

平成 28 年 4 月 11 日現在

機関番号：33906

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26870679

研究課題名(和文)シェアードスペースにおける運転挙動の解析と大規模シミュレーション環境の構築

研究課題名(英文) Analysis of Driver Behaviors in Shared Space and Construction of Large-scale Traffic Simulation

研究代表者

向 直人 (Mukai, Naoto)

梶山女学園大学・文化情報学部・准教授

研究者番号：30453822

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、ヨーロッパを中心に普及している「シェアードスペース」と呼ばれる交通環境における運転者の支援を目指した。交通シミュレータ「UC-win/Road」を採用し、シェアードスペースで導入される「ラウンドアバウト交差点」を再現した。本学学生を中心とした被験者の運転データ(アクセル、ブレーキ、ステアリング)を収集し、基本統計量に加え、混合ガウス分布モデルによる分析を行った。初心運転者の多くはラウンドアバウト交差点に不安を感じるが、適切なナビゲーションにより、運転挙動が安定することが分かった。

研究成果の概要(英文)：This research aims at supporting drivers in traffic environment called shared space. We adopted a traffic simulator "UC-win/Road", and built a roundabout intersection located at Ichinomiya city. The roundabout intersections are frequently introduced in the shared space. We collected driving logs (accelerator, brake, steering, and so on) of research volunteers, and analyzed the logs based on statistical approaches (e.g., Gaussian Mixture Model: GMM). The result indicated that beginner drivers feel uneasy about roundabout intersections, but appropriate support enables to stabilize driver's behaviors.

研究分野：社会システム工学

キーワード：シェアードスペース ラウンドアバウト交差点 交通シミュレーション 混合ガウス分布モデル

1. 研究開始当初の背景

ヨーロッパを中心にシェアードスペースと呼ばれる新しい交通デザインが注目を集めている。シェアードスペースでは、交差点信号や道路標識を極力廃止し、最低限の交通ルールで交通安全を保つことを目指している。日本においては、豊茂氏らが 2010 年に京都市において、社会実験を実施し、その有効性を検証した。シェアードスペースの導入はまだ検証段階であるものの、少子高齢化が進む日本において、より安全で快適な生活空間を実現するための重要なテーマである。

2. 研究の目的

本研究では、シェアードスペース環境における運転手の挙動を把握し、安全性や快適性の改善を狙う。

（1）第1の目標は、シェアードスペースにおける運転手の挙動を定量的に把握することである。これまで、従来の交通環境における運転手の操舵特性や視聴覚特性を利用した運転支援に関する研究が報告されているが、シェアードスペースにおいては、その特性が大きく変化すると考えられる。そこで、ドライビング・シミュレータを用いて、これらの行動特性の差を明らかにし、シェアードスペースにおける運転手の挙動モデルを構築する。

（2）第2の目標は、第1の目標で達成した運転手の挙動モデルを利用して、シェアードスペースの大規模シミュレーションを実施することである。大規模シミュレーションにより、複数の車両間の相互作用に関する分析が可能になる。発展的には、運転手や歩行者など交通利害関係者を考慮した運転支援システムの開発を視野に入れる。本研究では、操舵系の自動制御などは行わず、矢印などの簡単な記号を利用して、運転者に気づきを与えることで支援する。

3. 研究の方法

ドライビング・シミュレータ「UC-win/Road」を用いてシェアードスペースにおいて導入されるラウンドアバウト交差点のシミュレーションモデルを構築する。UC-win/Road は株式会社フォーラムエイト (<http://www.forum8.co.jp/>) が開発する大規模な空間シミュレーション環境を構築するためのソフトウェアであり、ドライブシミュレータプラグインを導入することで、ドライバーの走行環境の設定や運転動作のログの解析が可能となる。平成 26 年 9 月 1 日から愛知県一宮市において運用が始まったラウンドアバウト交差点を基に、図 1 に示すドライビング・コースを構築した。



図 1 愛知県一宮市をモデルに構築したドライビング・コース

次に、運転を補助するためのナビゲーションを UC-win/Road のプラグイン機能を利用して構築した。このプラグインは車両が特定の“向き”、“座標”にあるとき、事前に定めたナビゲーション用の図や文章を画面上に表示することができる。図 2、3 がラウンドアバウト交差点における運転者への指示内容である。ラウンドアバウト交差点の進入部では、一時停止に関する指示が表示される。また、環道内では、環道を抜けるタイミングを示す指示が表示される。



図 2 ラウンドアバウト交差点 一時停止



図 3 ラウンドアバウト交差点 進入

上記の環境で本学学生を中心とした被験者の運転ログを収集した。運転ログは、アクセル・ペダルやブレーキ・ペダルの踏み方などの定量的データである。被験者の多くは、初心運転者であり、従来環境とは大きく異なるシェアードスペース環境では、ラウンドアバウト交差点などの影響を強く受けると考えられる。これらの運転ログに対し、下記の3つのアプローチで分析を行なった。

(1) 運転ログの基本統計量の分析

アクセル・ペダルとブレーキ・ペダルの踏込量と、ステアリング（操舵角）の平均、標準偏差、2乗平均平方根を算出し、信号交差点とラウンドアバウト交差点の運転者への影響を評価する。

(2) 混合ガウスモデル（Gaussian Mixture Model: GMM）を利用した運転状況クラスタリング

味間氏らの研究を基に運転ログとその積分値に対して、混合ガウスモデルを適用し、運転者の状況を複数のクラスに分類する。また、分類結果を基に運転状態を推定する。

(3) マルコフ過程を利用した確率的な運転状況推定

混合ガウスモデルにより抽出した運転者の状態クラスの時系列変化を、マルコフ過程に対応させることで、精度の高い運転状態の推定を可能とする。また、この結果をシェアードスペースにおける運転手の挙動モデルとする。

4. 研究成果

運転ログの基本統計量の分析結果から、シェアードスペースに馴染みのない初心運転者にとっては、ラウンドアバウト交差点などは不安要素となることが明らかとなった。基本統計量においては、ブレーキの踏込の強さやステアリングの不安定さが目立つ。しかし、簡単なナビゲーションを提示するだけで、一定量は改善されることが判明した。

また、アクセル・ペダルのデータに対し、混合ガウスモデル（GMM）を適用した結果が図4と図5である。運転者のアクセル・ペダルの踏み込みに応じて5つの状態にクラスタリングされていることがわかる。状態①は停止、状態②や③は右左折における徐行、状態④や⑤は直線道路における加速を表している。ナビゲーションを導入することで、ラウンドアバウト交差点への進入や環道から抜けるタイミングが明確になるため、スピードの制御が安定することがわかる。

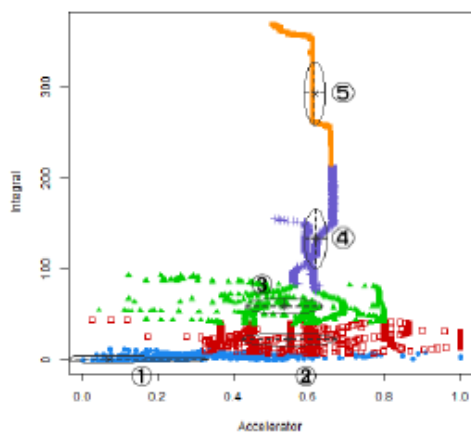


図4 GMMによるクラスタリング
(ナビゲーション無し)

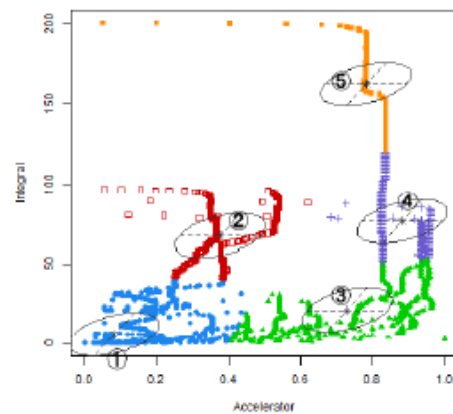


図5 GMMによるクラスタリング
(ナビゲーション有)

現在はマルコフ過程を利用した運転状態の推定に関して研究を進めているところである。この結果を、シェアードスペースにおける挙動モデルとして、シミュレーション環境に導入することで、大規模なシミュレーション環境の実現が可能となる。

今後、採択期間には実現出来なかった課題を中心に研究を進展させ、シェアードスペースが日本に根付くための礎を築きたいと考えている。また、本研究の成果を東南アジアなどの交通途上国に应用することが重要と考えている。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計1件）

Naoto Mukai, Analysis of Driving Behaviors Based on GMM by Using Driving Simulator with Navigation Plugin, In Lee, Roger eds.: Computer and Information Science 2015, Springer, Vo.614, pp.141-156, 2016 (Selected Paper of ICIS2015)

〔学会発表〕（計3件）

Ngoc-Quang NGUYEN, Nguyen-View-Dung, Phan-Thuan DO, Khac-Thuan LE, Minh-Son NGUYEN, and Naoto Mukai, People and parcels sharing a taxi for Tokyo City, The 6th International Symposium on Information and Communication Technology (SOICT2015), Hue, Vietnam, 2015年12月3日

Naoto Mukai, Analysis of Driving Behaviors based on GMM by using Driving Simulator with Navigation Plugin, The 14th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS2015), Las Vegas,

USA, 2015 年 7 月 30 日

Naoto Mukai and Misako Hayashi, Analysis of Driving Behaviors at Roundabout Intersections by Using Driving Simulator, Intelligent Interactive Multimedia Systems and Services Smart Innovation, Systems and Technologies (IIMSS2015), Sorrento, Italy, 2015 年 6 月 19 日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

向 直人 (MUKAI, Naoto)

嵯山女学園大学・文化情報学部文化情報学
科・准教授

研究者番号：30453822