T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

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)	論文要旨
Type(English)	Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	人間環境システム　　専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士　（　工学　） Doctor of
学生氏名： Student's Name	宮之上慶	指導教員（主）： Academic Advisor(main)	屋井鉄雄
		指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	

要旨（和文 2000 字程度）
Thesis Summary（approx.2000 Japanese Characters ）

近年，自転車は歩道通行に起因する事故が深刻化し，自転車が関連する交通事故の割合は増加傾向であることから，自転車が快適かつ安全に走行できる空間の整備が必要である．また，自転車の車道走行の原則が強化され，各地で自転車走行空間の拡充が検討され実際に整備が進むが，自転車利用者にとって決して快適だとは言えない空間も存在しており，適切な走行空間の設計・評価が求められている．そのための手段として，交通安全性分析・教育用ツールとして自転車シミュレータ（以下，CS）が国内外で注目される中，運転感覚のリアリティの確保は，シミュレータ環境への適応性も含め注目すべき大変重要な課題である．そこで，本研究では，現実環境とシミュレータ環境との間の相違がシミュレータ環境への適応性に与える影響や運転感覚の再現性について検討を行いながら，錯綜の危険が懸念されている対面通行自転車道や駐車車両追い越しのような場面で交通安全分析を可能とする自転車シミュレータの開発を行った．

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，CS 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た．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 CS 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た．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た．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な考案, HMD（Head Mounted Display : 頭部装着式映像表示装置）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 CS の構築を行った．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，CS に実装した．そのため，まずプローブバイシクルを設計して走行挙動データを取得することで，CS 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くとも，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

から明らかにした．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 CS を開発した．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た．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，駐車車両追い越し場面を対象に CS 走行実験の手順等を整理した．最後に，第 7 章「総括」では，本研究の結論と今後の課題とを整理した．

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	人間環境システム　　専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士　（　工学　） Doctor of
学生氏名： Student's Name	宮之上慶	指導教員（主）： Academic Advisor(main)	屋井鉄雄
		指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	

要旨（英文 300 語程度）
Thesis Summary（approx.300 English Words ）

As you can see, there are many styles of implemented bicycle space in Japan, but some spaces are inappropriate for cyclists. In response to this problem, cycling simulators have gotten a lot of attention recently as one of the usable tools for safety analysis and traffic safety education. And then, the validity of rider's feeling on the simulator which is including an adaptability to the simulator environment is one of the most important issues for above mentioned purposes. In this study, considering the reality of running feelings on the simulator and the impacts on an adaptability to the simulator environment due to the differences between in a real world and a simulator's environment, I developed the cycling simulator "Morics" for traffic safety analysis in the two scenarios of two-way cycle tracks and passing parked vehicles which is being afraid of conflicts among other traffics. Especially, I focused on the three important issues for using cycling simulators for safety analysis. First of all, I developed and estimated the steering angle model in a real world which is possible to express the unbalanced behavior caused by pedaling when running straight at middle speed. Second of all, I developed and estimated the velocity decay model of idling and braking in a real world. These two development have made us behave and feel more real in the simulator's environment. Third of all, I considered the persons who have poor abilities to the simulator environment and tackled several adaptive issues for them. After improving and adjusting steering reaction forces, the support system of head mounted display for smooth moving corresponding to rider's movements and experimental procedures, they could get more familiar with the simulator environment and control their behavior on the simulator.

備考 ： 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).