

夜間の自然情景中からの道路標識の抽出・認識システムの設計

木村 雅宣 久保 英雄 深井 越 田村 仁

日本工業大学工学部情報工学科

1. はじめに

運転をする上で、道路標識は交通の安全と円滑を図るために、人や車などの通行方法や注意すべきことなどを知らせてくれる重要なものである。よって、運転中は見落とすことなく、正しく従って運転しなければならない。だが、夜間は人間の視覚による認識能力が低下する。これによる道路標識の見落としを防ぐための補助機能として、夜間時の自然情景を撮影した画像から道路標識を認識するシステムがあれば有効である。

本研究の目的は、夜間の自然情景の静止画から道路標識、あるいは、道路標識である可能性の高い物体を抽出し、認識する事である。夜間の自然情景中となると、暗闇という事以外にも、前方の車両のテールランプや、建物からの光などが悪条件となっており、それらを解決し、高速化及び精度を上げることが本研究の課題となる。

2. 対象画像

2.1 撮影方法

本システムは、リアルタイム処理を目的としたシステムであるが、ビデオカメラを車載すると車の揺れにより鮮明な画像が撮影されないことが多い。また本研究では処理速度の短縮ではなく、認識精度の向上を重視するためブレの少ない静止画像を対象に処理を行う。カメラは「OLYMPUS μ DIGITAL 600」を使用し、サイズは 640×480 画素である。対象とする静止画像は標識を正面から撮影したものとし、普段よく見掛ける規制標識、指示標識、警告標識(計 97 種類)を対象とする。撮影はライトを下に向けた車の横から、フラッシュを使わずに撮影したものとす。静止画像を入力画像としてプログラム内に取り込み、道路標識の候補となるものを抽出する処理を行う。抽出されたものが道路標識である可能性が高いかどうかを認識する処理を行い、最も一致度の高い道路標識の画像と名称を表示する。以下に本研究で用いる抽出方式、認識方式を説明する。

2.2 夜間画像の特徴

図 1 に示すような夜間など明度が極端に落ちた画像では、色情報の信頼性が落ちて色相全体がずれてしまうことがある。そのため、明度と色成分を別に表現する表色系 CIE $L^*a^*b^*$ に変換し、明度を調整しただけでは本来の色情報が得られない。しかし、比較的明るく撮像される標識部分では、標識に使用されている色数を判別できる程度の色情報は得られる。そこで、画像中の類似色の連続領域がどんな形状をしているか調べることで標識を判別する方法を検討する。



図 1. 入力画像例

3. 標識自動認識システムの設計

3.1 標識候補の抽出

(1) 近似色別領域抽出

入力画像を CIE $L^*a^*b^*$ に変換し、選択した一つの画素の色情報と、周囲の画素の色情報とのユークリッド距離を比較し、近いものを同色と判断する。色が大きく変化している部分では、抽出した領域の高さや幅が極端に小さくなる。これらをノイズとして削除することで色別に領域を切り離すことができる。また極端に面積が大きな領域は背景として標識の候補から外す。

(2) 連続領域の切り離し

また、複数の標識が隣接して設置されていたり、補助標識の付いた標識は複数の領域が接着して一つの領域にまとまってしまうことがある。それぞれの標識を別々に認識する場合、これらの標識を分離する必要がある。本研究では、取り出した一つの領域の横幅と縦幅に注目し、縦横比が $1:1.2$ 以上であった場合は複数の標識が連結している可能性のあるものとみなし、連続した標識の最もくびれた箇所を結合部分と判断し、黒画素で線を引くことで連続領域を分断する。

Design of recognition system of road traffic sign in natural scene at nighttime

Masanori KIMURA, Hideo KUBO, Wataru FUKAI and Hitoshi TAMURA

Department of Computer and Information Engineering, Faculty of Engineering, Nippon Institute of Technology

3.2 標識種類の認識

入力画像より抽出された領域に標識が含まれているのかをテンプレートマッチングを用いて認識を行う。

(1) 形状判別

本研究で対象とする標識は、円形、菱形、逆三角形、四角形、五角形の 5 種類である。入力画像から抽出された領域と、2 値画像として用意した各標識の形状テンプレート画像(図 2~図 5)とをテンプレートマッチングし、最も一致率の高い形状を抽出領域の形状と判断する。また、これらのどの形状とも極端に違っていた場合は標識ではないと判断する。なお、四角形は抽出領域全体が白素であるとみなすので、ここではテンプレート画像として用意しない。

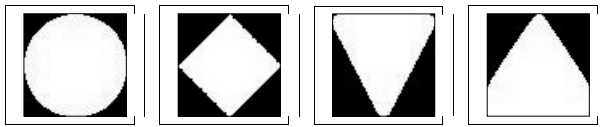


図 2. 円形 図 3. 菱形 図 4. 逆三角形 図 5. 五角形

(2) 画像特徴を利用した判別

前述の検討により夜間の情景中から得られた色とカラーマッチングをすることは困難である。そこで、対象領域が何種類の色で構成されているかを調べ、それぞれの色を持つ部分を対象領域から抽出し、色別の特徴画像を生成する。同様にテンプレート画像からも色別に特徴画像を抽出しテンプレートマッチングする。この処理をテンプレート画像に含まれる全ての色に対して行い、誤差の平均値が最も少なかったテンプレート画像を同じ標識と判断する。

対象領域から特徴画像を抽出する際、より良好な特徴画像を抽出するために閾値を 2 通り用意し、一致率が高くなる方を動的に選択する。



図 6. 対象領域



図 7. 白特徴画像



図 8. マッチング結果

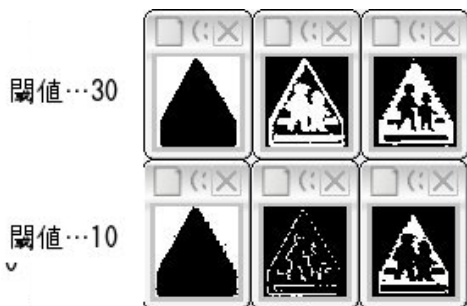


図 9. 色別の特徴画像

特徴によるテンプレートマッチング実験に使用した対象領域画像を図 6 に、一致率の最も高かった特徴テンプレート画像を図 7 に、特徴テンプレート画像から得られたテンプレート画像を図 8 に、対象から抽出した色別の特徴画像を図 9 に示す。

4. 実験

日本工業大学の周囲 2km 以内にある道路標識(13 種類)を 10m の距離で撮影した画像 100 枚に対して処理を行った。実験の結果、画像中からの標識部分の抽出成功率 59%、抽出できた領域の標識認識成功率は 94.92%であった。

特徴画像が複数になることで、偶然に間違っただけの色の特徴テンプレート画像と一致してしまうことが稀れに起こった。

このことによるマッチング精度の低下を防ぐため、それぞれの領域の明度値を比較した。標識が変色していても、青部分は赤部分より明度値が高くなることはなく、赤部分は白部分より明度値が高くなるという制約が成立することを確かめこれを利用した結果、色の誤判断をすることはなくなった。

他に誤判別の要因としては、背景に標識の色と似た色があると同一色として余計な部分まで抽出してしまうことが挙げられる。また、ブレや環境光の影響を受けて標識の輪郭が薄れてしまっていると標識部分だけを抽出することが困難になった。正確な色を保った標識を対象とする場合には、色を指定して抽出する方法も補助的に取り入れることが有効と考えられる。

5. まとめ

本システムでは、夜間に撮影した道路標識が含まれる画像を対象とし、類似色が構成する領域の形状によるマッチング処理を用いた標識種類の判別を行った。その結果、画像中から標識部分が抽出できれば 94.92% 標識種類を認識することができた。

また、色褪せて変色した標識であっても、標識本来の色の形状が保たれていれば認識することができる。

しかし画像のブレや環境光の影響で標識の輪郭がぼやけてしまうと、標識部分だけを抽出することは難しくなった。そのため、画像補正技術の向上が判別精度の向上にも繋がると思われる。

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" 電子情報通信学会論文誌 D-2, vol. J85-D-2, No. 6, pp. 1075-1083, 2002
- [2]鳥脇 純一郎 "パターン認識と画像処理" 朝倉書店 1992