

写り込みを含むカラー画像の解析

2J-3

今村 淳志 富永 昌治

大阪電気通信大学

1. はじめに

相互反射を含む画像の解析が重要になっている。筆者らは、これまでに主として拡散反射する物体間に生じる相互反射現象について解析した¹⁻²⁾。

鏡面反射する物体間では、拡散相互反射の影響は少なく、むしろ鏡面反射による写り込み(映り込み)が顕著になる。本稿では、ハイライトやこのような写り込みの相互反射に対して、簡単な反射モデルを用いる解析法を提案する。照明光の色度を推定し、これを利用して物体の固有色を推定する。そして実験で有効性を示す。

2. 写り込み反射のモデル化

図1はプラスチックのような物体が、写り込みの相互反射を起こしている様子を示す。拡散相互反射の項を無視すると、物体Aの写り込み部分からの反射光の分光反射輝度は、次式で近似できる。

$$I_A(\lambda) = \alpha S_A(\lambda) E(\lambda) + \beta S_B(\lambda) E(\lambda) + \gamma E(\lambda) \quad (1)$$

ここで、 $S_a(\lambda)$ 、 $S_b(\lambda)$ は表面A、Bの分光反射率、 $E(\lambda)$ は照明光の分光分布である。 α 、 β 、 γ は重み係数である。第1項が物体色、第2項が表面Aへの写り込み、第3項は照明光の成分である。

写り込み部分の色は3つの色成分の加法混色になる。したがって図2のように、CIE-xy色度図上で3つの色度点を頂点とする三角形の内側に色が存在する。

3. 写り込みの解析

図3に写り込みの解析手順を示す。

(1) 照明光の色度推定

まず入力画像の領域分割を行い、直接光によるハイライト領域を抽出する。次に共通照明光の推定のアルゴリズムを用いて照明光の色度を推定する³⁾。

(2) 物体固有色の推定

固有色の推定にxy色度図を利用する。ハイライトを含む物体表面の色度点を色度図上に描く。このとき照明光の色度点から最も離れた点が、物体固有の色度と考えることができる。入力画像にノイズがある場合、ノイズに乱れた点を固有色

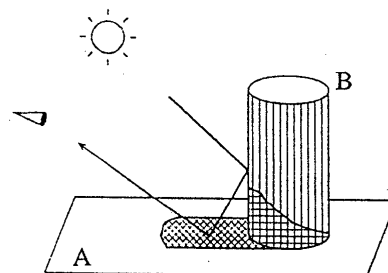


図1 写り込みの現象

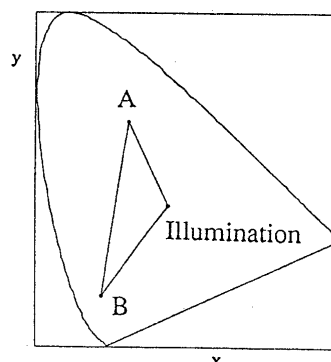


図2 相互反射色と色度三角形

と見なすことがある。ここでは、推定精度の向上のために x, y 色度のヒストグラムを利用した。観測色度は、固有色の座標付近で高密度な分布をする性質がある。 x, y 軸に関する1次元ヒストグラムを作成し、そのピーク領域の色度点を抽出する。この領域の中で最も照明光の色度から離れた点を物体の固有色度とする。そして、この色度に対応する3次元色ベクトルを固有物体色とする。ただし、この固有色推定に用いる領域は、写り込み成分のみの領域ではなく、物体の拡散反射成分を含む広い領域を利用する。

(3) 色成分の分離・抽出

写り込み部分の色ベクトルは、3つの色ベクトルの線形結合であるので、最小自乗法を用いて、重み係数 α, β, γ を計算する。重み係数をそれぞれの色ベクトルに掛け、全画素について色成分を計算する。これによりハイライトや写り込みを除いた物体色をみの画像が復元できる。

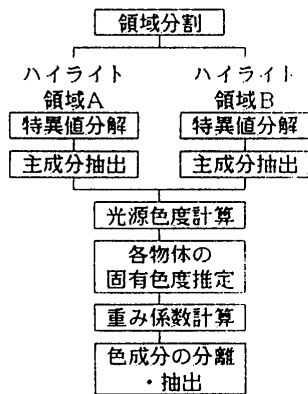


図3 写り込みの解析手順

4. 実験

2つのプラスチックのコップ（青と黄）を緑のプラスチック板の上に置いた。これをフラッドランプで照明し、カラーCCDカメラで160×200の画像を計測した。

図4に領域分割結果を示す。計測画像は、小領域を含め25の領域に分かれ、

2つのコップの領域から、照明光の色度を推定した。2つコップ領域と板の領域から、それぞれの物体固有色を推定した。図5に推定した照明光と各物体色の色度を示す。最後に重み係数を計算し、写り込んだ色と物体色とに分離した。

5. おわりに

鏡面反射物体間でハイライトと他物体の写り込み現象に対する相互反射モデルを提案し、一つの解析方法を示した。ハイライトから照明光を、また色度図から固有物体色を推定した。方法の有効性を実験で示した。

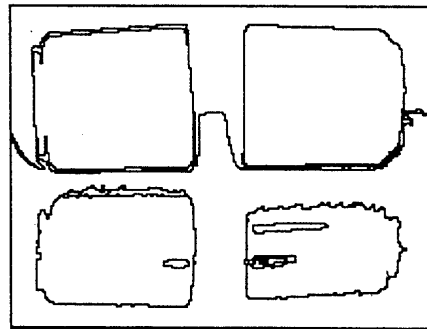


図4 領域分割結果

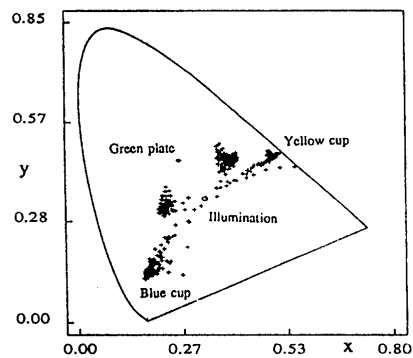


図5 計測色度

参考文献

- 1) 富永昌治: 相互反射の色解析, 画像認識・理解シンポジウム, (MIRU'92) 論文集, II-53~60 (1992)
- 2) 富永 他: 相互反射を含むカラー画像の解析, 通信学会春季全大, pp.7-348 (1992)
- 3) S.Tominaga, et.al.: The standard surface reflectance model and illuminant estimation, J.Opt. Soc. Am. A, Vol.6, pp.576-584 (1989)