

交通流シミュレーションを用いた自律型自動運転自動車の 地域間比較による交通流への影響分析

金沢大学 理工学域 環境デザイン学類
金沢大学 理工学域 環境デザイン学系
金沢大学 理工学域 環境デザイン学系
金沢大学 理工学域 環境デザイン学系
金沢大学 理工研究域 機械工学系

学生会員 ○工保 淳也
正会員 藤生 慎
フェロー 高山 純一
正会員 中山 晶一郎
非会員 菅沼 直樹

1. 研究の背景と目的

近年、社会では新たな交通システムの1つとして、自動運転自動車が注目されている。自動運転自動車が社会に実装されるということには多くのメリットが挙げられるがその中でも多くの人々が期待していることは以下の2つに集約されるであろう。1つめは運転の安全化である。例えば、自動運転機能とはセンサやカメラによって機械が自動的に走行判定を行うため人為的なミスによる事故の削減が期待される。2つめに、運転の高速化・効率化である。自動運転車はセンサの精度に依存するが、360°どの方向に対しても運転の障害となりえるものを感知し、更には人が視覚で感知できない遠方まで判定領域を持つためより高い速度で走行を行っても十分に安全性を確保することができると期待される。

多くの研究が進む中で、自動運転自動車を交通流シミュレーション上に再現し、交通流への影響を評価した研究はほとんどなく、自動運転自動車をモデル化した事例に留まっている。このような自動運転自動車を取り巻く既往研究を整理した上で、本研究では、交通流シミュレーション(Aimun8.0)上に自動運転自動車のアルゴリズムを構築し、自動運転自動車を実際の交通環境に導入する際の、交通流への影響評価を行うことを目的とした。

2. 自律型自動運転自動車について

自動運転自動車では、通常のドライバが行っている認知・判断・操作といった一連の運転行動を車両に搭載したセンサやコンピュータを用いてその機能を代替させる必要がある。このため、その実現には高度な情報処理能力と信頼性が必要となる。図1に示す試験車両には、1台の全方位高分解能レーザレンジファインダ(Velodyne社 HDL-64E S2)、6台のレーザレンジファインダ(IBE社 LUX fusion system)、9台のミリ波レーダ(富士通テン社製)、1台の単眼カラーカメラ、GNSS/INS 複合航法システム(Applanix社 POS-LV220)等の多くのセンサが搭載されている。また、このセンサを用いて車両周辺環境や自動運転自動車の自己位置推定等を高精度に行うことで走行を実現している。



図1 金沢大学が開発している自動運転自動車¹⁾

本研究で対象とする自動運転自動車はレーザレンジファインダ(IBE社 LUX)を用いて走行可能空間の認識と移動物体の抽出を行うことでは高精度に自己位置を推定している。また自動運転中にカメラを用いて複数の信号機を同時に認識しつつ、交差点への進入判断を行い走行している。これらの技術を組み合わせることで市街地を含む10km以上の公道で自律走行可能であることを確認している。

3. 交通流シミュレーションについて

(1) 道路ネットワーク

各都市に関してデジタル道路マップ(DRM)を用いて主要地方道以上で道路ネットワークを作成した。



図2 対象都市内区分とセントロイド配置の一例(金沢)

車両に関しては H22 の道路交通センサスを用いて各都市の交通状況を再現した。また車両発生点に関しては H22 交通センサスの B ゾーンの代表点にセントロイド（車両の発生・集中点）を配置した。そのセントロイドからダミーリンクで実際のネットワークに接続し、車両を発生・集中させている。

(2) シミュレーション結果について

今回は 10 都市（札幌、水戸、宇都宮、福井、金沢、富山、新潟、神戸、高知、那覇）にて行ったが、紙面の都合上、金沢市のみを例に挙げ説明する。シミュレーションは現況再現した道路ネットワーク上の車両の混入率を増加させ、変化を観察した。シミュレーションはそれぞれの混入率に対して 3 回ずつ検証を行っている。図 3.1-3.3 に全体、自動運転車、一般車両の遅れ時間（目的地に到着するまでに発生した遅延の 1km 当たりの平均値）の結果を示す。まず全体に関しては、珠洲市と同様に自動運転車の混入率を増加させていくと次第に増加し、最大で混入率が 20% の際に最大で現況再現時の約 1.24 倍の遅れ時間が発生した。その後混入率を増加させていくと混入率 70% 時に 1.03 倍となりその後はほぼ混入なしパターン近くまで減少する結果となった。次に一般車両は、最大で約 1.34 倍を取り、70% を超えるとやや減少し、最小で約 1.03 倍となった。最後に自動運転車は最大で約 1.21 倍を取り、70% を超えるとやや減少し、最小で約 0.96 倍となった。傾向としては双方の車両とも全体の傾向に対して同様の変化が見られた。

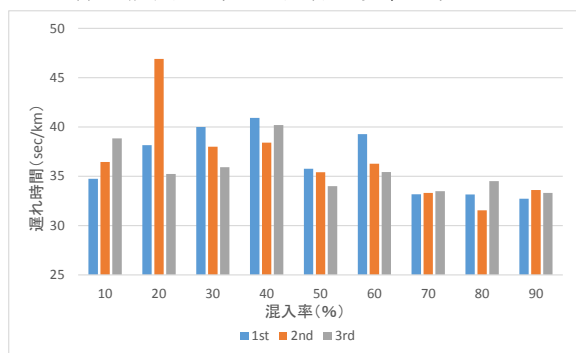


図 3.1 自動運転車の混入率別全体の遅れ時間（金沢市）

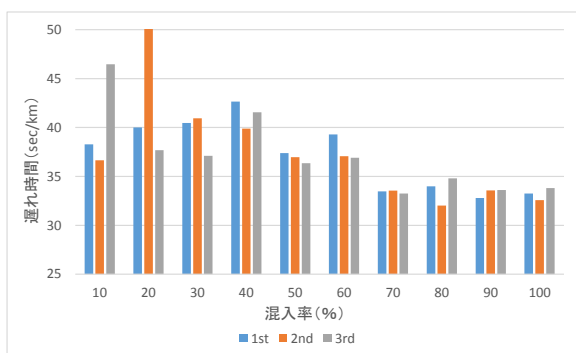


図 3.2 自動運転車の混入率別自動運転車の遅れ時間（金沢市）

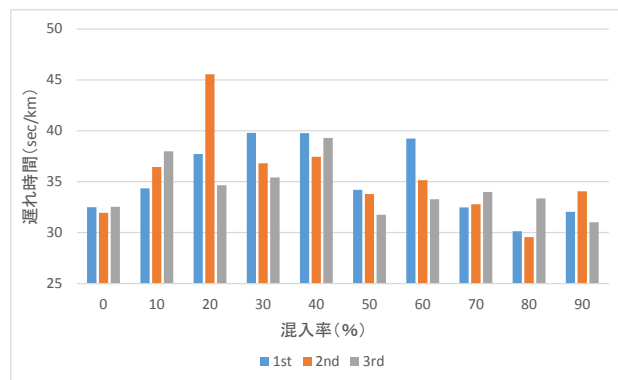


図 3.3 自動運転車の混入率ごとの一般車の遅れ時間（金沢市）

4. まとめと今後の課題

まず、本研究で取り扱う自律型自動運転自動車を Aimsun に読み込むために自律型自動運転自動車の運転アルゴリズムを整理し、そのアルゴリズムを Aimsun 上に再現した。そしてシミュレーションを行い本研究で取り扱う自動運転自動車が普及した際の時系列変化を明らかにした。この結果から本研究で取り扱う自動運転車に関しては、一般車との共存時にやや交通容量の低下を引き起こすが、普及が進むにつれて解消の方向に向かうということが明らかになった。今後は様々な都市でのシミュレーションを行うことで、本研究の示した方向性があるだろう。また、社会に実装されていく自動運転車は勿論だが一種類ではないため、各車両特性のシミュレーションも必要になるであろう。更に今回は単純に一般車両を自動運転車に置き換えるというものであったが、自動運転システムが普及することでカーシェアリングや公共交通機関への応用が進み、全体の交通量を変化させる可能性がある。それを考慮した上での交通量予測の必要性も考えられるであろう。

謝辞：本研究の一部は、総務省戦略的情報通信研究開発推進事業（SCOPE）の支援を受けて行われました。深く謝意を表させていただきます。

SCOPE: Strategic Information and Communications R&D Promotion Programme

参考文献

- 1) Naoki Suganuma, Daiki Yamamoto and Keisuke Yoneda. *Localization for Autonomous Vehicle on Urban Roads*. Journal of Advanced Control, Automation and Robotics (JACAR), 1 (1): 47-53, 2015 ISSN 2186-9154.