

輪郭線を用いた円形道路標識の位置決定 Extraction of circular traffic signs using contour lines

荒井 雄介[†] 金 義鎮[†]
Yusuke Arai Euijin Kim

1. はじめに

カラー画像から道路標識を抽出する手法では、主に2種類 (RGB と HSV) の色情報を利用している[1~3]。これらの従来手法はまず円形道路標識 (以下、標識) の赤もしくは青色の円状部分を入力画像から抽出し、その同一色の形を用いて道路標識の位置を決定する。なお、円形道路標識抽出の成功は始めの特定色 (青・赤) 判定が重要な役割を果たしている。しかし、入力画像から一つの標識の特定色が占める割合は僅か 0.1%程度であり、その特定色は太陽や天候の影響で常に一定ではない。また、走行中の車で認識処理が要求されるので、高速処理の前提も重要である。以上の問題点を解決するために、さまざまな手法が提案されている。特に、色を判別するために HSV より RGB の値を用いる手法が有効であった結果も報告されている[1]。しかし、標識の付近に同一の特定色が配置された場合は、円形判定に失敗することもあり、それに対する改善が必要である。

そこで、本文では外部色に影響が受けにくい内部円の輪郭線を用いて標識の位置を決定する手法を提案する。また、高速化を考慮し、特定色抽出は RGB の値を用いる。提案手法の有効性は1枚の入力画像 (640×480) に対して高速かつ高い抽出率 (156枚に対して93%以上) の実験結果から示す。

2. 道路標識の特徴

文献[1]で提案された RGB 減算法による特定色判別は HSV に比べ、約74%も処理時間の短縮ができた。しかし、簡単な RGB 減算により、次の二つ問題点が考えられる。(1) 標識部分がにじんだような白っぽい画像に対する特定色判別は難しい。(2) 外部物体が標識と同じ色であると、円形判別に失敗する可能性がある。

我々はこのような問題を解決するために、次のような標識の特徴を用いる。標識の内部では速度制限や追い越し禁止など文字があり、必ず赤い円状に囲まれている。なお、その内部円の境界部分は標識の赤円状より外部の影響を受けにくい。

3. 2値画像の生成

赤い円状をもつ標識は主に速度制限や追い越し禁止など、高速走行中で現れる可能性が高い。したがって、高速処理と高い抽出率をもっとも重要になる。内部の円を確実に表すためにはまず赤い部分を正確に抽出する必要がある。入力画像から赤い部分を抽出するために、次の RGB 減算法を用いる。また、処理を高速化するために、入力画像 (640×480) を縮小 (320×240) し、赤い領域を0、それ

以外の領域を1とする2値化を行う。

しかし、夕日などの影響で赤い部分が内部の領域まで赤っぽく変化させる場合がある。これを解決するために、Bの値を制限する。これにより赤い色のにじみが抑制できる。

$$R = \begin{cases} 0 & (R-G \geq th \quad \& \quad B < 128) \\ 1 & \text{それ以外の値} \end{cases} \quad (1)$$

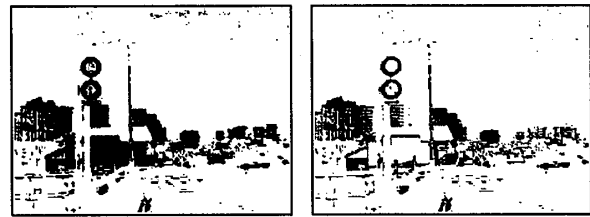


図1 B値の制限による比較

4. 標識の内部領域抽出

縮小と2値化された画像での白い領域は空などを含む標識外部の領域であり、標識の内部領域と区別しなければならない。その区別はラベリング処理を用いて行う。

(ラベリング処理) 通常、ラベリング処理は一つのラベリングが終わるまで反復処理を行うため、複雑な画像に対して処理時間がかかる。そこで、我々は4回で処理が済むラベリングを行う。まず、図2に示すものはラベリング処理をする際に、単純に画像の上から下へ、下から上へ、左から右へ、右から左への4方向を示している。この処理を施すと内部の白領域は黒領域に囲まれているので、簡単に背景の白領域を区分できる。

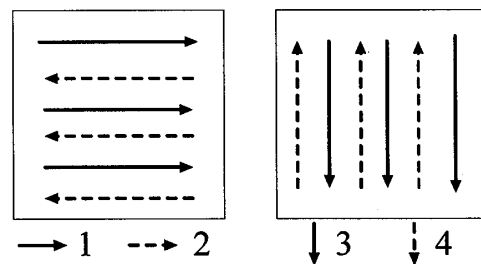
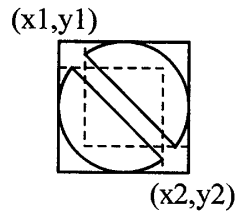


図2 4方向のスキャンモード

(内部の白領域抽出) 図3(a)の結果から白領域は輪郭線追跡処理を施すことにより簡単に抽出できる。しかし、標識の白領域は必ず一つの領域ではない。たとえば、図3(b)に示す駐・停車禁止は二つの半円として構成している。

[†]東北学院大学大学院工学研究科電気工学専攻
Graduate School of Engineering, Tohokugakuin University



(a) ラベリング処理による結果 (b) 二つ領域の統合
図3 白領域と領域の範囲

そこで、白領域抽出処理は2回行う。まず、1回目の処理から抽出された白領域の範囲を四角(図3(b))で表すと、二つの円からなる範囲は共通の領域をもつ。2回目の処理では共通領域をもつ領域を一つの領域として判別・抽出される。

(輪郭線抽出) 以上の処理が終了すると、標識の白領域候補としていくつかの領域が抽出される。しかし、これまでは縮小画像を対象に行ったので、その大きさは非常に小さい。各領域の範囲をもとの入力画像サイズに合わせる同時に、カラー画像から式(1)を用いてその範囲の画素を2値化する。しかし、式(1)による白領域は黒っぽい領域に対しても満たすので、新たに条件を次のように加える。

$$B \geq 30 \quad (2)$$

この条件により、さらに黒っぽい画素からなる領域がなくなる。また、四角範囲の縦・横の比率が0.8を超えない領域に対して雑音として判断する。

白領域の範囲内のある白領域から輪郭線を抽出するために、図2の4方向スキャンモードに沿って輝度値の差分をとる。その差分の値により、簡単に輪郭線が得られる。

(白領域確定) 抽出された輪郭線は、雑音によるもの可能もある。抽出された輪郭線に対して、新たな領域の範囲を算出し、その範囲を満たす円のパラメータを以下の式(3)と(4)を用いて求める。

$$(x_c, y_c) = \left(\frac{(x_2 - x_1)}{2} + x_1, \frac{(y_2 - y_1)}{2} + y_1 \right) \quad (3)$$

$$r = \frac{(x_2 - x_1 + y_2 - y_1)}{2} \quad (4)$$

式(3)は中心座標 (x_c, y_c) 、式(4)は半径 (r) を表している。次は輪郭線を構成している画素 (x_i, y_i) が式(5)を満たすとその画素の数を数え、最終的に数はtotalで表す。

$$|(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2 - r| \leq 2.0 \quad (5)$$

$$\frac{\text{total}}{4\sqrt{2} \times r} \geq 0.8 \quad (5)$$

ここで、 $4\sqrt{2} \times r$ は半径 (r) のデジタル円を構成する画素数である。以上により、白領域を道路標識の内部円として決定する。

5. 実験

実験画像として、 640×480 のサイズを用い、認識対象とする標識の大きさは半径10~30である。実験画像の風景として、雨、曇り、晴れ、影など156枚を用意した。実行マシンの性能はPentium 4 3.4GHzであった。

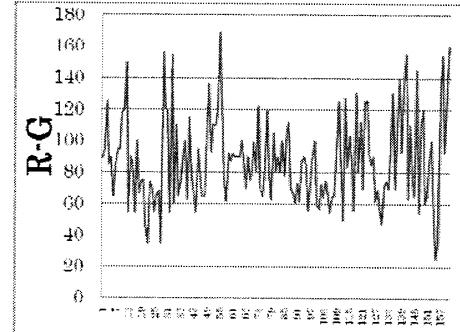


図4 156枚画像からのR-Bの値

式(1)でのしきい値 th は20と設定した。その理由は以下である。実験画像は様々な天気や太陽の変化をもち、RとGの差分は図4に示している。また、この値は赤い円状の中間点からとったものであり、内・外部に移動するほどその差はより小さくなる。幅広い時間対でも標識を抽出するため、低い20と設定した。

実験結果は156枚の画像から正確に抽出された枚数は145枚であった。失敗した11枚中、2枚は人間の目でも識別ができない標識であった。また、9枚中7枚は雑音による余分な円形が抽出された。処理速度は平均0.006秒であり、非常に高速であった。したがって、余分に抽出された標識は後処理によって、十分正・誤判断ができると思う。また、しきい値が低く設定されたので、影や雨での状況でも問題なく抽出できた。

6. まとめ

本文では、RGB減算による内部白領域の輪郭線を用いた標識の高速位置決定の手法を提案した。提案した手法は天気などの影響を受けにくく、正確に標識を抽出できた。今後は青い道路標識を対象にする予定である。その際に、赤色の道路標識が抽出された情報(半径や場所)を再利用することにより、有効な方法が提案できると思う。

参考文献

- [1] 松浦 大祐, 山内 仁, 高橋 浩光, “特定色判別と領域限定を用いた円形道路標識の抽出”, 信学論 (D-II), Vol.J85, No.6, pp.1075-1083 (Jun. 2002).
- [2] 内村 圭一, 木村 英雄, 脇山 慎也, “道路情景カラー画像における円形道路標識の抽出および認識”, 信学論 (A), Vol.J81, No.4, pp.546-553 (Apr. 1998).
- [3] 景山 陽一, 西田 眞, 明珍 甲太, “カラー情景画像における円形道路標識認識法”, 映像情報メディア学会誌, Vol.J61, No.7, pp.972-978 (2007).