

自動車アルゴリズム開発のための仮想市街地環境の整備

Development of a virtual city environment for developing vehicle algorithms

川合康央[†] 小笠原正輝[†] 開藤偉久[†] 長尾圭太[†]
Yasuo Kawai[†] Masaki Ogasawara[†] Takehisa Kaito[†] Keita Nagao[†]

[†] 文教大学 情報学部

[†] Faculty of Information and Communications, Bunkyo University.

要旨

本研究では、オープンデータとゲームエンジンを用いた仮想の都市空間環境を作成し、低コストでの自動車アルゴリズム開発に必要なシミュレーション環境を構築した。自動車アルゴリズムの開発では、実車を使ったテストには高いコストがかかり試行回数が限定的なものとなるため、仮想空間内での空間シミュレーションを用いた開発が行われている。一方で自動車は、各種センサを用いて実環境から様々な情報を取得しているが、仮想空間で実環境を完全に模倣した環境を構築するには多大なコストが必要となる。本研究では、オープンデータとゲームエンジンによる安価な開発環境を組み合わせ、自動車アルゴリズム開発シミュレータに必要な情報を備えた、大規模な都市空間モデルを低コストで開発したものである。

1. はじめに

現在、様々な技術開発が自動運転車の実用化に向けて急速に進められている[1]。2020年、本田は、自動運転レベル3となる、運転操作主体が自動車側となる条件付き運転自動化の実用化を発表した[2]。自動運転では、車両が人間に代わって道路の環境情報を取得し、操作を行うこととなる。そこでは、信頼性の高い制御システムを開発するため、膨大な量の状況でのテストが欠かせないものとなっている。一方、実車両を用いた走行テストには、実証実験エリアなどの公道での試験は限定的であり、またテスト車両の整備にも多額のコストが必要であるため、試行回数は限られたものとなる。さらに、雨天時や積雪時、夜間時等、様々な道路環境を実空間上で任意に設定することは不可能である。そのため、現在では仮想空間を用いた走行シミュレーションを使用した開発が始まっている。これらは、コンピュータ上での計算によって実行されるため、実環境に比して多くの試行が可能であるとともに、天候や時間等、様々な道路条件の変更が可能となる。一方、自動運転車の制御は、光を用いたりリモートセンシング技術である Laser Imaging Detection and Ranging (LIDAR)等を使用して、実空間から環境情報を取得している。しかし、コンピュータ上で実際の道路環境を完全に模倣する仮想環境を構築するには、莫大なコストが必要である。わが国では、政府による自動運転や Intelligent Transport Systems (ITS)に関する統一政策として、官民 ITS 構想・ロードマップ[3]を策定している。そこでは、車両の安全性評価技術開発が急務とされており、測位、計測、図化による高度3次元地図データに、時間変化する動的データを紐づけたダイナミックマップの実用化に取り組んでいる。これらは、膨大なコストが必要なため、官民連携の基盤整備会社による事業化が進められている。小野ら[4]は、仮想交通実験環境における再現方法や再現性について分類し、条件に応じた適切なモデル、方式を検討する必要があるとし、視覚的再現方式として、モデルベース Computer Graphics (CG)では高い自由度が可能であるが、現実感とモデリング作業に課題があるとし、また画像ベース CG では、高い現実感を得ることが可能だが、画像データを保持していない状況の再現や計算機性能に課題があるとしている。また、坂井ら[5]は、高速道路を対象とした自動運転車両の仮想実験環境について、評価すべき項目と仮想実験環境に必要な機能・性能について検討している。本研究では、オープンデータとゲームエンジン等を開発環境として組み合わせて用いることによって、低コストで3次元情報を持った自動車アルゴリズム開発に必要な市街地の大規模都市空間仮想環境モデルを開発したものである。

2. 開発手法

今回、研究対象地区として、神奈川県藤沢市湘南台地区を選定した。本地区は、自動運転の実証実験が可能なエリアである、さがみロボット産業特区内に位置するものである。基盤となるオープンデータの地理情報として、国土交通省国土地理院による基盤地図情報サービス[6]を利用した。このデータは、

国内における任意の地域の地理情報を、XML形式で取得することが可能である。今回は、対象地区の地理データとして、2次メッシュ番号533903の範囲データをZIP形式で取得した。取得したデータは、同サイトから入手した基盤地図情報ビューア[7]で開くことができる。このビューア上に、XMLデータを読み込み、不要なレイヤを整理、削除して、等高線[Cntr]、建築物の外周線[BldL]、道路縁[RdEdg]の3つのレイヤをshape形式で書き出すこととした(図1a)。

このshapeデータを、地理情報システム(GIS)のオープンソースソフトウェアであるQGIS[8]に読み込んだ(図1b)。QGIS上では、プラグインを用い、タイルマップを追加するTileLayerPlugin[9]や、3D視覚化プラグインQgis2threejs[10]を使用し、レイヤごとに高さ情報を持った地理情報データを作成した。この3次元データを地形・建物・道路の3種類のSTL形式のデータとして書き出した。

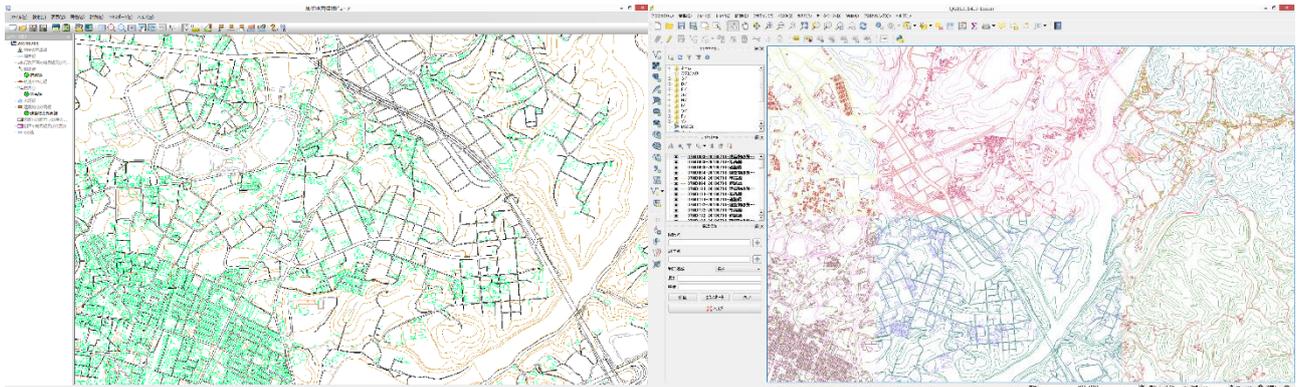


図1 a: 基盤地図情報ビューア上での地理情報表示(左), b: QGIS上での地理情報表示(右)

このSTLデータを、3DCGのオープンソースソフトウェアであるBlender[11]に取り込んだ。Blender上では、道路縁データの点データをベースとして、道路面にポリゴンを貼っていく。一方、元となる道路縁データには、重複点や不自然な接続線などノイズとなる情報があるため、事前処理を行った。その後、道路に相当する面にポリゴンを作成し、高低差のある道路面を作成した。Blender上で作成した3次元モデルデータは、FBXデータとして書き出した(図2a)。

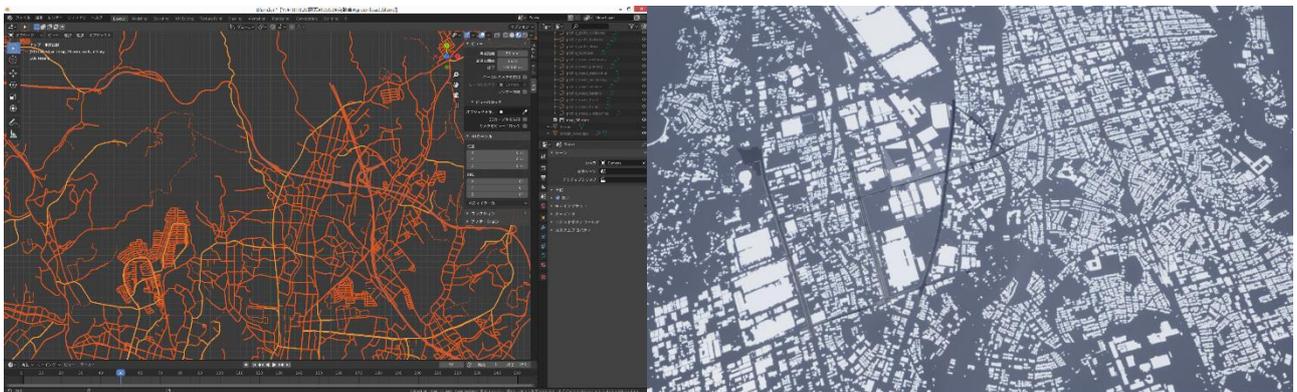


図2 a: Blender上での道路データ(左), b: UnrealEngine上での道路・建物データ(右)



図3 a: 道路面モデル(左), b: 交差点モデル(右)

この FBX データを、ゲームエンジン UnrealEngine[12]に読み込んだ。建築物は、用途地域ごとの容積率をもとに建物高さを設定した (図 2b)。また、道路面には、センターラインや横断歩道等を作成した (図 3a)。これらのモデルは、摩擦係数等の材質条件の変更が可能なものとして、画像テクスチャではなく、道路面ポリゴンを切り出した別モデルとして作成した。さらに、道路施設として、信号、街灯、電柱、ガードレールなどの詳細モデルを、Blender で作成したものを配置した (図 3b)。作成した信号機やガードレール等の空間構成要素はアセット化を行い、他の場所においても活用可能なものとした。

まず、人が運転する車両を用意した。操作の入力インタフェースとして、ステアリングコントローラ (Logicool G29) を接続した。ステアリングによる方向操作と、ペダルによる加減速、パドルシフトによるギア変更を実装した。視点としては、1 人称視点と 3 人称視点の二種類を用意した (図 4a, 4b)。さらに、没入感のある運転環境として Head Mounted Display (HMD) Oculus Rift S による再生も可能とした。

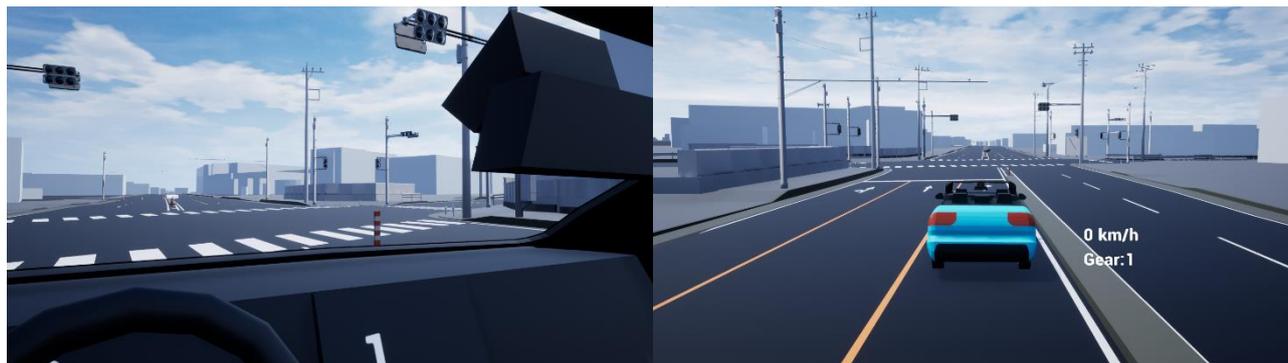


図 4 a: 1 人称視点での操作 (左), b: 3 人称視点での操作 (右)

ゲームエンジン内の物理エンジンを使用すると、実走行時の車両挙動とは大きく異なるものとなる。そこで本研究では、車両動作をシミュレーション環境で仮想的に動作させる外部デバイスとして、Hardware-In-the-Loop-Simulation (HILS)を用いた。本機器は、入力変数として、目標車速、ステアリング角、ブレーキ、トルク、坂道の勾配などの情報を入力すると、出力変数として、車速、前後左右の加速度、ロール・ピッチ・ヨーレート、スリップ角、車輪回転数、コーナリングフォース、サスペンションなどの情報をリアルタイムで返すものである。PC との接続は、シリアル (UART) 接続で行われるため、UnrealEngine 上で Blueprint による制御プログラムを作成した。

次に、自律走行する車両を作成した。これらは、単なるシナリオアニメーションではなく、環境をサーチして周囲の道路環境に応じて走行する簡易的な自動運転のアルゴリズムを実装した。しかし、計算量が多いものとなったため、同時にシミュレーション可能な車両数は限られたものとなった。

3. 結果と考察

本研究では、自動運転車両用の詳細モデルとして、神奈川県藤沢市湘南台地区を対象とした都市空間環境モデルを作成した。開発したシステムによる道路環境は、道路形状だけではなく、坂道などの勾配のある 3 次元道路環境として、一定程度の精度を持ったものとなった。これまでの仮想環境による道路シミュレーションの多くは、元となる地図データが 2 次元であるため、平面上でのシミュレーションとなり、HILS 等を用いた坂道勾配の車両への影響が考慮できないものであった。また、高低差を考慮したシミュレーションモデルとして、実環境から測量したモデルを活用したものもあるが、実空間でのデータ取得と大規模なデータ処理が必要となるため、コストが莫大なものとなる。本研究で提案したシステムは、国土交通省による測量結果をもとにしたオープンデータの地理データを使用するとともに、開発環境としてオープンソースソフトウェアやゲームエンジン等の開発環境を中心に構築を行ったため、低コストで実用的な 3 次元の仮想市街地環境の作成が可能であった。本システムを用いることによって、自動運転車だけでなく電気自動車におけるサスペンション制御や燃費シミュレーション等への応用が可能なモデルとなった。一方、基盤地図情報で公開されている地理情報のオープンデータは、様々な測量データの集積であるため、地形モデルと道路モデルとの間で高さが異なり干渉が発生する、測量の精度

が低い箇所で段差が生成されるなど、いくつかの課題が明らかとなった。また、本システムは、HILS との接続を行い、精緻な車両運動を反映させることが可能なシステムとして作成を行った。本システムを用いることによって、高価なドライビングシミュレータ等の専用システムを使用せずに、オープンな自動車制御開発環境を構築することが可能となる。今後、実用化に向けて課題を整理することにより、自動車アルゴリズム開発の環境を広げていく。また、HILS との接続、データ変換に関するゲームエンジン上でのアセットを作成し、システムの汎用化を目指していく。一方、自律走行車両に関しては、処理が重いため、必要なシーン、シナリオに応じて複数車両を同時に実行する等、アルゴリズムを見直して軽量化を行っていく。さらに、道路縁データの不正確な個所の検出と修正、道路面のポリゴン自動生成、ガードレール等の空間構成要素の配置など、モデル開発において作業コストが高いものに関しては、Blender や UnrealEngine 上で自動化するプログラムを開発する必要がある。

4. まとめ

本研究は、オープンデータやオープンソースソフトウェア、ゲームエンジン等を用いた低コスト開発環境を用いて、自動車制御アルゴリズム開発に必要な仮想市街地環境について、シミュレーションに必要な空間の構築を行ったものである。結果、高低差のある3次元道路モデルを、市街地の大規模な範囲で作成するとともに、外部機器として HILS との接続を行い、一定程度実用性のあるシステムを開発した。一方、モデル開発工程に高いコストが必要な作業が明らかとなったため、作業工程の評価と自動化が必要である。今後、システムの改良を行うとともに、時間や天候等の環境条件の変化についても考慮したシステムの開発を行っていく。また、対象地区の道路を実車両で走行したデータを計測して用意し、これをシステムから取得したデータと比較することによって、本システムでシミュレーション可能な要素とその精度について検証を行っていく。

参考文献

- [1] 須田義大, 青木啓二, “自動運転技術の開発動向と技術課題”, 情報管理, Vol.57, No.11, 2015, pp.809-817.
- [2] Honda Motor Co., Ltd. and its subsidiaries and affiliates, “Honda | 自動運転レベル3 型式指定を国土交通省から取得”, 2020, <https://www.honda.co.jp/news/2020/4201111.html>, (参照 2020-11-17).
- [3] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部, 官民データ活用推進戦略会議, “官民 ITS 構想・ロードマップ 2020”, 2020.
- [4] 小野晋太郎, 他, “仮想交通実験環境における異常時を含めた視覚環境等の再現性にかかる課題の研究”, 生産研究, Vol.70, No. 2, 2018, pp.63-68.
- [5] 坂井康一, 他, “自動運転車両を含めた高速道路の運用施策の事前評価のための仮想交通実験環境の要件にかかる研究”, 生産研究, Vol.71, No.2, 2019, pp.105-110.
- [6] 国土地理院, “基盤地図情報ダウンロードサービス - 国土地理院”, <https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>, (参照 2020-11-17).
- [7] 国土地理院, “基盤地図情報ビューア”, <https://fgd.gsi.go.jp/otherdata/tool/FGDV.zip>, (参照 2020-11-17).
- [8] QGIS Development Team, “QGIS プロジェクトへようこそ!”, <https://www.qgis.org/ja/site/>, (参照 2020-11-17).
- [9] Minoru Akagi, “TileLayerPlugin - QGIS Python Plugins Repository”, <https://github.com/minorua/TileLayerPlugin>, (参照 2020-11-17).
- [10] Minoru Akagi, “Qgis2threejs - QGIS Python Plugins Repository”, <https://github.com/minorua/Qgis2threejs>, (参照 2020-11-17).
- [11] Blender Foundation, “Blender”, <https://blender.jp>, (参照 2020-11-17).
- [12] Epic Games, Inc., “The most powerful real-time 3D creation platform - Unreal Engine”, <https://www.unrealengine.com>, (参照 2020-11-17).