

自動走行ロボットの走行制御の高信頼化

1220177 山本 凌平 (集積システム研究室)

(指導教員 密山 幸男 教授)

1. はじめに

これまで開発してきた自動走行ロボットは、交差点での右折・直進に関する提案手法により、高い確率での安定した走行が可能であった[1]。しかし、機体の老朽化による意図しないカメラのずれ等が発生し、時間が経つにつれ徐々に走行制御の信頼性が低下しているという課題が発生した。本研究では、以下に述べる2つの方法により課題の解消を目指す。

2. 自動走行ロボット

自動走行ロボットを図1に示す。用途別に3つのカメラを使用しており、交差点での右折や直進に関する動作は機体上部に取り付けたカメラからの取得情報を基に決定している。このカメラの状態が不安定であることが走行に大きな問題を与えている。



図1 自動走行ロボット

3. キャリブレーションによる改善

安定した走行を行うために、走行前に画角に問題がないかを確認する。そこで、キャリブレーションを行うために、PythonのOpenCVライブラリを用いて画像に目印を付けて調整する。キャリブレーションの様子を図2に示す。図中の緑線が目印に沿うように、図の赤線の間に黒丸3つが収まるようにカメラの画角を調整する。



図2 キャリブレーション方法

キャリブレーションを行ったうえで走行させた際の走行精度を表1に示す。試行回数はそれぞれ15回である。交差点の検出では高い精度結果が得られたものの右折制御では30%程度低い結果となった。この手法による問題点は、各制御ごとの調整ができないこと、そしてキャリブレーションに時間がかかってしまうことである。また、失敗原因も様々なものがあり、対策が難しいことも分かった。

表1 キャリブレーション実行時の走行精度

| 交差点の検出 | 右折制御 |
|--------|-------|
| 93.3% | 66.7% |

4. 機体改造とパラメータチューニングによる改善

画角のずれによる問題を解消するためにカメラの固定方法を変更するため、3Dプリンターを用いて土台を作成する。作成した土台のイメージを図3に、取り付けられたカメラの状態を図4に示す。土台はカメラの上下向き角度を変更・固定することができ、また、くぼみを付けたことにより水平方向のずれを防止する。



図3 作成した土台

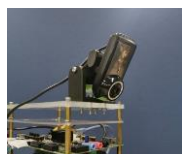


図4 機体への取付

次に、カメラ取付方法変更に伴って必要となる走行制御系のパラメータの調整について説明する。

(1) 交差点の検出

交差点の検出はカメラの取得画像に対して射影変換により

探索範囲を限定して行う。図4に調整前の探索範囲、図5に調整後の探索範囲を示す。射影変換後の画像の中央に路面標示がゆがみなく写るように調整した。

(2) 交差点への接近

交差点検出後、車線維持を行いながら所定の位置まで前進する。図6と図7に調整前後の接近制御中の画像を示す。黄色枠は車線維持に関するものであり、黄色枠と車道外側線の位置関係により動作を決定する。黄色枠内に車道外側線が収まっている場合が直進である。赤色枠は接近終了条件に関するものであり、丁字/十字の路面標示の白線が赤枠内に入ると接近終了と判断する。画角の変化により図のように各パラメータを変更した。



図4 旧探索範囲



図5 新探索範囲

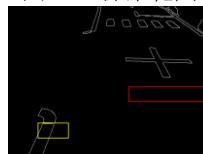


図6 調整前の接近制御

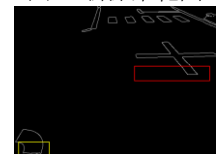


図7 調整後の接近制御

(3) 交差点内での動作

交差点の中心付近まで時間制御で進行した後、Hough変換で検出した直線から算出した切片と傾きが所定の値を満たすまで回転と前進の動作を繰り返す。表2に調整前後の制御終了条件を示す。画角の変化による両数値の変化を考慮するために、理想的な終了位置における両数値を算出し、その値をもとに終了条件を調整した。

表2 調整前後の制御終了条件

| | 旧パラメータ | (理想的な終了位置) | 新パラメータ |
|----|--------|------------|--------|
| 切片 | -550未満 | -592 | -570 |
| 傾き | 1.5以上 | 2.12 | 1.8以上 |

機体改造後に走行させた際の走行精度を表3に示す。試行回数はそれぞれ15回である。右折制御全体での成功率は56%とキャリブレーションの場合よりも低い結果となったが、失敗原因が特定のものに限定されていたため、対策が取りやすくなることに加え、機体改造とともに各制御のパラメータを直接調整したことで、制御ごとに安定性の向上を図ることができる。

表3 パラメータチューニング後の走行精度

| 交差点の検出 | 交差点への接近 | 交差点内の動作 |
|--------|---------|---------|
| 100% | 93.3% | 60% |

5. まとめ

提案した2つの手法により、自動走行ロボットの走行の安定性を向上させることができた。成功率はキャリブレーションの方が高かったが、これは機体改造にともなうパラメータの調整が不十分である可能性や、新しいカメラ取付位置が現在の制御方法に適していない可能性が考えられる。

参考文献

[1] 長原拓巳, “単眼カメラを用いた自動走行ロボットの走行制御” 2021年2月.