

自動運転ソフトウェア開発のための仮想環境の検討

上谷 一将[†] 川上 勇剛[†] 倉地 亮[‡] 本田 晋也[‡] 中條 直也[†]
愛知工業大学[†] 名古屋大学[‡]

1 はじめに

自動車事故の低減、環境問題への対応を背景として自動運転車の開発が盛んに行われている。アメリカのWAYMO社 [1], Uber社 [2], テスラモーターズ社 [3] などでは公道での自動運転の検証が行われている。

現在、高速道路や幹線道路など整備された道路環境では自動運転技術が実用化されようとしている。自動運転技術の開発では、安全性を確保するため、実環境での実験の前に、仮想環境での検証が必要である。そのため、仮想環境を開発し、自動運転の走行実験を行うことが重要であり Autoware[4] などの開発されている。

しかしながら、ラストワンマイルなどの公道以外や不整地を含む多様な走行環境での自動運転では未解決の問題が残っている。このような多様な走行環境に対する自動運転技術の開発においても、このような環境を仮想環境上に手軽に再現できることが必要である。

そこで本研究では、ラストワンマイルの道路環境を手軽にモデル化し、自動運転アルゴリズムを検証できる仮想環境の検討を行う。マップやセンサのモデルを変更した複数の仮想環境を用意することでこの問題を解決することを検討する。

2 自動運転のアルゴリズム構成

一般的には、図1のような構成で、自動運転アルゴリズムの開発を行っている。

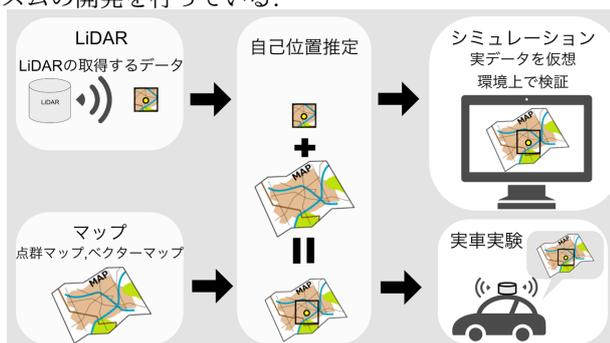


図1. 自動運転アルゴリズム構成図

図1のように、自動運転アルゴリズムとして、自車がどこにいるかを推定するために自己位置推定を行う。建物や木々の形状や位置を記録した点群マップを作成

しておく。そして環境を認識するための、LiDARのセンシングデータと点群マップをスキャンマッチングすることで自車の位置を推定できる。その後、車周辺の物体をLiDARとカメラを用いて認識を行い、走行可能領域をベクターマップより生成し、目的地までの経路計画をし自動運転を行う。実車実験は事故等のリスクを伴うため、実車実験を行う前に仮想環境でシミュレーションを行う。

3 提案する仮想環境

表1は、検討する仮想環境である。自動運転のソフトウェア開発では、仮想環境を実環境へ徐々に近づけながらシミュレーションを行う必要がある。

表1. 自動運転ソフト開発用の仮想環境

	仮想環境1	仮想環境2	仮想環境3
車両	仮想モデル	仮想モデル	仮想モデル
点群マップ	仮想データ	実データ	実データ
CGマップ	仮想モデル	仮想モデル(*)	-
LiDAR	仮想モデル	仮想モデル	-

仮想環境1では、車両、LiDAR、3次元マップのすべてがCGによる仮想モデルである。この環境では、LiDARなどのセンサ性能を変化させてアルゴリズムを試すことが可能である。

仮想環境2では、車両、センサは仮想モデルである。しかし、3次元マップはLiDARで実測した点群データから生成したモデルを用いる。この環境では実際の地形データを反映した3次元マップをつかって、仮想センサとアルゴリズムの動作を検証し、実データの点群マップが正確なものか試すことが可能である。

仮想環境3では、実際に存在するLiDARを使用する。これは、Autowareで利用可能な環境であり、実車実験に近い仮想環境である。ここでは、LiDARのセンシングデータを実地で計測する必要がある。

なお、点群マップを作成するためにはLiDARのセンシングデータを使用する。表1の実データは実在する道路でLiDARのセンシングデータを使用し作成したデータを指す。また(*)は作成したモデルは実在するコースに対してLiDARのセンシングデータから作成したモデルである。

Investigation of virtual environment for development of autonomous driving software

[†] Kazumasa Kamitani, Yugo Kawakami and Naoya Chujo: Aichi Institute of Technology

[‡] Ryo Kurachi and Sinya Honda: Nagoya University

4 実験

本章では、提案する仮想環境の評価方法として、それぞれの仮想環境で得られる LiDAR のセンシングデータを用いて、自己位置推定の実験を行った。評価としては、点群データと LiDAR のセンシングデータとのスキャンマッチングのスコアを使用した。なお、比較対象として仮想環境 3 の評価結果を使用した。

4.1 仮想環境 1 の自己位置推定

仮想環境 1 で仮想モデルによって作られる LiDAR のセンシングデータを使用した。このデータを用いて自己位置推定を行った。

4.1.1 実験結果

自己位置推定の実験結果を図 2 に示す。

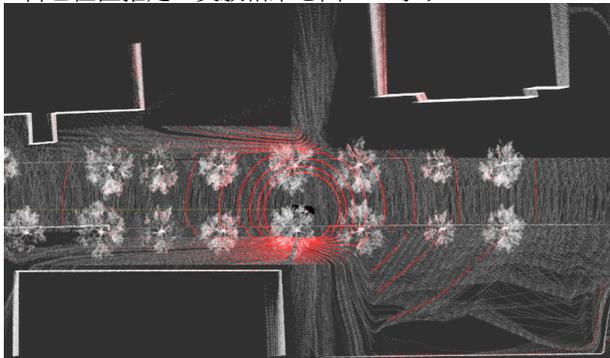


図 2. 仮想環境上の自己位置推定結果

図 2 の白く表示されているものが点群マップであり、赤く表示されたものは LiDAR のセンシングデータである。センシングデータと点群データが重なっていることから、自己位置推定ができていていることを示す。

また、自己位置推定の評価値 (スコア) を表 2 に示す。

表 2. 仮想環境 1 と仮想環境 3 の比較

	仮想環境 1	仮想環境 3
スコア値	0.50	0.44

表 2 のスコアは、値が低いほど正確に自己位置推定ができていていることを表す。仮想環境 1 と仮想環境 3 ではスコアの差が 0.06 となった。

この結果から、すべてが CG による仮想モデルを使って、自己位置推定のアルゴリズムが有効に機能することを確認した。仮想環境 1 はアルゴリズムの検証に利用可能であると考えられる。

4.2 仮想環境 2 の自己位置推定

仮想環境 2 で LiDAR の仮想モデルによって作られるセンシングデータと、仮想環境 3 で作成した点群マップを使用した。このデータを用いて自己位置推定を行った。使用する点群マップを図 3 に示す。

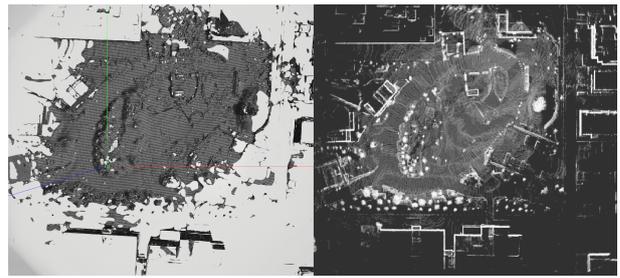


図 3. CG モデルと点群マップ

4.2.1 実験結果

自己位置推定の評価値 (スコア) を表 3 に示す。仮想環境 2 と仮想環境 3 ではスコア値の差が 0.05 となった。

この結果から、LiDAR で測定した地形データを仮想モデル化して作成した 3 次元マップを使って、自己位置推定のアルゴリズムが有効に機能すると考える。また、アルゴリズムだけでなく自己位置推定を行うために予め必要な点群マップが利用可能であると考えられる。

表 3. 仮想環境 2 と仮想環境 3 のスコア比較

	仮想環境 2	仮想環境 3
スコア値	0.50	0.45

5 おわりに

本研究では、自動運転アルゴリズムを検証するための仮想環境の検討を行った。2 種類の仮想環境を使って、自己位置推定の実験を行い、アルゴリズム評価に利用できることがわかった。

今後の課題として、自動運転で使用する、物体認識や経路計画についても検証を行う。また、ドライブレコーダを想定したカメラ画像から CG マップを作成し、仮想環境として使用することを検討する。

参考文献

- [1] Waymo, "WaymoSafetyReport:OntheRoadtoFullySelfDriving" (<https://storage.googleapis.com/sdc-prod/v1/safety-report/waymo-safety-report-2017.pdf>), 2017
- [2] Uber 社, "運転や配達で収入を得る、または配車を依頼する" <https://www.uber.com/ja/jp/> (2018 年 10 月 1 日確認)
- [3] Tesla 社, "電気自動車 — ソーラーパネル — クリーンエネルギー蓄電池" <https://www.tesla.com/jp/> (2018 年 10 月 1 日確認)
- [4] PDSL 社, "自動運転ソフトウェア:Auto-ware" <https://www.pdsl.jp/fot/autoware/> (2018 年 10 月 16 日確認)