カラー情景画像における円形道路標識の内部領域推定

正員 景山 陽一* 非会員 浅野 聡*
正員 西田 眞*

Estimation of Internal Area in the Circular Road Signs from Color Scene Image

Yoichi Kageyama*, Member, Satoshi Asano*, Non-Member, Makoto Nishida*, Member

This paper describes an algorithm for estimation of internal area in the circular road signs from color scene image due to fuzzy reasoning. The algorithm works in three steps. First, regions of circular road sign in color scene image are detected. Secondly, color information is estimated due to fuzzy reasoning by using both color features and edge information. Thirdly, the resulting region is classified into three colors: red, blue and white. The experimental results indicate that the proposed algorithm is able to accurately estimate information of internal area in the circular road signs.

キーワード: カラー情景画像, 円形道路標識, ファジィ推論, エッジ

Keywords : color scene image, circular road sign, fuzzy reasoning, edge

1. はじめに

色情報は形状情報とともに物体を特徴付ける重要な要素であり, 物体認識に必要である。しかしながら, 屋外などの自然環境下で取得したデータを解析に用いる場合, 観測対象の色情報が一樣とは限らない。また, 観測対象が同一であっても天候や時間などのデータ取得条件によっては異なる色と認識されることも起こり得る。これらの点が物体を誤認識する原因になっている。

一方, 前方向の環境情報の一つである道路標識⁽¹⁾を情景画像から自動検出し, 得られた情報を車両の運転手および歩行者に提示することにより, 道路交通の利便性や安全性の向上が期待できる。そこで本論文では, カラー情景画像における色情報とエッジ情報を用いたファジィ推論による円形道路標識の内部領域推定アルゴリズムを提案し, その有用性について検討を加えたので報告する。

2. 特徴量および使用画像データ

円形道路標識は“白・青・赤”の3色の中の色の組み合わせから構成されている。本論文では, 明度変化に対するロバスト性を高めるため, 明度を除く色相 $[0, 2\pi]$ ・彩度 $[0 \sim 255]$ に線形変換して使用), 並びに RGB 各輝度値 $[0, 255]$ を特徴量とした。カラー情景画像において, 人間が白と認識する領域も実際には色相値を持つ。そこで, 人間が白と認

識する領域を白領域, 同様に青, 赤と認識する領域をそれぞれ青領域, 赤領域と仮定して検討を加えた。

晴天時および曇天時にデジタルカメラ(ニコン社製 COOLPIX5000)で取得した合計 61 枚のカラー情景画像(640×480 画素)を対象とした。ただし, 1 枚の情景画像に複数の円形道路標識が含まれる事例もあるため, 対象標識は合計 83 枚(10 種類)である。また, 半径が 10 画素以上であること, 色の目視判別が可能であること, 並びに形状が変形していないことを対象標識の条件とした。

3. 円形道路標識内部領域推定アルゴリズム

〈3・1〉 標識領域検出処理 色相値が青, シアンに近く彩度値が 170 以上の画素を青候補領域とした。また, 色相値が赤, マゼンタに近く彩度値が 100 以上の画素を赤候補領域とした。なお, 予備実験により彩度の値を設定した。

次に, 画像中の青候補領域に対し 2 値化処理および収縮・膨張処理⁽²⁾を施しノイズを除去した。さらに, 円形特徴を得るため, 膨張処理後にラベリング処理⁽²⁾を施した。

一方, 赤候補領域を補完し円形特徴を得るため, 赤候補領域の 2 値化画像における着目画素と 8 近傍画素(合計 9 画素)を対象とし, 画素数の多い情報 (0,1) で着目画素の値を置換した。さらに, 収縮・膨張処理によるノイズの除去後, ラベリング処理を施した。

最後に, 各ラベリング領域(領域内に存在する穴の面積を含む)における円形度⁽²⁾を算出した。なお, 道路沿いには, 正方形など円形以外の標識や構造物も存在する。そこで, 他の形状を円形とする誤抽出を防止するため, 0.8 以上のラ

* 秋田大学工学資源学部情報工学科
〒010-8502 秋田市手形学園町 1-1
Department of Computer Science and Engineering, Faculty of Engineering and Resource Science, Akita Univ.
1-1 Tegata Gakuen, Akita 010-8502

ベリング領域を標識領域とした。

〈3・2〉 色情報推定処理 実際には色相値を持つ白領域を精度良く推定するため、抽出された標識領域内部（領域内の穴の部分を含む）を対象とし、色相値が青、シアンに近く彩度値が140以上の色を有する画素を青領域とした。一方、色相値が赤、マゼンタに近く彩度値が110以上の色を有する画素を赤領域とした。また、標識領域内部で青、赤領域以外の領域を白候補領域とした。

次に、白候補領域の2値化画像に4方向のラプラシアンフィルタを適用してエッジを検出した。検出されたエッジ部分は2色(白・青、白・赤、青・赤)の境界領域であると仮定し、境界領域を除く白候補領域を白領域とした。

さらに、白領域におけるRGB値が対象情景画像における白色の持つ特徴と仮定し、多重ファジィ推論形式において後件部が実数値である簡略化ファジィ推論⁽³⁾により境界領域の色情報を推定した。具体的には、各領域に分類された画素からRGB各輝度値を自動取得し教師データを作成した。次に、教師データの平均・分散により代表される正規分布型(確率密度型)の前件部メンバーシップ関数を生成して帰属度を求めた。さらに、max-min法⁽²⁾を用いて適合度を算出し、最大値が得られた領域(白・青・赤)に境界領域の各画素を分類した。

〈3・3〉 色分類処理 白・青・赤領域に分類された画素のRGB各輝度値に(255,255,255),(0,0,255),(255,0,0)の値をそれぞれ割り当て、円形道路標識の内部領域推定結果とした。

4. 実験結果および検討

提案手法により得られた結果の一例を図1に示す。標識(回転禁止)の抽出されていることが分かる(図中央参照)。また、提案手法により対象標識83枚中78枚の検出が可能であった。残り5枚(指定方向外進行禁止等)は、逆光などにより彩度値が低くなったこと、並びに円形特徴(0.8以上の円形度)が得られなかったことにより失敗している。しかしながら、各領域の2値画像に収縮・膨張処理およびラベリング処理のみを施した場合では64枚(77.1%)しか標識領域を抽出できなかったのに対し、標識領域検出処理(3.1節参照)の適用により78枚(94.0%)の標識抽出が可能になり、抽出精度の向上する結果が得られた。

提案手法の有用性を検討するため、抽出された標識領域を対象とし、境界領域を考慮せず白候補領域を全て白領域とする手法(以下、手法Aと表記する)、並びにk-means法⁽²⁾による結果との比較を行った。得られた結果を図2に示す。なお、k-means法ではk=4(背景の黒を含む)に設定した場合の処理結果を示している。手法A(図2(d))と比較し、k-means法(図2(e))により斜線(赤)の領域が良好に抽出されていることが分かる。しかしながら、誤推定である孤立点が標識内部に多数認められる。これに対し、色情報とエッジ情報(図2(b))を用いた提案手法は、1076色から構成される標識内部(図2(a))を各領域に明確に分割するとともに、“原付”の文字領域も良好に再現している。また、

(a) original image (b) estimation result

図1 道路標識推定結果の一例(640×480画素)

Fig. 1. An example of road sign estimation result.

(a) target (b) edge (c) proposal (d) method A (e) k-means

図2 道路標識の内部領域推定結果(45×45画素)

Fig. 2. Estimation result of internal area in the road sign.

誤推定である孤立点も認められない(図2(c)参照)。なお、他の構造物からの陰影が標識領域内部に含まれる事例を含め、検出された78枚の円形道路標識内部が良好に推定可能であることを確認している。

撮影者と標識が正対している場合の角度を0°としたとき、左右各0°から45°までの条件では0.8以上の円形度を保持しているため、標識領域の推定は可能であることが明らかとなった。このことは、進行方向以外に位置する標識の内部領域も提案手法により推定可能であることを示唆するものである。

5. まとめ

本論文では、円形道路標識の内部領域推定アルゴリズムを提案した。実験の結果、色情報とエッジ情報の利用によりカラー情景画像から円形道路標識の内部領域が良好に推定できることを明らかにした。

提案手法では、円形道路標識と同じ配色を有する円形の看板等も抽出してしまうため、推定結果を用いた道路標識の認識法について今後検討を加える予定である。

(平成15年3月7日受付, 平成15年7月17日再受付)

文 献

- (1) D. Matsuura, H. Yamauchi, and H. Takahashi: "Extracting Circular Road Signs Using Specific Color Distinction and Region Limitation", *IEICE Trans.*, Vol.J85-D-II, No.6, pp.1075-1083 (2002-6) (in Japanese)
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, **J85-D-II**, 6, pp.1075-1083 (2002)
- (2) M. Takagi and H. Shimoda: "HANDBOOK OF IMAGE ANALYSIS", University of Tokyo Press (1991) (in Japanese)
高木幹雄・下田陽久: 画像解析ハンドブック, 東京大学出版会(1991)
- (3) M. Mizumoto: "Fuzzy Reasoning (1)", *J. Japan Soc. for Fuzzy Theory and Systems*, Vol.4, No.2, pp.256-264 (1992-2) (in Japanese)
水本雅晴:「ファジィ推論(1)」, 日本ファジィ学誌, **4**, 2, pp.256-264 (1992-2)