 泰徳,福田 大輔
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10206号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	宮之上慶	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	屋井鉄雄	教授	福田大輔	准教授
	審査員	朝倉康夫	教授		
		盛川 仁	教授		
	室町泰徳	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「シミュレータ環境への適応性を考慮した交通安全分析用自転車シミュレータの開発」と題して7章で構成されている。

第1章「序論」では、本研究の背景である自転車走行空間における危険個所や危険な運転挙動を整理して示し、自転車シミュレータを開発し活用することで、これらの問題を実証的に分析可能であることを述べるとともに、そのためにシミュレータで再現すべき運転挙動や運転感覚とその重要性を指摘して、これらに取り組む本研究の目的を明らかにしている。

第2章「既往研究の整理と本研究の位置づけ」では、各国で開発の進む自転車シミュレータを網羅しそれらの得失を評価した上で、シミュレータ環境への適応性に関する従来の取組みについて特にシミュレータ酔いの観点から取りまとめ、交通安全分析に活用可能な自転車シミュレータを開発する本研究において、シミュレータ環境への被験者の適応性を課題とする研究の位置づけとその重要性とを明らかにしている。

第3章「交通安全分析用自転車シミュレータ MORICS の概要と再現性向上のための工夫」では、本研究で開発を進める自転車シミュレータ MORICS (Motion Reflected Immersive Cycling Simulator) において、個々のパーツを新たに工夫することで全体システムの再現性を高める検討を行っている。特にハンドルに取り付けたジャイロセンサーの再現性やブレーキに取り付けた圧力センサーの独自の考案、HMD の重量を軽減する工夫等により、運転挙動をより高い精度でデータ化することに成功し、HMD による 3D 視覚環境とサイクルトレーナによる走行環境との同期システムとして自転車シミュレータを構築している。

第4章「ハンドル・ペダル操作に起因する走行挙動の不安定性の再現」では、自転車操作に起因する走行挙動の不安定性に着目し、自由度が高い自転車固有の運動効果を整理した上で、特にふらつき挙動を再現するため統計モデルを構築し自転車シミュレータに実装している。そのため、まずプロトタイプバイクを設計して走行挙動データを取得することで、自転車シミュレータに反映すべきふらつき挙動の精度を概ね把握した上で、走行挙動データを用いて回帰モデルを推定し、その再現性を確認している。そして、そのモデルをシミュレータに組み込み、HMD に投影される画像環境に反映することで、物理的に自転車がふらつかなかとも、概ね妥当な挙動の反映ができることを、対面通行自転車道におけるすれ違い挙動の再現性検証実験から明らかにしている。

第5章「ブレーキ制動や空走による速度減衰挙動の再現」では、自転車シミュレータの操作性に対する影響の大きな速度減衰挙動を対象に、新たに開発したブレーキセンサーを搭載した自転車による実走実験より得たデータを用いて速度減衰モデルを推定し、そのモデルを組み入れることで、前後輪ブレーキが装着され空走挙動を表現した自転車シミュレータを開発している。その上で、駐車車両の追い越し挙動を自転車シミュレータ実験で分析し、自転車レーンや駐車車両の存在の有無で自転車運転者の追い越し開始位置や反応速度に差があることを明らかにしている。

第6章「シミュレータ環境への適応力が低い属性を考慮した CS の改良」では、シミュレータ環境への適応力が低い運転者にシミュレータ酔いが生じるリスクが高いことから、シミュレータ環境への適応段階で生じる課題を考察し、ハンドルの復元力と回転負荷の調整、後方確認をスムーズに行うための HMD 支持装置の改良・調整、普段通りの自転車に乗車する感覚を持たせる実験手順上の工夫等により自転車シミュレータの実験環境を改良した上で、高齢者、女性、乗り物酔いになりやすい人等を対象にして駐車車両の追い越し挙動を分析した結果、ハンドル操作の安定、シミュレータ酔いの減少、シミュレータ環境への適応段階に応じた到達レベルの上昇が認められた。以上の成果をもとに、シミュレータ環境への適応性が低い被験者の適応性向上のため、車両追い越し場面を対象に自転車シミュレータ走行実験の手順等を整理している。

第7章「総括」では、本研究の結論と今後の課題とを述べている。

以上を要するに、本研究は、交通安全分析に適用可能な自転車走行シミュレータの開発のため、実環境とシミュレータ環境との相違がシミュレータ環境への適応性に及ぼす影響を把握することが重要と考え、それをハンドル・ペダル操作、ブレーキ制動・空走、シミュレータ環境への適応力が低い属性という3つの視点から分析し、その成果を反映した自転車シミュレータを実際に開発したものであり、今後の自転車交通安全に関わる計画や設計に役立つ知見を提供していると考えられ、工学上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値を有するものと認められる。