

# 単眼カメラを用いた自動走行ロボットの走行制御

1210121 長原 拓巳 (集積システム研究室)

(指導教員 密山 幸男 准教授)

## 1. はじめに

これまで所属研究室で開発してきた自動走行ロボットは、交差点での右折・直進を時間制御に頼っているため、車体の向きや右折・直進を開始する位置のずれによって正しく走行できないことが課題であった[1]。そこで本研究では、単眼カメラによる自動走行ロボットの走行の安定化を目指す。射影変換[2]、Hough変換[3]を用いた提案手法により、交差点での右折と車道外側線のない交差点での直進の高信頼化を実現する。

## 2. 提案手法

### 2.1 交差点での右折

提案手法による右折は次の3段階に分けて行う。(1)右折動作に入る前の車体の状態確認、(2)右折中の状態確認、(3)右折の終了条件確認である。提案する右折の処理フローを図1に示す。

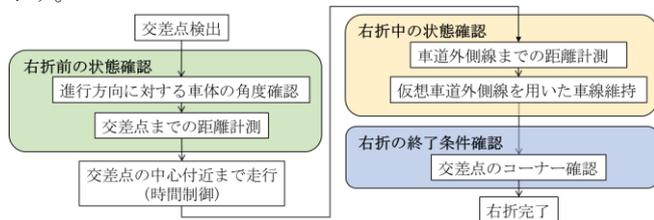


図1 交差点での右折の処理フロー

#### (1) 右折前の状態確認

右折前の状態確認として進行方向に対する車体の角度確認と交差点までの距離計測を行う。進行方向に対する車体の角度確認では、まずカメラで取得した画像に対し、射影変換とHough変換を施す。図2における直線(赤色)の角度情報から車体の向きを推定し、必要に応じて車体の向きを修正する。次に交差点までの距離計測を行う。射影変換とHough変換によって得られた画像(図3)において直線(赤色)と車体までの距離を計測する。

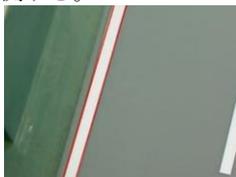


図2 車体の角度確認

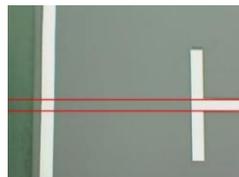


図3 交差点までの距離計測

#### (2) 右折中の状態確認

時間制御により交差点の中心付近まで走行させたあと、右折中の状態確認として車道外側線の直線の式の算出と仮想的な車道外側線を用いた車線維持を行う。車道外側線までの距離計測では、Hough変換によって図4に示すように、検出された直線(赤色)に車体を近づける。その後、その直線を用いて図5のように仮想車道外側線とみなして、車線維持制御を行う。



図4 車道外側線検出

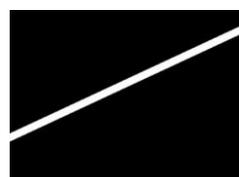


図5 仮想車道外側線作成

#### (3) 右折の終了条件確認

右折の終了条件確認として、図6に示すように交差点のコーナーの検出を行う。図7に示すように、交差点のコーナーが検出できなくなった時点で右折動作を終了とする。



図6 コーナー検出

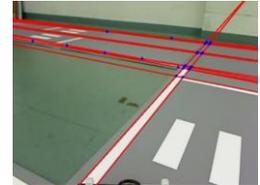


図7 コーナー不検出

### 2.2 交差点の直進

車道外側線のない交差点での直進の処理フローを図8に示す。2.1章の提案手法による右折で用いた制御のうち、進行方向に対する車体の角度確認と仮想車道外側線を用いた車線維持を適用する。



図8 車道外側線のない交差点での直進の処理フロー

## 3. 実験結果

右折の実験結果を表1に、車道外側線のない交差点の直進の実験結果を表2に示す。試行回数は右折を30回、直進を10回とした。提案手法により成功率はいずれも100%となった。

表1 交差点での右折の実験結果

右折方法	成功率
時間制御	67%
提案手法	100%

表2 交差点での直進の実験結果

	成功率
交差点の直進	100%

今回用いた射影変換とHough変換の1フレームあたりの処理時間を表3に示す。処理時間はいずれも極めて短く、リアルタイム処理に影響しないと考えられる。

表3 1フレームあたりの処理時間

処理内容	処理時間
射影変換	0.09s
Hough変換	0.04s

開発する自動走行ロボットは乾電池4本で動作する。乾電池の電圧が1.40V/本以下になると、右折の成功率が著しく低下した。提案手法により、1.30V/本まで電圧が低下しても正常に右折・直進できることを確認した。

## 4. まとめ

射影変換とHough変換を用いた交差点での右折と直進方法を提案した。実験結果から、提案手法によって交差点での右折と直進の高信頼化を実現できることを示した。

## 参考文献

[1]Tomonari Tanaka,Itsuki Ikeno,Riku Tsuruoka,Takumi Kuchiba, Wang Liao,Yukio Mitsuyama,Development of Autonomous Driving System using Programmable SoCs. in Proc.FPT2019,Dec,2019.  
 [2]島田静雄,CAD・CGのための基礎数学,共立出版,2000年7月.  
 [3]高井信勝,ラベリング手法を適用するハフ変換による直線の検出,北海学園大学工学部研究報告,37:37-50,2010年2月.