

令和4年度 EC4 電子制御ゼミナール 活動報告書

提出日： 令和5年 2 月 24 日(金)

番号・氏名： 42 番 鷲尾優作

指導教員： 佐藤拓史

1. 活動目的

来年度卒業研究を行うにあたって、今年度の様子を見て感覚を掴むことを目的として研究室内での研究の中間発表に参加したほか、実施予定の研究についての資料調査、研究計画を作成し、来年度効率よく研究をスタートすることを目的とし準備を行なった。

2. 活動概要

回	日付	活動内容
1	10 月 5 日	配属ガイダンス
2	10 月 12 日	卒研中間発表に参加
3	10 月 26 日	配属調整
4	11 月 2 日	研究室予定の説明
5	11 月 9 日	5 年生 専攻科 研究報告に参加
6	11 月 16 日	5 年生 専攻科 研究報告に参加
7	11 月 30 日	5 年生 専攻科 研究報告に参加
8	12 月 7 日	5 年生 専攻科 研究報告に参加
9	12 月 14 日	5 年生 専攻科 研究報告に参加
10	12 月 21 日	5 年生 専攻科 研究報告に参加
11	1 月 18 日	添付書類(イ) 説明
12	1 月 25 日	添付書類(ウ) 説明
13	2 月 1 日	卒研発表会 リハーサルに参加
14	2 月 2 日	卒研発表会に出席
15	2 月 3 日	卒研発表会に出席
16	2 月 8 日	添付書類(ウ) 説明
17	2 月 22 日	
18	オンデマンド	

3. 報告書の内容について

以下 4 つの書類を添付する。

(ア) 本表紙

(イ) 卒業研究に向けた先行研究の調査結果

(ウ) 研究計画提案書

(エ) 卒業研究の進行日程(案)

(イ) 卒業研究に向けた先行研究の調査結果

鷲尾 優作

Feb 21, 2023

Abstract: 本稿では、卒業研究に向けた先行研究の調査結果をまとめる。ここでは、卒業研究として積雪寒冷地域における自動運転の実現に向けた研究を想定し、先行して実施されている研究を調査した。国内外ともに積雪寒冷地域にフォーカスした研究は少なかったが、戦略的基盤技術高度化支援事業「積雪寒冷地域の交通弱者移動支援のための雪道走行を可能とする自動運転技術の開発」が非常に有用な情報であることがわかった。

Key Words: 自動運転, 積雪寒冷地未対応課題, 冬型事故, わだち事故, LiDAR

1 はじめに

現在、各国で自動運転の実用化に向けた開発競争が激化している。しかしながら、現行のシステムは利用者の多い都市部を中心に実験・データ収集を実施している為、積雪寒冷地域において自動走行の精度が低下する問題が指摘されている(積雪寒冷地未対応課題)

積雪寒冷地域における自動運転の実現に向けた技術開発を行うことを想定し、先行して実施されている研究を調査した。

2 報告内容

2.1 調査背景

文献[?],「そんな走りで大丈夫か 自動運転で雪道を走る特斯拉が不安定すぎる ふらふらとまっすぐ走れない様子が恐ろしい」では、特斯拉の自動運転車「モデル3」が雪道を走る様子が不安定であると指摘されている。、特斯拉が2022年11月から試験的に配布している自動運転機能「FSD」を用いた実験であり、正式リリースされているシステムではないものの、積雪寒冷地域においては自動運転の精度が低下ことがわかった。

この課題に興味を持ったため、卒業研究のテーマとして積雪寒冷地域における自動運転の実現に向けた技術開発について調査する。

2.2 国内における積雪寒冷を原因とする事故について

文献[?]より、Fig.??を示す。

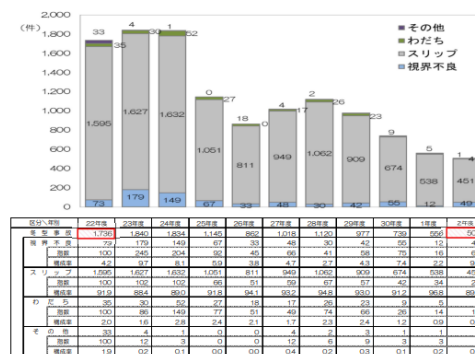


Fig. 1: 冬型事故の年度別発生件数

資料から、北海道内では平均して年間約1,000件の冬型事故が発生していることがわかる。また、冬型事故のほとんどはスリップによるものであり、凍結の危険性がわかる。

2.3 積雪寒冷地域における自動運転の実現に向けた研究

積雪寒冷地域における自動運転の実現に向けた研究は国内外ともに少ない。積極的に研究を進めているのは、米フォード、VTT フィンランド技術研究センター、北海道大学といった寒冷地に拠点を持つ限られたチームのみである。文献[?]は、これら研究機関の研究動機や積雪寒冷地域での自動運転が難しくなる理由をわかりやすくまとめており、参考になる。

2.4 自動運転のための道路の積雪の認識に関する研究

積雪寒冷地域において自動運転を行うためには、そもそも雪を認識する必要がある。しかしながら、降雪中はセンサが大気中の雪も認識してしまうことや自己位置推定に必要なランドマークが認識できなくなるといった問題が生じる。文献[?]では、測量用の3Dレーザスキャナを用いて認識を行う研究を行っている。基本的に認識は可能であるが、鉛直方向の位置合わせに大きな課題があることが示されている。

2.5 自動運転バスは雪道を走れるのか 実験

文献[?]は、ソフトバンク子会社のBOLDLYが本来雪道を想定していないフランス製自動運転バスを積雪寒冷地域で走らせる実験を行った記事である。

積雪時には問題なく走行できるが、降雪中には雪に反応し走行が不安定になる結果となっている。



Fig. 2: 冬型事故の年度別発生件数

3 積雪寒冷地域の交通弱者移動支援のための雪道走行を可能とする自動運転技術の開発

文献[?]は、北海道の研究チームが積雪寒冷地域での自動運転における技術開発を補助金を使って実施した報告書である。この研究では、「雪道対応SLAM」、「雪道対応セマンティックセグメンテーション」、「雪道対応センサフュージョン」の3つを柱に自己位置推定技術を開発しており、技術的な面では現在把握できている資料の中で最も参考になるものである。

先述した鉛直方向での自己位置推定について問題については、Voxelを用いる障害物検知を組み合わせる手法が提案されていた。

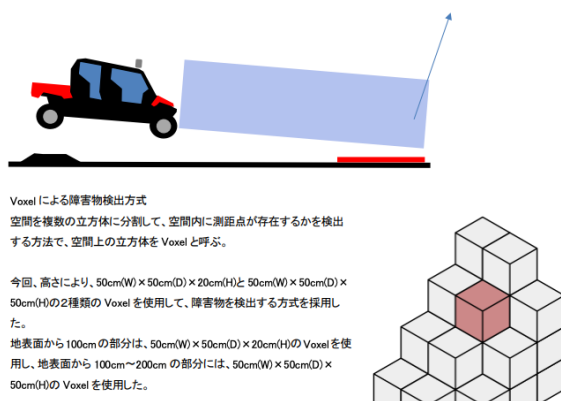


Fig. 3: Voxel 投票による障害物検知

また、Keras を用いたセグメンテーションとハフ変換を組み合わせ、走行可能な場所を判定する手法も提案されている。この応用で他の方法を組み合わせることで、走行可能領域中の轍や障害物の分布を詳しく調べることができるかもしれないと考えられる。

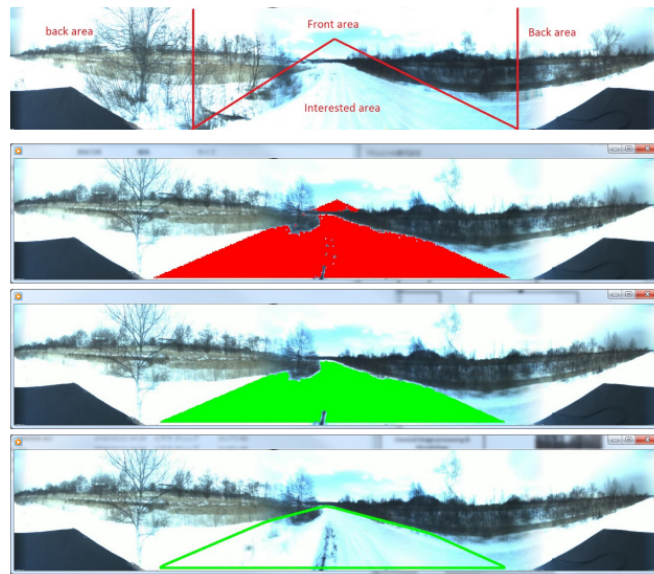


Fig. 4: 走行可能領域の判定

4 おわりに

以上の調査結果をもとに、今後は具体的な研究計画を作成する。「積雪寒冷地域の交通弱者移動支援のための雪道走行を可能とする自動運転技術の開発」は他にも赤外センサー、Lidar、SegNet などいくつかの手法を試しており、熟読の必要がある。現時点では、轍や凍結路面等の認識に関心がある。

(ウ) 研究計画提案書

2023 年 2 月 21 日

氏名	鷺尾 優作	学籍番号	331124
----	-------	------	--------

指導教員	佐藤 拓史	印
------	-------	---

<研究テーマ>

積雪寒冷地域における自動運転を想定した車輻検出システムの構築

<研究の背景・特色>

現在、各国で自動運転の実用化に向けた開発競争が激化している。しかしながら、現行のシステムは利用者の多い都市部を中心に実験・データ収集を実施している為、積雪寒冷地域において自動走行の精度が低下する問題が指摘されている（積雪寒冷地未対応課題）[?][?]。

加えて、自動運転の有無にかかわらず冬季は凍結、積雪に起因する「冬型事故」が多発する[?]ため、この対策が不可欠である。そこで本研究では、冬型事故のひとつである「わだち事故」を想定し、積雪寒冷地域における事故等軽減を目的とした車両走行安全性向上システムの構築を目指す。

この「車輻検出システム」は「走行可不可判定」および「車両滑り危険性判定」の2点から成る。車輻は、車輪の軌跡によって形成される走行した跡を指す。走行方向に対して車輻が斜めになると、ハンドルを取られスリップの原因になるほか、積雪深によっては直接の運転を困難とし、交通渋滞を招く。今回、これを検出し自動ないしは半自動にて、車両の侵入を制限したり、車両の減速を促すことは、「わだち事故」低減に効果的であると推定される。

積雪寒冷地域においては、積雪状況の変化によって周辺状況が変化するため、事前の学習データに依存しない設計が求められる。現在、カメラを用いた NeRF(Neural Radiance Fields) や LiDAR を用いた点群の3次元復元技術が向上しているため、これらを活用した路面情報のリアルタイム取得を前提とした設計を行う。

システムの開発にあたっては、研究期間中に積雪がある可能性が低いため、実際の車両に搭載することは困難である。そこで、本研究では、小型の車両モデルを用いて、車両の走行軌跡を検出することを目指す。走行する車輻は、実際の形状を模した簡易的なフィールドを作成するものとする。

検出プログラムは ROS2 Humble のノードとして動作するものとし、Jetson Nano 上で Docker コンテナとして運用する。検出器には RealSenseD435 を想定している。

<研究の目的>

積雪寒冷地域における事故等軽減

<研究計画・方法>

環境構築

ソフトウェアの開発環境として、ROS2 Humble を用いる。この ROS2 Humble は、ROS2 の最新安定版である。Humble は Ubuntu22.04 にてサポートされるが、現在配布されている Jetson Nano の JetPack4.6.1 は Ubuntu18.04 ベースであるため、Docker 上で ROS2 Humble を動作させる。

- JetPack4.6.1 のインストール（完了）
- Docker の環境構築（完了）
- ROS2 Humble のインストール（完了）
- RealSense ビルド環境の構築（完了）
- Rviz2 等可視化ツールの準備（進行中）

車両モデルの設計

実験に使用する車両モデルは、小型の 4 輪車両モデルを想定する。サイズについては、実験室内での走行を想定しているため、実験室内の障害物を回避できる程度の大きさとする。（検討中）実際の小型自動車のホイールベースを参考に設計したい。

- 車両の仕様決定（進行中）
- 車両の構想設計
- 車両の詳細設計

車両モデルの電気回路

車両モデルには、Jetson Nano 及び RealSenseD435 を搭載する。Jetson Nano は最大 10W 程度必要なため、KeyPOM 製 3 セル 3200mAh のリチウムイオンポリマーバッテリーないしはマキタの電動工具用 18V リチウムイオンバッテリーを使用し、DD コンバータ制御電源のみで 5V に降圧する。駆動系は、Jetson Nano からの信号で FET のスイッチングで電源入力を管理する。モータードライバは A3921 を使用することを考えている。（検討中）

- 回路の仕様決定（進行中）
- 回路の設計
- 回路の基盤発注
- 回路のデバッグ・改良

制御

ROS とは、Robot Operating System の略で、ロボットの制御や通信などのソフトウェアを統合するためのフレームワークである。ROS は、ROS1 と ROS2 という 2 つのバージョンが存在するが、本研究では ROS2 を使用する。ROS は各プログラムをノードと呼び、ノード同士がメッセージを送受信することで通信を行う。ノード間の通信には、DDS（Data Distribution Service）と呼ばれる通信プロトコルを使用する。

軌跡検出は、先に比較的簡単と思われる。セマンティックセグメンテーションによる路面のラベリングと、ハフ変換による軌跡の抽出で実装する。終了後、点群を用いた軌跡検出にトライする。

ノード間の通信には、DDS（Data Distribution Service）と呼ばれる通信プロトコルを使用する。

<参考文献>

- [1] Detroit Tesla (YouTube) : “SUPER SCARY FSD BETA 10.69.25 Detroit MI”,
https://youtu.be/_swe1pXXgNo (2022/12/24).
- [2] 北海道経済産業局: “積雪寒冷地域の交通弱者移動支援のための雪道走行を可能とする自動運転技術の開発”, <https://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/portal/seika/2017/2910102005h.pdf>
(令和2年5月).
- [3] 北海道警察本部交通部交通企画課: “吹雪など視界不良時における交通事故の実態”,
<https://www.police.pref.hokkaido.lg.jp/info/koutuu/fuyumichi/blizzard.pdf> (令和3年).

(エ) 卒業研究の進行日程(案)

