

卒業論文

トポロジカルマップを用いたシナリオによる ナビゲーション

指導教員 林原 靖男 教授

2021年12月24日

千葉工業大学 先進工学部 未来ロボティクス学科

18C1095 原桃子

目次

第 1 章 序論	5
1.1 背景	5
1.2 目的	5
1.3 関連研究	6
1.4 本論文の構成	6
第 2 章 要素技術	7
2.1 トポロジカルマップ	7
2.2 Neural Network	7
2.3 Convolutional Neural Network(CNN)	7
2.4 You Only Look Once(YOLO)	7
第 3 章 提案手法	9
3.1 全天球カメラに基づく通路認識手法	9
第 4 章 実験	12
4.1 実験目的	12
4.2 実験方法	12
4.3 結果	12
4.4 考察	12
第 5 章 まとめ	13

謝辞	13
参考論文	13
付録資料	14

図目次

2.1	The YOLO Detection System.(出典:Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi,『You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection』, 2015年, 1ページ)	8
3.1	Flow of passage recognition method.	10
3.2	Preprocessing of spherical camera images.	10
3.3	An example of a dataset.	10

表目次

3.1	Class name to be labeled.	11
-----	-----------------------------------	----

第1章

序論

1.1 背景

近年，人の移動する能力をロボットの自律移動に応用する手法が研究されている。例えば，島田らは人の道案内に注目し，道案内のアンケートを基にナビゲーションに用いるトポロジカルマップとシナリオの形式を提案し，それらを用いた実ロボットによるナビゲーションの有効性を検証した。この研究では，通路の認識が正しく行われた場合は，提案したナビゲーション手法により目的地に到達できるが，誤認識が起きた場合はロボットが経路から外れ，ナビゲーションに失敗してしまうということが報告されている。先行研究では，通路の認識には LiDAR を使用しており，通路の誤認識は，開いているドアや隙間に LiDAR が反応したことが原因であると述べられている。ここで，通路の認識にカメラ画像を用いることで，誤認識を解消し，ナビゲーション途中に経路から外れるという問題を解決できるのではないかと考えた。

1.2 目的

本研究は，全天球カメラ画像に基づく通路認識の手法を提案する。そして，先行研究で提案された，実ロボットを用いたトポロジカルマップとシナリオに基づくナビゲーションに適用することにより，その有効性を検証する。また，検証はナビゲーションの成功回数を先行研究の結果と比較することにより行う。

1.3 関連研究

1.4 本論文の構成

本論文ではまず、第1章で研究背景、目的、関連研究について述べた。第2章では、本研究で用いる要素技術について述べる。また、第3章では

第2章

要素技術

2.1 トポロジカルマップ

私たちの身の回りには様々な種類の地図があり、活用されている。例えば、に表すメトリックマップと呼ばれる地図は、普段人が目的地まで移動する際に用いられる。しかし、本研究で用いているトポロジカルマップはのような形をしている。メトリックマップがやや複雑な形をしているのに対し、トポロジカルマップはより簡潔に、環境を抽象的に表現することができる。

トポロジカルマップは、大きく分けてノードとエッジの2つの要素により構成されている。Figでは、赤い丸の図形で表現されているのがノードである。ノードには、地図の作成者が好きな情報を入力することができる。もう1つの要素であるエッジは、それぞれのノード同士を接続するのに用いられる。ノード同士に関係性がある場合、ノードとノードはエッジにより接続される。

2.2 Neural Network

2.3 Convolutional Neural Network(CNN)

2.4 You Only Look Once(YOLO)

本研究で用いる YOLO[1] は、リアルタイム物体検出アルゴリズムである。YOLO は、画像の RGB データの配列を CNN に入力し、画像中のどの範囲に物体が存在しているのかを表すバウンディングボックスの情報と、ボックス内の物体がどのクラスに属しているのかを確率とともに表すクラス確率の情報を出力する。Fig. 2.1 は、YOLO を用いて画像中の物体を検出している様子であり、左の画像データを入力した結果、画像からは3つの物体が検出されている。また、それらの物体が Person : 0.64, Dog : 0.30, Hose : 0.28 の確率で予測されていることが確認できる。

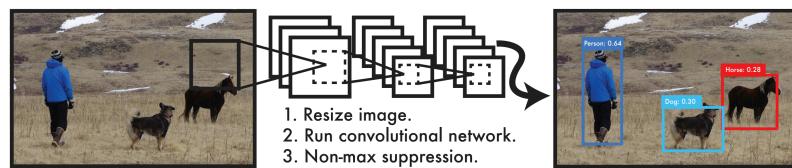


Fig. 2.1 The YOLO Detection System.(出典:Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi,『You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection』, 2015年, 1ページ)

第3章

提案手法

3.1 全天球カメラに基づく通路認識手法

本研究は、全天球カメラで取得した画像に基づき通路認識を行う手法の検証を行う。そこで、Fig. 3.1 に示すような YOLO を用いた手法を提案する。本研究では、360 度カメラの主要な画像形式である「エクイレクタングラー（equirectangular）」形式の全天球カメラ画像を用いる。また、全天球カメラにより得られた画像は、後方の通路が見切れており、学習後の精度確認の段階で通路の認識がうまくできていなかったため、Fig. 3.2 に示すような画像の前処理を施した。YOLO の学習モデル作成のため、自作のデータセットを作成し、学習を行う。画像データは、実験環境として想定している本学の津田沼キャンパス 2 号館 3 階で実験につかうロボットに全天球カメラを取り付けて収集した。データセットの一例を Fig. 3.3 に示す。また、データセットのクラスは Table. 3.1 の 11 クラスで設定した。

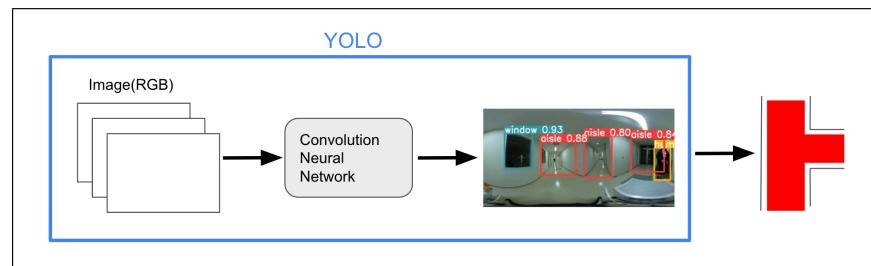


Fig. 3.1 Flow of passage recognition method.

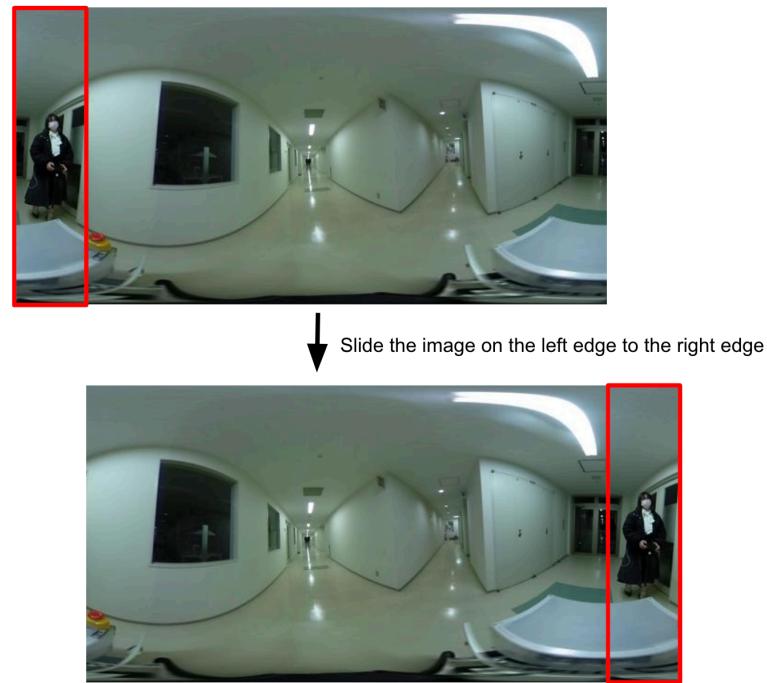


Fig. 3.2 Preprocessing of spherical camera images.

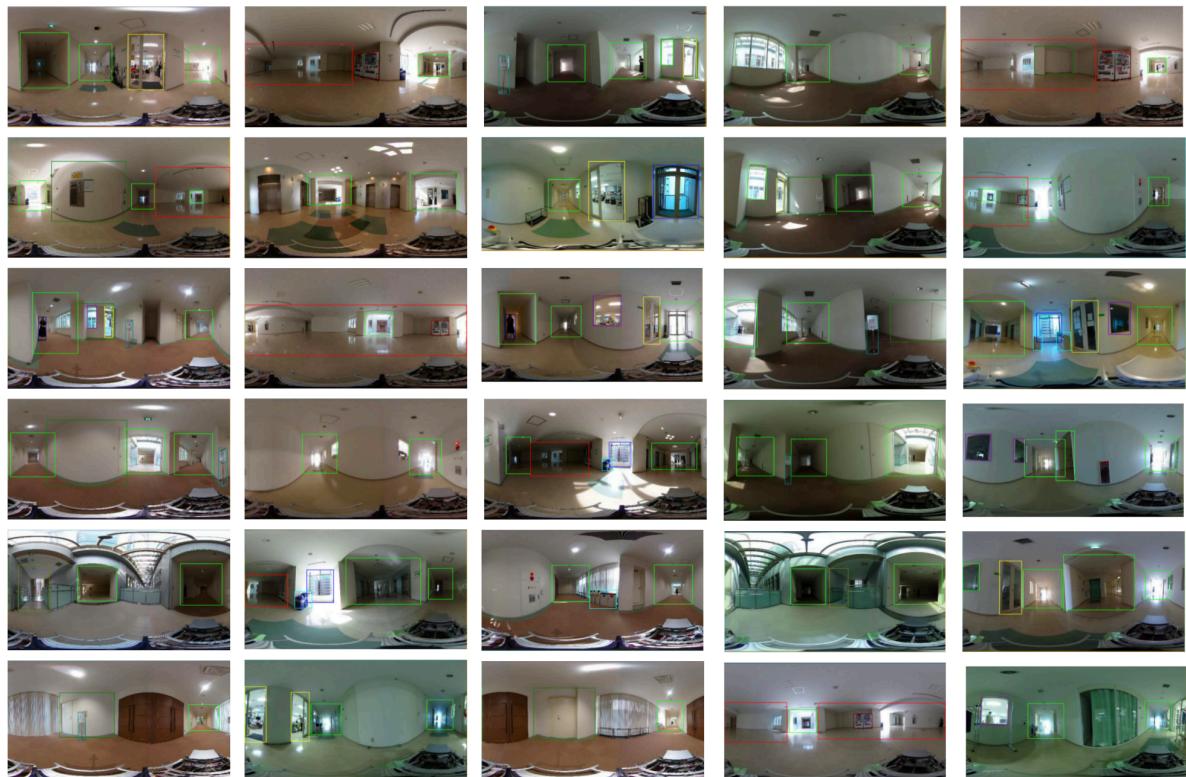


Fig. 3.3 An example of a dataset.

Table. 3.1 Class name to be labeled.

name of the class
aisle
end
door_end
human
door
step
square
vending_machine
trash_can
signboard
window

第4章

実験

4.1 実験目的

先行研究により提案された、トポロジカルマップとシナリオに基づくナビゲーション

4.2 実験方法

4.3 結果

4.4 考察

第5章

まとめ

謝辞

本研究を進めるにあたり、熱心にご指導を頂いた林原靖男教授に深く感謝いたします。また、島田先輩には研究を引き継がせていただき、多くの知識や経験をもとに研究のサポートをしていただきました。また、高橋先輩にも多くのサポートをいただきました。日常の議論を通じて多くの知識や示唆を頂いたロボット設計制御研究室の皆様に謝意を表します。

参考論文

参考文献

- [1] Joseph Redmon ,Santosh Divvala ,Ross Girshick ,Ali Farhadi ,”You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection ”, arXiv:1506.02640[cs.CV] (2015)
- [2] 島田滉己 , 上田隆一 , 林原靖男 ,” トポロジカルマップを用いたシナリオによるナビゲーションの提案 ー人が道案内に用いる情報の取得と評価ー ”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’20 予稿集 , 2P1-K02 (2020)
- [3] 島田滉己 , 上田隆一 , 林原靖男 ,” トポロジカルマップを用いたシナリオによるナビゲーションの提案 ーシナリオに基づく実ロボットのナビゲーションー ”, 1H2-04 , SI2020 (2020)

付録資料