

カラーヒストグラムを用いた色の不均一部分検出手法

A Detection Method of Non-uniform Color Area Using Color Histogram

柏木利幸*, 大恵俊一郎**

Toshiyuki Kashiwagi and Shunichiro Oe

掲載雑誌名：電気学会論文誌 C, 124 巻 3 号, pp.666-671, 2004

工業製品においては、塗装などの際に、表面の着色の状態が製品の品質に与える影響は大きく、色の均一性の検査は欠かせないものとなっている。また、色情報を伝える装置であるカメラやディスプレイでは、受光素子あるいは表示エリア全体で均一な色の再現性が要求されるため、さらに厳しい色の均一性評価が必要となる。

このような外観検査において、検出が難しく問題となるような色の不均一部分は、周囲との色の差が少なく境界が不鮮明なことが多い。

本研究では、まず、問題となるこのような不均一部分と、正常部分である均一部分の RGB カラーヒストグラム空間での特徴について明らかにした。

不均一部分を含む検査領域を色の出現頻度情報を有する RGB カラーヒストグラム空間にプロットすると、均一部分は正常部分の色を表す点を中心に集中してプロットされ、それらの点の頻度は高い。一方、不均一部分は、正常部分の色を表す点とは少し離れた位置にプロットされ、その総数は少ないためそれらの点の頻度は低い。したがって、これらの点の頻度を基に閾値を決定すれば、不均一部分と均一部分を区別することができる。

つぎに、元の検査カラー画像のカラー値を、前述のカラーヒストグラム空間より得られる頻度に置き換えると、この画像は元のカラー画像の各画素位置における色の出現頻度を表す画像となる。これを頻度画像と呼ぶ。これを複数枚用いて頻度画像の平均である平均頻度画像を作成する。不均一部分は、この画像において頻度の低い部分となる。

さらに、不均一部分を詳しく調べるため、均一部分と不均一部分とを区別する検出の閾値（検出平均頻度）を用いて、この閾値より小さい平均頻度画像

の画素を、そのレベルに応じて濃淡画像表示した頻度特徴検出画像を作成した。この画像では、複数の不均一部分を同じ色を持つ領域の大きさに応じて濃淡画像表示した画像で、面積の小さな不均一部分は暗く、大きな不均一部分は明るく表示される傾向にある。また、撮像系や照明環境のノイズを考えると、均一部分に色の距離が近い不均一部分ほど明るく表示される傾向にある。

最後に、色変化の少ない不均一部分を持つサンプルについて実験を行った。その結果、人間の目では識別が難しい部分まで検出が可能であり、不均一部分と均一部分の色相が異なる場合には、照明などの明度変化があっても検出可能であることが明らかになった。また、撮像系の条件が同じ場合には、色の均一性が高い被写体ほど検出平均頻度を大きくしなければ不均一部分は検出できなかった。この検出された不均一部分の色の特徴を詳しく調べることで、人間の感覚特性に適応した色むらの判定も可能である。

本手法は、色空間を利用するがクラスタリングは行わず、主要な計算は、頻度画像の和を求める処理のみであり、複数枚のカラー画像を使用しても、計算量は極めて少ない。また、予め画像を分割する必要がないため、様々な大きさの不均一部分の検出が可能で、種々の色むら検査の前処理として利用できる。また、本手法の拡張として、RGB カラーヒストグラム空間の代わりに、検査する対象物や内容に適した色空間やマルチスペクトル空間を選択することも可能である。

本手法は、色の不均一部分を検出することで色の均一性も評価しており、検出平均頻度を大きくしても不均一部分が検出されなければ色の均一性は高いと言える。