

赤外域における分光反射特性を用いた物体検出の基礎検討

鈴木 裕史 古谷 貴紀 梅田 和昇

中央大学理工学部 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

E-mail: suzuki@sensor.mech.chuo-u.ac.jp, umeda@mech.chuo-u.ac.jp

あらまし 本研究では、赤外領域における分光反射特性を利用して物体を検出する手法の提案を行っている。提案手法では、道路標識の反射率が赤外領域で他の物体に比べ比較的高いことを利用している。アクティブに赤外光を照射し、赤外カメラを用いて、太陽光の影響の小さい 1150nm, 1400nm の波長における画像を撮影し、2 波長間の反射強度を用いて標識を検出する手法を提案している。

キーワード 赤外光, 分光反射特性, 再帰性反射, 太陽光の照射強度

1. 序論

近年、自動車の周囲を認識するセンサの搭載が本格化しつつあり、数多くの研究開発が行われている。その一つに、色情報や形状情報を組み合わせることにより道路標識を検出する研究がある[1]。これらの手法での検出精度は昼夜の違いなどの影響を受ける。本研究は、これらの影響を受けずに物体の検出を行うことを考える。そこで、個々の物体の持つ分光反射特性の違いに着目する。

分光反射特性は、物体の各波長における反射率を表し、物体ごとに固有の値を持つ。本研究では、基礎段階として、分光器を用いて対象物体が持つ可視領域から近赤外領域までの分光反射特性の特徴を調べ、その特徴から対象物体を検出するための手法を提案する。

2. 分光反射特性の計測実験

2.1. 計測方法

分光器を用いて、道路付近の物体の各波長における反射率を計測する。分光器には B&W TEK 社製の i-Spec を用いた。この分光器は 2 種類の素子を搭載しており、波長 380～950nm で CCD, 950～1700nm で InGaAs 素子を用いている。

反射率 100% の拡散反射板を用いて、各波長における反射率の基準を求める。対象物体に光を照射したときの基準に対する反射強度を相対反射率として求める。

2.2. 計測対象

道路標識、および道路上の白線・黄線、アスファルト、マンホール、植物など道路周辺の物体を対象とする。道路標識には再帰性反射材を用いているものとそうでないものがあるが、その両方について計測を行う。再帰性反射材とは、光が入射してきた方向に反射光を返すという性質を持つものである。道路標識には、主に Fig.1 に示すようなガラスビーズを用いた再帰性反射材が使われている[2]。

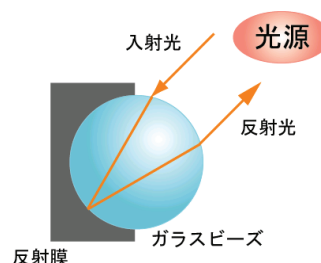


Fig.1 再帰性反射材の基本原理[2]

3. 計測結果

分光器により物体ごとの分光反射特性を計測した結果を Fig.2, Fig.3 に示す。

Fig.2 は再帰性反射材を用いた標識の分光反射特性を示している。具体的には、“横断禁止”の白、赤、青の箇所を計測した。一方、Fig.3 は再帰性反射材を用いていない標識および道路周辺の分光反射特性を示している。各波形は 100 回の計測データの平均をとったものである。950nm 付近で波形が不連続になっているのは、使用した分光器が 950nm を境に異なる素子で計測を行っているためである。

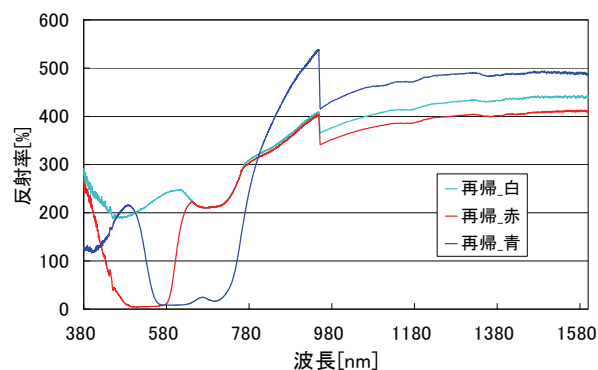


Fig.2 再帰性反射材を用いた標識の分光反射特性

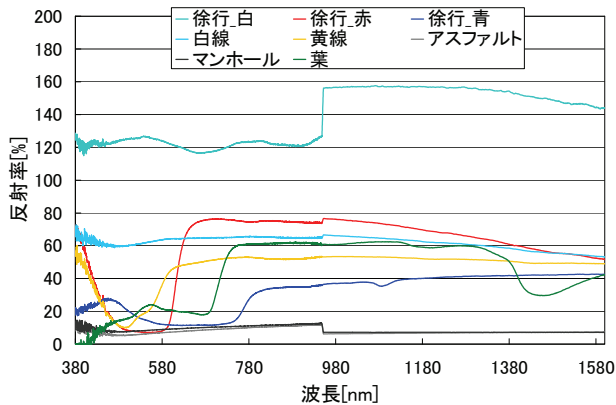


Fig.3 標識および道路周辺物体の分光反射特性

Fig.2 と Fig.3 を比べると、再帰性反射材を用いた標識の反射率が高いことがわかる。特に、赤外領域での反射率は著しく高い。また、Fig.3 より、近赤外領域において、マンホールやアスファルトに比べ、標識の反射率が高いことがわかる。植物の葉も標識と同じように近赤外領域において高い反射率を示しているが、植物では1400nm付近での反射率が大きく低下している。一方、Fig.4 に示す太陽光の各波長における照射強度[3]を見ると1150nm付近および1400nm付近の2波長における照射強度は非常に小さく、これらの波長を用いれば太陽光による外乱が少ないと考えられる。そこで、標識と植物の葉を区別するために1150nmと1400nmの2波長に注目する。この2波長を比較することで標識と植物の葉を区別することが可能であると考えられる。

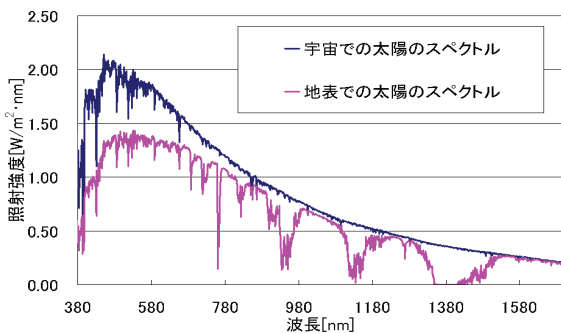


Fig.4 太陽光の各波長における照射強度[3]

4. 手法の提案

以上の計測結果に基づき、アクティブに赤外光を照射し、その反射光によって標識を検出する手法を提案する。

検出には、赤外光照射装置、波長1150nmと1400nmのバンドパスフィルタを装着した赤外カメラを用いる。赤外光照射装置により対象方向に光を照射し、その反射光を赤外カメラで撮影する。撮影画像から以下の手法で標識を検出する。

(1)再帰性反射材を用いた標識の検出手法

1150nm、1400nmの画像で極端に明るい領域を、再帰性反射材を用いた標識が存在する領域とみなす。なお、この処理は一方の波長のみでも可能である。

(2)再帰性反射でない標識と道路周辺の物体の区別

1150nmの画像中で明るい領域に標識および植物が存在していると考えられる。山本らは近赤外照明における2波長の比較から肌領域を検出している[4]。この手法と同様に、2波長を比較する。1150nmでは明るく、1400nmでは暗い領域を植物、どちらの画像においても明るい領域を標識とする。

以上の処理の流れを Fig.5 に示す。

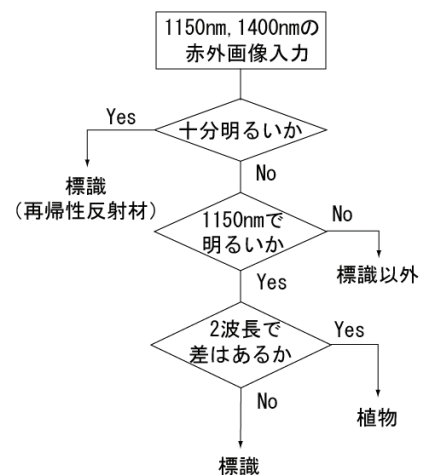


Fig.5 提案手法の流れ

5. 結論

道路周辺にある物体の分光反射特性を計測し、物体ごとの特徴を調べた。その特徴に基づき、太陽光の影響の小さい波長の赤外光を用いて標識を検出する手法を提案した。今後の展望として、実際にセンシングシステムを構築し、本手法の有用性を実験によって検証することが挙げられる。

参考文献

- [1] 青木悠他：“ナビゲーションデータ生成のための道路方面標識のベストショット検出”，精密工学会 動的画像処理ワークショップ（DIA2007），pp.232-237，札幌，2007。
- [2] 郡家国家維持出張所：
<http://www.cgr.mlit.go.jp/tottori/koge/topic/hyousiki/index.html>
- [3] Renewable Resource Data Center:
<http://www.nrel.gov/rredc/>
- [4] 山本和彦他：“近赤外マルチバンドに肌検出手法の提案”，電気学会論文誌，Vol.127-C, No.4，pp.583-590，2007。