

ゲームエンジンを用いた実世界走行環境に 基づく自動車ドライビングシュミレータの研究

齊藤真生^{†1} 宮本華帆^{†2} 川合康央^{†1}

概要: 我が国の現代社会では、自動車の必要性は高く貨物の運搬や緊急時の移動、遠方への移動等に自動車はあらゆる場面で利用されている。最近では、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の拡大により鉄道やバス、タクシー等の公共交通機関三密による感染を避けるため、通勤や通学などに自動車を利用する傾向が見受けられる。その一方で、自動車の利用者が増加することにより交通事故の発生リスク向上が懸念されている。これまでも交通事故の低減を目的としたドライビングシュミレータは多く提供されているが、それらは、ドームスクリーンやプロジェクタなどを搭載しているものであり、非常に高価なものとなっているため、個人や地域等で手軽に使用することは難しく、ドライバの注意力や集中力の向上意識を普及させることは困難である。そこで、本研究では、ゲームエンジンやオープンデータ等を活用し、手軽に扱うことのできるドライビングシュミレータの開発をする。

1. はじめに

我が国の現代社会では、自動車の必要性は高く生活をしていく上で無くてはならないものとなっている。例を挙げると貨物の運搬や緊急時の移動、遠方への移動等に自動車はあらゆる場面で利用されている。また、最近では、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の拡大により鉄道やバス、タクシー等の公共交通機関三密による感染を避けるため通勤や通学などに自動車を利用する傾向が多く見受けられた。特に高齢者の移動手段では、公共による交通機関の利用者は減少しており、第三者が運転する自動車移動する手段が増加傾向であると示されている[1]。しかし、その一方で、自動車の利用者が増加することにより交通事故の発生リスクが高まることが懸念されている。令和2年度の警視庁の調査[2]によると、東京都内の交通人身事故は年間で25,642件発生し、死者155人、負傷者28,888人であった。また、令和元年では、交通人身事故30,467件、死者133人、負傷者34,777人となっている。令和2年度の交通人身事故は、令和元年と比較すると僅かな減少傾向となったが、これは新型コロナウイルス感染症による外出自粛要請が影響している可能性が考えられる。さらに、東京都の主要な駅前や交差点では、追突事故などの事例が多くあり[3]、交通による人身事故は年々多数発生している現状となっている。自動車が不可欠な現代社会において、交通事故防止対策を考えていくことは重要な課題となっている。

自動車の運転時による交通事故を未然に防ぐためには、リスク知覚やハザード知覚の向上と維持が事故の低減に大きく繋がるのが考えられる。運転時のハザード知覚とは、交通事故が発生する要因を予め感知することを指しており、リスク知覚とは、現在の交通状況から、どの程度の割合で事故に遭遇するのかを主観的に評価したことである。近年

では、高齢者ドライバによる事故が多発的に発生しており、連花らの研究によると高齢化とともにハザード知覚能力と運転技能は低下する傾向であると示されている[4]、また、ドライバによるリスク回避行動を促進するためには、リスク知覚の向上やハザード知覚の育成等が重要となることが示されており[5]、今後において、自動車による人身事故を減少させるためには、年齢や運転経験に関係なくハザード知覚やリスク知覚を向上させることが重要となる。

これまでも、自動車による事故低減を目的とした研究は多くされている。米川らの研究では、交通事故による予防安全技術の開発を目的として、DSによる日本で事故が多い市街地を再現したドライビングシュミレータの開発と評価を行った[6]。山中らは、自転車と自動車を同一空間内で運転操作が可能なドライビングシュミレータの開発をし、自転車と自動車の衝突事故による実験評価を行った[7]。山村らの研究では、バーチャルリアリティ (virtual reality) 技術を活用して、京都府内で多発している交通事故をゲームエンジンの Unity を用いて開発したドライビングシュミレータで再現し、実際の運転に近い体感を得ることで、リスク知覚やハザード知覚能力を促進する研究を行った[8]。また、交通事故を想定したドライビングシュミレータとして、自動車教習所や警察の講習会などで使用されている。しかしながら、これらは、大規模な並進装置を装備している車両運動模擬装置のほか、ドームスクリーン、プロジェクタなどを搭載している運転模擬装置及びドライビングシュミレータであり、現実感の再現度は高く表現されているが、非常に高価なものとなっているため、個人や地域で手軽に使用することは難しく、ドライバの注意力や集中力の向上意識を普及させることは困難と考えられる。また、山村らが開発したドライビングシュミレータの仮想空間内では、走行する経路が簡易的な3Dモデルで表現されており、

^{†1} 文教大学大学院情報学研究所

^{†2} 文教大学情報学部

ドライバが実際の自動車を運転しているときに、身に付けた知覚能力を瞬時に活用することができない可能性が考えられるため、仮想の空間内を実在する走行経路に基づいたもので表現することが望ましいと考えられる。

そこで、本研究では、低コストに加えて手軽に個人や地域等のなかでドライバの注意力や集中力の向上意識を普及させることを目的として、ゲームエンジンやオープンデータを活用し、実在する都市空間の走行経路を考慮したドライビングシミュレータの開発をする。

2. システムの開発

2.1 開発環境

本研究では、低コストに加えて手軽に個人や地域等のなかでドライバの注意力や集中力の向上意識を普及させることを目的として、ゲームエンジンやオープンデータを活用し、実在する都市空間の走行経路を考慮したドライビングシミュレータの開発をする。本システムの開発環境を表 1、活用データを表 2 に示す。まず、ゲームエンジンには、幅広いプラットフォームへの対応やアセットストアが充実している Unity を採用した。市街地の構築には、国土地理院から提供されている地形データと建物データを活用して、3D モデル全体を制作した。走行経路の作成に関しては、Open Street Map を使用し、テクスチャデータには、Google Street Map による航空写真を使用した。各種 3D モデルの編集には Blender を用いて行った。

2.2 仮想都市空間の構築

本システムでは、地理情報として国土地理院による基盤地図情報を使用した。これは、任意の場所のメッシュにおける様々な種類の地図情報データを、XML データで取得することが可能なデータベースである。ダウンロードした XML データは、表示ソフトウェアである基盤地図情報ビューアによって読み込んだ (図 1)。このビューア上で必要な情報を整理し、Shape 形式のデータに変換して書き出した。書き出した Shape データは、地理情報システムのフリーオープンソースソフトウェアである QGIS に、新規ベクターレイヤとして読み込んだ (図 2)。QGIS 上では、3次元視覚化プラグイン gis2threejs を使用し、3次元での地理情報データを作成した。また、Google Street Map による航空写真をテクスチャデータとして加工し、地形モデルに投影した。道路データには、OpenStreetMap の地形データを、3次元データとして取得した (図 3)。OpenStreetMap で、対象地区の道路データを Export から OSM データ形式に変換してダウンロードした。このダウンロードした OSM データを、JAVA アプリケーションである OSM2World を使用して、obj 形式ファイルに変換し、ゲームエンジンに読み込んだ。さらに、建物データとしては、国土交通省が公開している PLATEAU の 3次元建築モデルを使用した。これは、任意の地域の 3次元建築モデルを取得することが

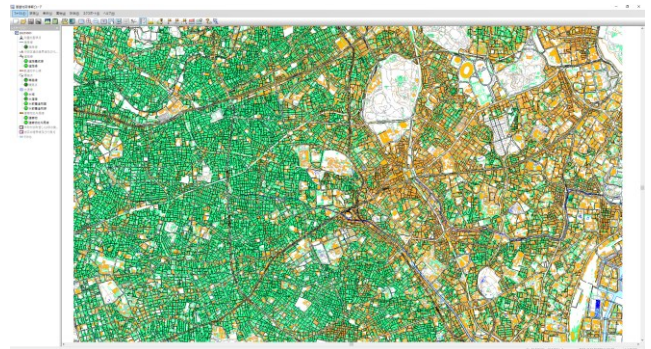


図 1 基盤地図情報ビューアによる地理情報の表示

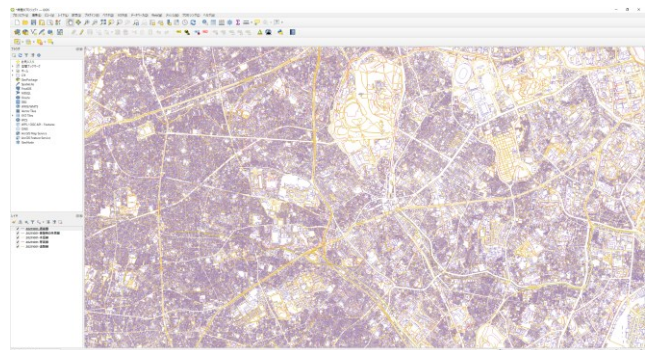


図 2 QGIS による地理情報の表示

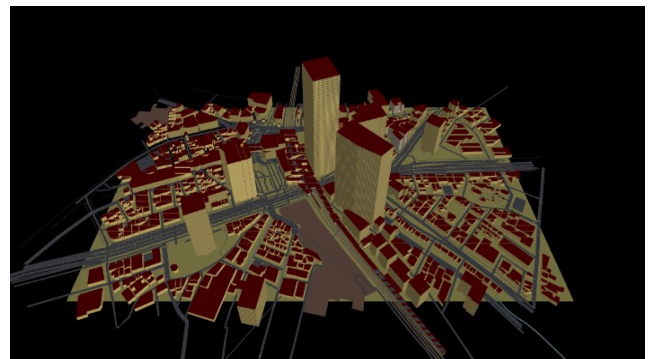


図 3 OSM2World による道路データの変換

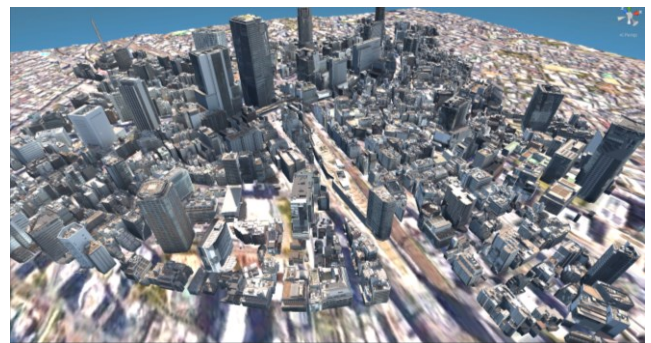


図 4 ゲームエンジン上での 3次元モデルの表示

可能なオープンデータである。このデータを3次元モデルのポリゴン数を下げることで、テクスチャを可能な限り低下させず軽量化をはかり、ゲームエンジンへ読み込んで表示させた。軽量化を行うことによって、大規模市街地の建物の表示と、道路空間構成要素、自律的に動作する他車両や歩行者等の動作をスムーズに行うことが可能になる。この3次元都市モデルと、上記の地形モデルを組み合わせ、渋谷区の駅前周辺における交差点を含む仮想道路環境の再現を行った(図4)。

2.3 システムの構成

本システムのシステム構成を図5に示す。まず、システムの始まりは停車中の車両を運転している場面から進み、ユーザは、その車両を操作することでシステムは進行する。走行している中で一定の距離まで直進をしていくと、画面内に走行すべき経路のメッセージが表示される。その指示に従い交差点を走行すると、こちらで設定した事故の発生パターンが動作し、交通事故のリスク体験をすることができるシステム構成となっている。今回のシステムでは、歩行者との接触事故と自動車同士の接触事故2種類の事故発生パターンを設定した。歩行者の3Dモデルとアニメーションには、Basic Motions FREEで提供されているものを使用し[9]、ドライバが運転する自動車には、Realistic Car Kitで提供されているものを使用した[10]。周囲の自動車に関しては、Unityで提供されている各種の車両アセットを利用した。また、本システムでは、運転時の操作にハンドル型コントローラ(G29 Driving Force, Logicool社製)を導入し、実際の自動車を操作する環境に近い空間に似せる工夫を取り入れた。そのことにより、ユーザは、実際にハンドルとペダルを使用して操作を行うため、実際の自動車に似たドライビングシミュレータで、本システムを体験することができる。今回使用したハンドル型コントローラでは3つのペダルが搭載されていたが、今回は、アクセルペダルとブレーキペダル2つを使用した。

2.4 システムの画面構成

本システムの画面構成を図6に示す。まず、ユーザは、停車中の車両を運転している場面から始まり、一定の距離まで直進すると進むべき進路が表示され、その指示に従って走行することで、交通事故のリスク体験が行えるシステム構成となっている。自動車運転時のユーザ視点は、日本の自動車と同じく右ハンドルの位置に設定した。また、ユーザが走行しているときの速度を画面に表示させ、自身がどの程度の速度で走行しているのか、素早く認識することができ、実際の道路交通規則を厳守する注意喚起に繋がるのが考えられる。さらに、本システムでは、ユーザが運転する自動車の他にも様々な種類の自動車を配置し、各車両に対して走行アニメーションを導入しているため、ユーザの視点内からは実際の自動車を走行している場面に近いものであり、緊張感や臨場感を体験することが可能である。

表1 開発環境

名称	用途
Unity	3Dゲームエンジン
Blender	3Dモデルの編集ソフト
QGIS	ベクターページの作成ソフト
基盤地図情報ビューア	地図データの編集ソフト
OSM2World	各種ファイル変換ソフト

表2 活用オープンデータ

名称	データ名
国土地理院	基盤地図情報データ
Google Street Map	航空写真テクスチャデータ
OpenStreetMap	道路データ
PLATEAU	3D都市建物データ

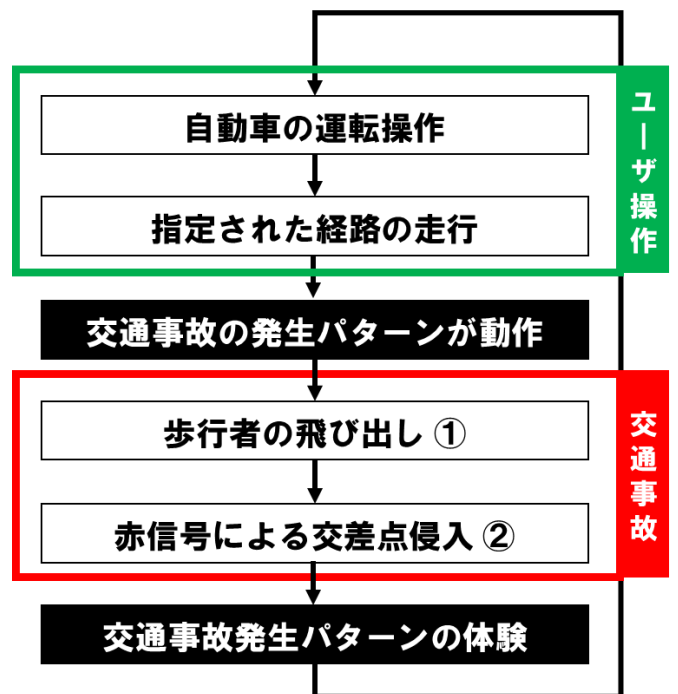


図5 システム構成



図6 ユーザ視点からの画面構成



図 7 交通事故の発生パターン

2.5 交通事故の発生パターン

本システムの交通事故の発生パターンを図7に示す。本システムでは、東京都内で事故発生率が高い渋谷区を対象地区とし[11]，歩行者との接触事故と自動車同士の追突事故の2種類のハザード行動を設定した。歩行者との接触事故では、指定した交差点を左折し、一定の距離を進むことで停車している車両の隙間から歩行者が路側帯側へ通行する行動を起こす。事動車同士の追突事故では、指定した交差点へ走行しようとする時、特定の自動車信号無視で侵入してくる動作をする。なお、今回の本システムでは、2種類の事故発生パターンを設定したが、実際には、さらに多くの事例が存在することが考えられる。本システムの実用性をさらに向上させるため、その対象とした地区で発生しているハザードを認識し、システムに取り入れる必要があるため、これらは今後の課題である。

3. おわりに

本研究では、低コストに加え手軽に個人や地域等のなかでドライバにおける注意力や集中力を高めることを目的として、ゲームエンジンやオープンデータを活用し、実在する都市空間の走行経路を考慮したドライビングシミュレータの開発をした。今回開発したシステムでは、設定した事故発生パターンが少なく、様々な事故の事例に対応できる注意力や集中力の向上は困難であることや、ドライバが運転する車内のインターフェースデザインの改善、速度制限の導入等の課題が見受けられた。今後は、これらの課題を

改善していくとともに、今回構築した仮想都市空間に信号機や道路標識などの交通安全施設を設置し、さらに実写に近いドライビングシミュレータに改良していくことを目標とする。また、本システムの有効性を検証するため、実証実験を実施することや、アンケート調査等の評価実験を行っていくこととする。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP 19K12665 及び科学技術融合振興財団調査研究助成の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 山内さつき, 島崎敢, 小嶋理江, 米川隆, 武田夏佳, 新海裕子, 青木宏文. COVID-19 流行に伴う高齢者の行動と利用移動手段の変化. 自動車技術会論文集. 2021, vol. 52, no. 5, p. 1143-1148.
- [2] 警視庁. 令和二年の東京都内の交通人身事故発生状況. https://www.keishicho.metro.tokyo.lg.jp/about_mpd/jokyo_tokei/tokei_jokyo/jiko5.files/R2.pdf, (参照 2021-12-19).
- [3] 交通事故総合センター. 交通統計令和元年版. <https://www.itarda.or.jp/materials/traffic/free>, (参照 2021-12-19).
- [4] 蓮花一己, 石橋富和, 尾入正哲, 太田博雄, 恒成茂行, 向井希宏. 高齢ドライバーの運転パフォーマンスとハザード知覚. 応用心理学研究, 2003, vol. 29, no. 1, p. 1-16
- [5] 蓮花一己. 運転時のリスクテイキング行動の心理的過程とリスク回避行動へのアプローチ. 国際交通安全学会誌, 2000, vol. 26(1), no. 12, p. 12-22
- [6] 米川隆, 阿賀正巳, 門脇美佐, 名切末晴, 坂口靖雄, 荒木厚, “市街地走行で現実感のあるドライビングシミュレータの開発”, 自動車技術会論文集, Vol.39, No.6, 2008, pp.29-34.
- [7] 山中英生, 溝口諒, 永松啓伍, “ドライビングシミュレータを用いた信号交差点左折時の自転車安全対策の評価実験”, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.73 No.5, 2017, pp.717-722.
- [8] 山村祥大, 桑原教彰, “VR を用いたドライビングシミュレータの開発と評価”, 2019 年度日本人間工学会関西支部大会, 2019, pp1-4.
- [9] Iglesias, K.. Basic Motions FREE, unity Asset Store, <https://assetstore.unity.com/packages/3d/animations/basic-motions-free-154271>, (参照 2021-12-22).
- [10] Rabiee, M.. Realistic Car Kit, unity Asset Store, <https://assetstore.unity.com/packages/tools/physics/realistic-car-kit-18421>, (参照 2021-12-22).
- [11] 警視庁: 交通事故発生マップ 事故状況判別マップ (一般道路), https://www.keishicho.metro.tokyo.lg.jp/jiken_jiko/hassei/map_anai.html, (参照 2021-12-22).