

# 位相限定相関法を用いた自律走行ロボット制御システムの開発

小林 巧実<sup>†</sup> 青木 宏之<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 東京工業高等専門学校 電気電子工学専攻 <sup>††</sup> 東京工業高等専門学校 電子工学科

## 1. はじめに

近年、実環境の中で周囲の状況を的確に把握し、必要に応じて障害物を回避しながら、安全に目的地まで到達できる自律走行ロボットが様々な分野で注目されている。だが、これらのロボットには高価なレーザー距離計を用いることが多く、今後の展望を考えると、より安価な自律走行制御システムの構築も求められている。そこで、安価に入手可能なステレオカメラを用いた自律走行ロボット制御システムの開発を試みた。

## 2. 位相限定相関法を用いた自律走行システム

提案する自律走行システムは、教示走行と自律走行の大きく2つのフェーズに分かれている。教示走行のフェーズでは事前に経路を手動で走行させ、2車輪の回転数により計算された位置・姿勢を利用し、ロボットが1.0[m]並進移動するか、ロボットが0.1[rad]旋回する毎に、その時のロボット前方画像を取得し、位置・姿勢を紐づけた教示画像として保存する。自律走行のフェーズでは、教示画像とカメラの入力画像との比較処理を行う。その比較処理には、両画像の類似度と縦横方向の位置ずれ量を高精度・高速に計算できる位相限定相関法(Phase-Only Correlation: POC)<sup>[1]</sup>を用いた。また比較処理は、処理時間短縮のため自律走行中のロボット位置の前後5枚の教示画像を対象として行う。そして、得られた類似度から最も入力画像に似た教示画像を求めることで、ロボットの自己位置推定を行う。また、両画像の位置ずれ量を修正するようにロボットの移動制御を行うことで、教示経路に沿った走行を実現する。同時に、ステレオカメラから得られる左右画像の視差から距離画像を算出し、障害物が正面から3mの範囲に見えたとき旋回量を調節することで、移動中の障害物を安全に回避する。

## 3. 自律走行システムの実装と検証実験

本システムを、屋外自律走行用ロボット「高尾1号」に構築した。高尾1号の外観を図1に、主な仕様を表1に示す。また、図2に示した本校校舎第2棟を周回する直進・旋回・Uターンを含む430mの経路を設定し、11回の自律走行実験を行った。11回のうち8回は図3に示すように、教示走行フェーズと自律走行フェーズで日影・駐車車両・歩行者など周囲の環境が変化したにもかかわらず、ゴールまで完走することができた。しかし、11回のうち3回は途中でコースから外れてしまった。その原因は比較に用いる教示画像の選択方法にあり、教示画像の更新アルゴリズムに2車輪

の回転数から得られる位置情報を利用することで、更に改善を図ることができると考えられる。

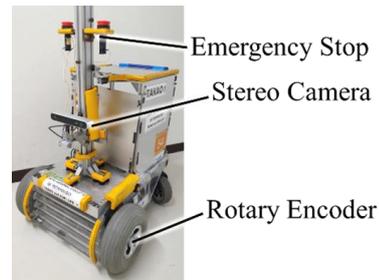


図1. 自律走行ロボット高尾1号

表1. 高尾1号の主なスペック

Underframe	Okatech MECBOT #001
PC Type	HP Pavilion dv6
CPU	Intel Core i7-3820QM @2.70GHz×8
GPU	NVIDIA GeForce GT 650M
PC Memory	8GB(4096MB×2)
OS	Ubuntu 16.04 LTS
Library	ROS Kinetic, OpenCV3.1, CUDA8.0, ZED SDK1.1.1
Camera	ZED Stereo Camera (100 fps @1344×376 449\$)

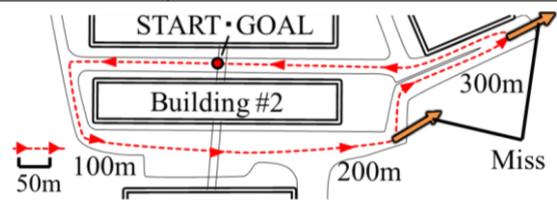


図2. 教示走行経路

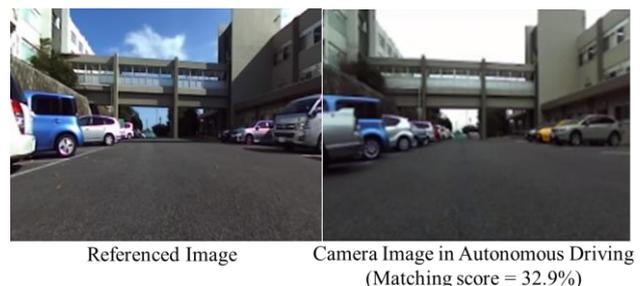


図3. 教示画像と自律走行時の入力画像の比較

## 4. まとめ

POCを利用した画像処理を主体とした自律走行制御システムの構築により、システムの低コスト化を実現することができた。また、POCによる画像処理が、日影・駐車車両・歩行者などの周囲の環境変化に対しても比較的安定的に対応可能な画像比較手法であることを示した。

## 参考文献

[1] 小林孝次, 中島寛, 青木孝文, 川又政征, 樋口龍雄, 位相限定相関法の原理とその応用, テレビジョン学会技術報告, Vol.20 No.41 pp.1-6 1996