

スキャナーによる絹織物表面色の評価シミュレーション
Simulation of Color Evaluation on Silk Textile by Flatbed Scanner

尾崎 敬二
Keiji Osaki

1. はじめに

カラー写真やデザイン画などのデジタル原画像をもとに、絹織物上に高精度に色を再現する技術を開発し、その色再現評価を検討してきた[1]。この技術に基づいたカラーイメージ織は、世界で初めて有限な8種類のよこ色系のみで1000種類以上の色彩表現を織物上で実現する技術である。通常のカラー写真、カラー図案を原画像としてデジタル化されたイメージのひとつひとつの画素を、織り色組織のデータテーブルと照合して、最も近い色の織り色組織を選択し、織物上に展開して作成する。このカラーイメージ織りの品質評価実施のために、原画像と織り色を分光測色計で測定した値にマッピングした画像間の色差を均等色空間座標で求め、その分布状況や、画素当たりの色差の値を評価基準とし、より客観的な色再現評価を試みてきた。色再現評価は目視による場合、主観的な要素もからみ、従来から問題となっていた。当初、単純に全画素について原画像とマッピング画像間の1画素あたりの平均色差を求め評価基準とした。次に、色差の明度、彩度の色相角分布により評価する手法も試みた。色の明度、彩度の色相角依存性を求める手順は、かなり煩雑であり、分布状況の差を定量的に求めた数値が実用的な品質評価と乖離している場合も存在した。つまり、色差の値と人間の目視による評価との間には、必ずしも良い相関があるとはいえない難い場合が存在する。マッピング画像の色再現度により、実際に織りあがった絹織物表面色の色再現度の評価を近似してきたが、より実際の織物表面色を測定しデジタル化した値による比較を実施するために、フラットベッドスキャナーによる色彩情報の評価を行ってきた[2]。スキャナーの校正が適切であれば、スキャナーにより取得される色彩情報の精度は許容可能な範囲にあることを示した。校正用のカラーチャートを用いて、入力解像度を36dpiから180dpiまで5通りに変化させて測定した結果、解像度依存性がほとんどないことが示され、分光測色計との測定値の色差は180[dp]でスキャンされた織物表面の色彩情報(L*a*b*値)の画素領域平均値と分光測色計の測定値との差は小さいことが判明した。この結果をもとに、複雑な織り色情報の分布を持つ絹織物をスキャナーでデジタル画像として求め、実際の織り上がった絹織物表面色の評価シミュレーションを試みた。

2. スキャナーの校正と織物表面色の取得

スキャン画像の色彩情報を校正するために、印刷工程で用いられるKodakの標準カラー入力シートを利用した。この標準カラーシートでスキャナーの評価を行い、次に織物表面においては、分光測色計による測定値との誤差評価を行う。図1にスキャナー校正の流れ図を示す。この結果、180[dp]でスキャンした織物表面の単純色につ

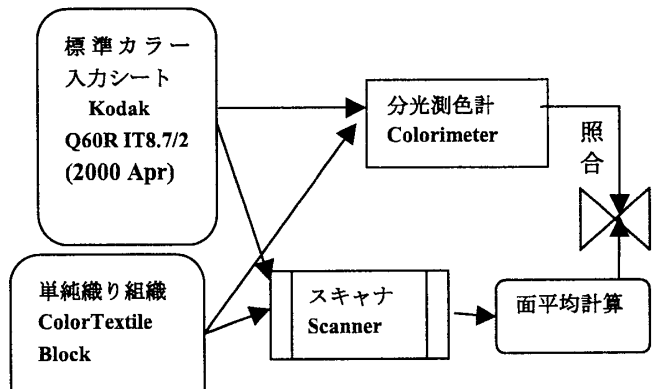


図1 スキャン画像による色彩情報の精度評価

いては、CIEL*a*b*空間で
|ΔL|=4.08, |Δa|=7.6, |Δb|=5.8
という、きわめて良好な校正結果を得た。
今回初めて、単純色ではない複雑な織り色組織が入り組んでいる絹織物表面色をスキャナーで求めた。フラットベッドスキャナーの取り込める範囲がA4サイズであるので、それに合わせて、比較を行うデジタル原画像および、織物として織り上げる直前のマッピング画像のサイズをスキャナー画像と同じ解像度、ピクセルサイズにトリミングした。対象としたデジタル原画像は2種類を選択した。絹織物の色再現をディスプレイ上にシミュレートする場合、x方向とy方向のサイズは、織り色シミュレーション時に、経(たて)糸と緯(よこ)糸の太さが異なること等を考慮にいて画像処理するために、一般に異なっている。織機の制約から横幅は900画素に固定される。色彩の要素は均等色空間のL*a*b*表色系を採用しているため、明度、彩度、色相に相当する量に分離することが出来る。機器に依存しない色彩表現の要請から、色の表色系には均等色空間のCIEL*a*b*を採用して、原画像の色彩分析を行った。従来の評価基準は画素あたりの平均色差Δで、下記の式で表現される。

$$\Delta = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

ここで、ΔL、Δa*、Δb*は原画像と織り色組織変換画像間のそれぞれ、L*値、a*値、およびb*値の差を表す。この値が、1画素あたり10程度以下であると、目視においてもかなり良好なカラーイメージ織りが生成されることが得られている。

表1 2種類のカラーイメージ織りの属性

| No. | 原画像名 | 画像サイズ | 選択織り色組織数 | 画素当り平均色差 |
|-----|------|---------|----------|----------|
| 1 | 植物 | 900×223 | 443 | 9.69 |
| 2 | 風景 | 900×223 | 471 | 5.21 |

3. 織物表面色のスキャナー画像による評価

デジタルカラー原画像 (O), マッピング画像 (M), そしてスキャン画像 (S) の3種類の画像の比較を、均等色空間 (CIE L*a*b*) 座標成分により行う。スキャナーで得られた画像形式は機器に依存しない TIFF-Lab 形式であるが、現在のところ、Java Advanced Imaging API も TIFF-Lab 形式に対応していないため、X-Window システム上で C 言語により処理プログラムを作成した。

TIFF 画像を L*, a*, b* 成分に分解し、3種類の画像の中で、(O) を基準として、(S) と (M) との間の各成分の相対色差 [%] を求め、色差空間分布を示すグレー画像を生成した。図2に上から順に No.1 の植物の原画像 (O)、マッピング画像 (M)、スキャン画像 (S) を示す。

高さ方向をおよそ 1/3 に縮めている。

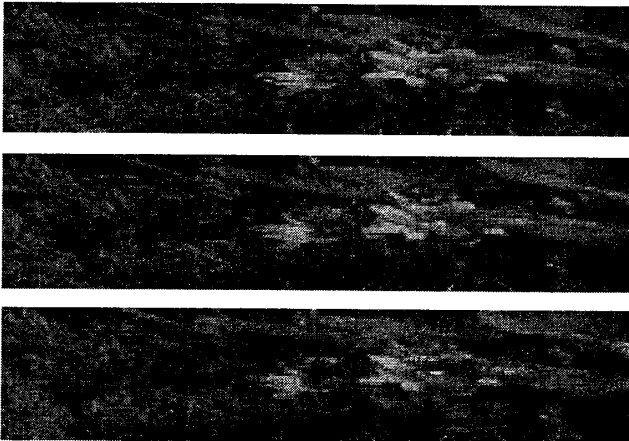


図2 上より順に植物の原画像(O), マッピング画像(M), スキャン画像(S)を示す。

原画像とマッピング画像は、ディスプレイ上において比較検討評価は容易であるが、実際に織り上げられた織物は解像度も異なり、室内光その他の要因により客観的に比較することが困難である。カラー出力された原画像を織物と同程度の大きさにして目視による比較をおこなう場合もカラープリンタの特性に大きく依存した評価になり、ディスプレイプリンタ間のカラーマッチングの精度にも大きく影響を受ける。十分校正をされたスキャナーによって原画像と同じ解像度でスキャンされた織物のスキャン画像により、同一のディスプレイ上で定量的にも評価を行えるメリットは非常に大きい。図3に、今回初めて、求めたスキャン画像と原画像間の相対色差分布図を示す。グレー画像として作成し、-50[%]から+50[%]の値を0から255の値に対応させている。

図3の一番上のL*成分の色差分布において、実際の織物の明度成分が最も、評価に大きく影響していることがわかる。また、b*成分が一般的に色差が大きくなることから、黄色から青色方向の成分の色再現が悪いことがわかる。図4は、従来用いていたディスプレイ上のマッピング画像と原画像の色差分布図である。これによると、明度成分の色差分布はほとんどないことがわかる。現実の絹織物の明度の再現範囲はL*値で20程度から85程度までであるので、原画像の明るい部分と暗い部分は、この絹織物では色再現できないことがわかっている。マッピング画像での評価には大きな誤差が含まれていることが判明した。

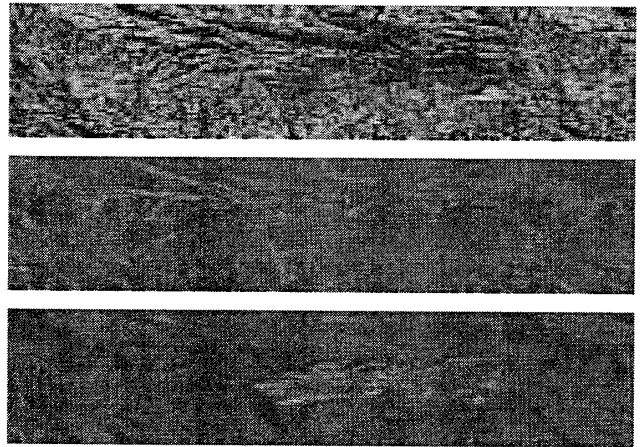


図3 上より L*成分、a*成分、b*成分のスキャン画像と原画像間の相対誤差分布図を示す

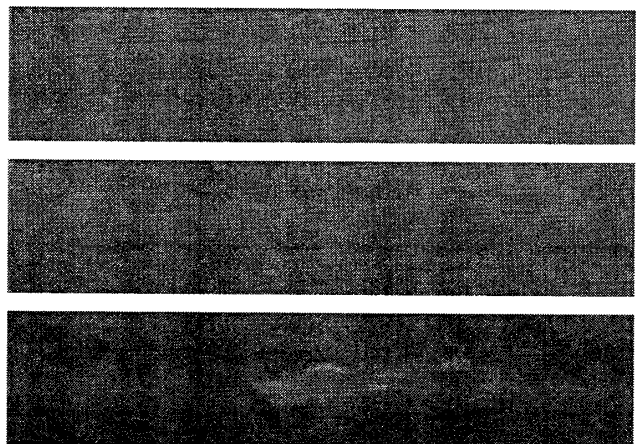


図4 上より L*成分、a*成分、b*成分のマッピング画像と原画像間の相対誤差分布図を示す

4. まとめ

従来は、ディスプレイ上において、原画像の画素ごとに織り色組織を割り当てたマッピング画像と間の色差により、織物表面色の評価を行っていたが、今回、初めてスキャン画像と間での評価を行った。その結果、マッピング画像では、見出せない、明度の色差分布がスキャン画像では抽出できることが判明した。今後、実際の織物との対比を進めたい。

参考文献

- [1] 尾崎敬二, "絹織物上の織り色組織による色再現の評価", カラーフォーラム JAPAN2001, pp.127-130(2001).
- [2] 尾崎敬二, "織物表面の色彩情報のスキャナー解像度依存性", 情報処理学会全第64回国大会, 2002年3月