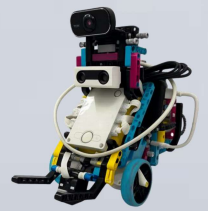


Webカメラによる異物検知と回避行動の 自律走行センサロボットへの実装と検証

浜松学芸高等学校 探究創造科 科学情報コース2年
○中村 結鷹 高山 楓樹 古橋 瑞稀 大隅 瑛良

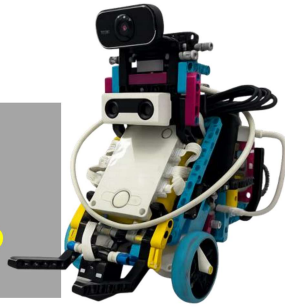


緒言|Introduction

◆ 自律走行ロボットの開発

昨年度までの成果^[1]

- 自己位置推定技術による
走行安定化・高速度化の実現
- 摩擦の影響を考慮した旋回動作の
関数化に成功

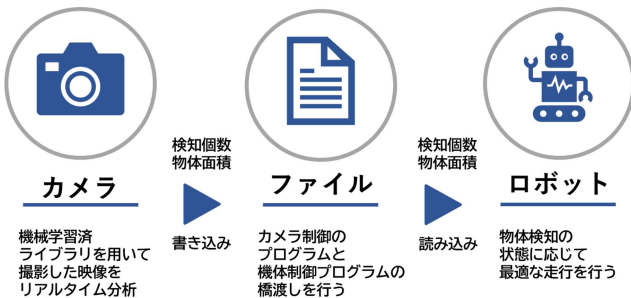


ロボットコンテスト（ETロボコン^[2]）へ出場！
……しかし スポンサーボードに衝突・転倒
競技続行不可により あえなくリタイアとなる

予期しない障害物を検知し
回避動作を実現する
システムの開発・実装が課題

浜松学芸

開発|Development



機体仕様

- Raspberry Pi4 Model B
 - WEBカメラ [CMS-V41BKN]
 - レゴ® エデュケーション SPIKE™ プライム
- 開発言語: C++ /画像分析ライブラリ: OpenCV^[3]
・OpenCV標準のカスケード分類器を利用^[4]



Raspberry Pi®



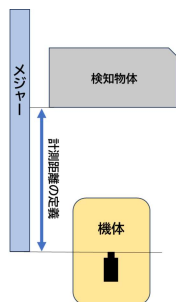
検証方法|Methodology

◆ 検証1： カメラによる物体の検知範囲

カメラを搭載した機体と検知物体の距離を固定し
検知の有無（検知した場合は面積）を測定

機体（カメラ）・メジャーを固定
ロシアのナンバープレートを1cmずつ動かす

- 1 cm動かす毎に検知物体の面積を10回記録
床や物体の一部のみを検知した場合記録しない



物体の仕様

- 形状: スポンサーボード
段ボールを90°に折り曲げて作成
- 表面情報: ロシアのナンバープレート
機械学習済のデータが広く公開^[4]



検知物体の仕様

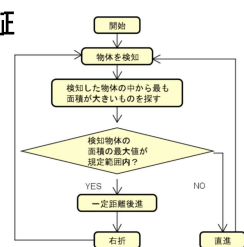
◆ 検証2： ロボットの回避動作の実証

検知物体を配置したコース上でロボットが
想定通りの回避動作を取ることを検証する



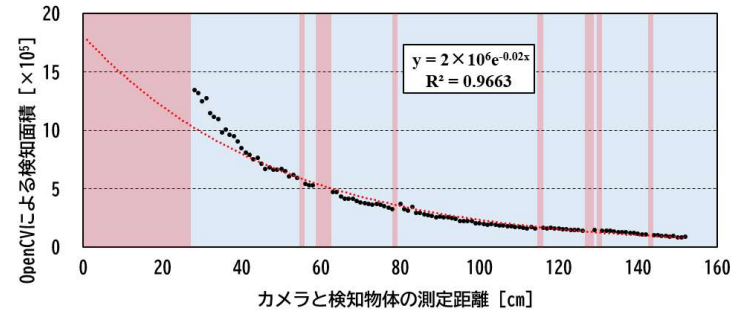
検証用コース
（検知物体で正方形に
囲んでいる）

検証用プログラムの
フローチャート



結果と考察|Results & Discussions

◆ 検証1： カメラによる物体の検知範囲



面積はカメラ-物体間の距離が
0のとき一定値に / ∞ のとき0に
それぞれ収束すると考えられる

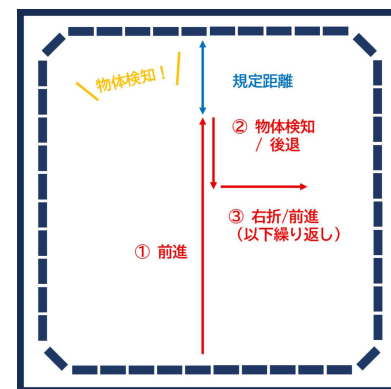
指数関数でデータをフィッティング
検知面積から検知物体との
距離を推定する関数を開発した

物体を検知することができない測定距離領域（図中 赤色部分）の存在

ロボットの動作条件として利用しないように注意が必要！

※ 分類器作成時の学習画像の種類に由来すると考えられる 今後検討を行う

◆ 検証2： ロボットの回避動作の実証（動画参照）



検証用コース内における
障害物検知・回避動作に成功

現状の問題と今後の課題

① より実践的・複雑な
コースにおける走行の検証

ロボコンでの活用を視野
自己位置推定技術との
連携を試みる

② 未知の障害物への対応

分類器の自作や背景物の
検知による走行も検討

まとめと今後の展望|Summary & Future Work

◆ 本研究における3つの達成

- カスケード分類器による物体検知・カメラ-物体間距離推定関数の開発
- 開発した関数を用いたリアルタイム物体検知・回避動作の実装
- 検証用コースにおける物体検知・回避動作の検証成功

◆ 今後の展望

- 自己位置推定技術との連携を取り入れたより本番に近い環境での走行
- 分類器の自作や背景物の検知による未知の障害物への対応

ロボコンでの入賞を目指し 今後も技術開発を継続！

謝辞|Acknowledgement

本研究の実施にあたっては浜松学芸高等学校探究創造科 科学情報コースの矢野先生、坂下先生、齋藤先生のご指導、同コースの中島耀さんの協力、また本プロジェクトの先輩である科学創造コース3年の浦中志織さん、今島慧人さん、小山歌子さん、鈴木拓海さんをはじめとする、多くの方からのご助力がありました。この場を借りて、深く感謝申し上げます。

参考文献|References

- 浦中志織, 鈴木拓海, 今島慧人, 小山歌子, "自己位置推定技術を用いたセンサーロボットにおける旋回動作の安定化", 第69回システム制御情報学会研究発表講演会, HS-15 (優秀発表賞受賞).
- "ETロボコン", <https://www.etrobo.jp/> (2025年11月閲覧).
- "OpenCV", <https://opencv.org/> (2025年11月閲覧).
- haarcascade_licence_plate_rus_16stages.xml