

自動走行ロボット向け道路標示検出処理の組み込み設計

1200055 口羽 匠 (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

自動走行ロボットがミニチュア道路上を指定された経路で走行するためには、十字や丁字、停止線や横断歩道などの道路標示を正しく認識する必要がある。そこで本研究では、道路標示検出手法を提案し、その有効性を評価した。提案手法では、カメラで取得した道路画像を二値化し、白線の長さを測定する比較的簡単な処理によって、正確な道路標示検出のリアルタイム実行を目指す。また、Hough 変換を行うことにより、車体の角度推定を行うことによる、右折動作補助の実装を目指す。

2. 提案手法

提案手法では、検出対象である十字と丁字を縦と横の要素に分けて検出する。二値化した画像に対して白画素をカウントすることによって白線の長さを取得するが、横に連続した画素と、縦に連続した画素を二段階に分けてカウントする。

画像の全画素を調べているのは、処理時間がかかりすぎるため、リアルタイム処理を実現できない。そこで、行および列において間隔を開けてスキャンすることにより、処理時間を削減する。行方向のスキャンにおいて、間隔(飛ばす行数と列数)に対する処理時間を表 1 に示す。飛ばす行数と列数を増やせば処理時間を大幅に削減できることがわかる。一方で、飛ばす数を増やすにつれて、検出漏れの頻度が増えた。

表 1 探索画素削減による処理時間の変化

		飛ばす列数				
		0	1	2	3	4
飛ばす行数	0	3.047	1.569	1.031	0.766	0.625
	1	1.549	0.774	0.521	0.388	0.309
	2	1.028	0.524	0.34	0.258	0.206
	3	0.778	0.382	0.26	0.192	0.154
	4	0.608	0.304	0.202	0.15	0.121

3. 実験結果

3.1 道路標示検出

製作した道路を用いて撮影した画像に対して検出を行い、提案手法の問題点の特定と改良を行った。まず、図 1(a)の画像に対して射影変換を行うことで、図 1(b)に示す画像が得られる。この射影変換により、特に縦方向(列方向)の白線要素をより長く検出できるようになった。また、実際にコース走行することで、路面上に停止線や反射光などの誤検出の原因となる要素が多数存在することが判明した。そのため、誤検出を回避するための分岐条件を付加した。以上の改良により、丁字と十字のみを高い精度で検出できるようになった。最終的な探索処理フローを図 2 に示す。

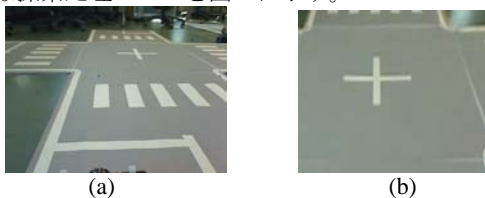


図 1 射影変換

3.2 車体の角度推定

実験を通して、自動走行ロボットを制御するうえで、道路標示の検出だけでなく、車体が道路に対してどの角度を向いているのかを把握することが重要であることがわかった。そこで、車体の角度を推定する手法を検討した。

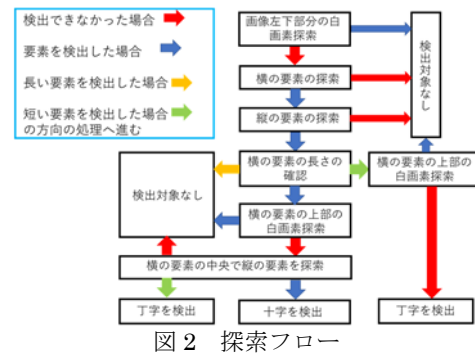


図 2 探索フロー

同じ位置から車体の向きだけを変更して取得した画像と、それぞれの画像に Hough 変換を施した画像を図 3 に示す。図 3 の上が原画像、下が変換画像である。車体の向きはそれぞれ、(a)正面、(b)右斜め、(c)左斜めを向いている。Hough 変換を行うことにより、白線の直線成分の角度を取得することができた。しかし、道路の継ぎ目なども直線として認識するようになった。このような誤検出を解消する必要がある。

図 3 に示す変換を行う際の処理時間や得られた情報を表 2 に示す。白い画素数が多くなると、処理時間も増加していることがわかる。この結果は、Hough 変換の原理から考えると、正しい結果であると考えられる。得られた角度情報などから車体の向きを正確に推定するには至らなかったが、アプローチとしては有効であると思われるため、今後の課題としたい。

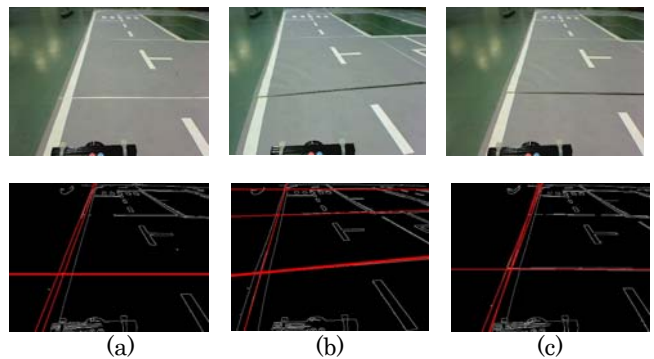


図 3 Hough 変換

表 2 計測値

	処理時間[s]	白の画素数	r	θ [rad]	θ [°]	車体の傾き[°]
a	0.149	8616	252	0.314	18	0
b	0.184	10178	174	0.283	16.2	10.6
c	0.149	8629	277	0.345	19.8	2.86

4. まとめ

自動走行ロボット向け道路標示検出手法を提案し、その実装を行った。実験結果から、十字と丁字を正確にリアルタイム検出できることを示した。さらに、Hough 変換を用いることで、道路に対する車体の角度推定をできる可能性を示した。

参考文献

[1] OpenCV Geometric Image Transformations
 [2] 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