

テキスタイルデザイン画像における イメージ・カラーの選定法

諸原 雄大† 近藤 邦雄†
島田 静雄† 佐藤 尚†

人がデザイン画についての善し悪しなどの印象を受け取るとき、その基準となる物理的特徴は大きく分けると色と形の二つである。著者らの研究の目的は、色と印象との関係を求めることである。このために、イメージ・カラーを選定する方法を提案する。イメージ・カラーとはデザイン画において用いられている色のうち、特に印象に影響の与える度合いが強い色の組合せをいう。イメージ・カラーを選定することによる利点は、デザイン画を見ることにより得られる印象が、イメージ・カラーを見ることにより得られる印象とほぼ同じものとなることである。デザイン画のイメージ・カラーの抽出の方法は配色カードを用いて求めており、経験を必要とする作業である。もしも、イメージ・カラーの自動選定が行えれば、誰にでもデータベースに登録されている画像のイメージ・カラーを求めることができ、新しいデザイン画に他のデザインのイメージを与えることが簡単にできるようになる。本論文においては、デザイナーのイメージ・カラー選定法を参考に、計算機におけるイメージ・カラーの選定法を提案する。デザイン画像はRGBの3原色、各8ビット階調により表現されているものを用いた。このデザイン画像において使用されている色を色空間上でまとめていくことにより色の限定を行い、その中から目立つ色を取り出した。この方法により、計算機においてイメージ・カラーを選定することができるようになった。

Automatic Picking of Index Colors in Textile Pictures for Designers

YUUDAI MOROHARA,† KUNIO KONDO,† SIZUO SHIMADA† and HISASI SATO†

When we look at textile pictures and feel with some emotion on them, two physical properties, color and shape, make fundamental characteristics to decide the impression. Our study aims the relationship between the color and the impression. We propose index colors method that can represent the similar effect as looking at the index colors instead of the original pictures. In order to picking up the index colors from a given textile picture, a well experienced inspector had to decide color species comparing with a color-catalogue. Aided with digitalized images automatic picking method has developed in this study as same as the inspector's work. The method can be applied to support a useful retrieval key for a textile picture database. In this paper, we propose automatic picking of index colors method that is made reference to designer's method. Digitalized textile pictures are drawn with 8 bit RGB color space. The index colors are picked from the picture by collecting colors and selecting noticeable colors. In this method, anyone can pick up the index colors from textile pictures.

1. 序 論

人が装飾品や服などのデザインを見たとき、そこからさまざまな印象を受け取る。その印象は、デザインにおける物理的な特徴によるところが大きい。人が印象を受けるときの、その基準となる物理的特徴は大きく分けると色と形の二つになる。この二つの特徴の印

象が重なり合い、総合的な印象を決定づけると考えられる。感性工学の分野においては、この物理的特徴と印象との関係を求めることが一つの課題となっている^{1)~4)}。

本研究の目標は、デザイン画の中の色と印象の関係を求めることである。そのためには、デザイン画像から、その画像の色の特徴を取り出す方法が必要となる。このために、本論文においてはイメージ・カラーの選定法について提案を行う。本論文における「デザイン画」とは生地デザインそのものを指し、「デザイ

† 埼玉大学工学部情報工学科
Department of Information and Computer
Sciences, Saitama University

ン画像」とは生地のデザインをスキャナから読み込んだ、計算機上で扱うことのできる画像を指す。

イメージ・カラーとは、デザインにおいて用いられている色のうち、特に印象に影響を与える度合いが強い色の組合せのことである。イメージ・カラーの利点は、デザインを見ることにより得られる印象がイメージ・カラーを見ることにより得られる印象とはほぼ同じものとなることである。このため、あるデザイン画の印象を新しく作成するデザイン画に用いたい場合、デザイン画のイメージ・カラーを新しいデザイン画に応用することができる。現在、デザイン画のイメージ・カラーの選定は配色カードを用いて求められており、経験を必要とする作業であるが、イメージ・カラーの自動選定が行えれば、誰でもデータベースに登録されているデザイン画像のイメージ・カラーを求めることができ、新しいデザイン画に他のデザイン画のもつ印象を与えることが簡単にできるようになる。

このために、本論文においては、デザイナーのイメージ・カラー選定法を参考に、デザイン画像から使用色を取り出し、その中から目立つ色を取り出すことによりイメージ・カラーを選定する方法を提案する。以下、本論文では、第2章においてデザイン画像からのイメージ・カラー選定法を提案する。それをもとに、第3章で使用色限定法の概要について、第4章で限定された使用色からのイメージ・カラーの抽出法について述べた。

2. 画像のイメージ・カラーの選定法

イメージ・カラーとはそのデザイン画において、色の印象を強く表す色のことである。色数の少ないデザイン画は、そのすべての使用色がイメージ・カラーとなるが、色数の多いデザイン画においては、すべての色が色彩による印象を決定づけているとは限らない。このような場合は、そのデザイン画の使用色の中のいくつかの色により印象が決定されることとなる⁵⁾。そのような印象を決定づける色を他の色の中から選び出す必要がある。

そこで、本章ではデザイン画像からイメージ・カラーを選定する手順について述べる。

2.1 デザイナーによるイメージ・カラーの選定法

このイメージ・カラーの選定はデザイナー支援を目的とするため、デザイナーのイメージ・カラーの選び方を計算機上においても忠実に再現する必要がある。そのため、デザイナーに対する調査をもとにイメー

ジ・カラーの選定法について分析を行った。

デザイナーのイメージ・カラーの選定法は、配色カードを用いてそのデザイン画の使用色を選びだし、そのカードの中からイメージを強く表している色を選び出すというものである。この使用色の中から色を選び出す段階において、色数の少ないデザイン画はすべての色がイメージ・カラーとして選び出されるが、色数の多い場合は領域の小さく似たような色を一つと考え、また、目立たない色を使用色として選ばれた色から外していき、イメージ・カラーを決定する。

以上の手順をまとめるとイメージ・カラーの選定法は、

1. デザイン画から使用色を読みとる。
2. 使用色の中から目立つ色をイメージ・カラーとする。

となる。ここでの「目立つ色」とは目につきやすく、見えやすい色のことをいう。

2.2 計算機によるイメージ・カラー選定の手順

スキャナで取り込まれた画像は人が判別するよりもはるかに多くの色が使われている。これは、スキャナはデザイン画像の凹凸や影をそのまま色として取り込んでしまうためである。このため、使用色を計算機によって求めるには使用色を限定する必要がある。また、イメージ・カラーを使用色の中から選び出し、目立つ色と目立たない色の区別をつける必要がある。

以上のことから、次の手順によりイメージ・カラーの選定を行った。

1. 使用色の限定

画像データの色を色空間においてある程度近い色をまとめてからカラーリストに登録する。次に、カラーリスト上の色を色空間中においてまとめていくことにより使用色を16色に限定する。次に、限定された色のヒストグラムをとり、実際のデザイン画において用いられている色数を求める。

2. イメージ・カラーの抽出

人が「目立つ色」として色を選び出す方法を数式化し、それにより使用色の中からイメージ・カラーを最大5色選び出す。

この手順の流れを図1に示す。

以下、3章ではデザイン画像の使用色の限定法について、4章では使用色からのイメージ・カラーの抽出法について述べる。

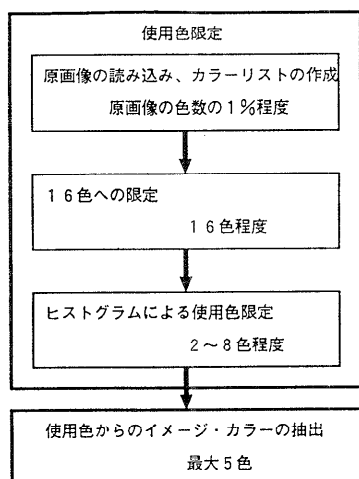


図1 イメージ・カラー選定の手順
Fig. 1 Procedure of choosing image color.

3. 使用色限定法

スキャナで取り込まれた画像は多くの色が含まれており、画像からイメージ・カラーを取り出すためには使用している色の限定を行う必要がある。そのため、本章では、使用色限定法について述べる。なお、デザイン画像はデザイン画をスキャナで取り込んだものであり、100000~180000画素程度の大きさである。色は、RGBの3原色、各8ビット階調により表現されている。

3.1 色空間について

色をまとめていくことから、色空間における2点の距離が人の感覚に近いものを色空間として用いることが必要となる。このため、本使用色限定法においては $L^*u^*v^*$ 空間を用いた。 $L^*u^*v^*$ 表示系は、CIEが1976年に均等色空間として推奨しており、変換式が簡単で空間の均等性が比較的優れていることから画像処理の分野において用いられてきた⁶⁾。また、イメージ・カラーの抽出、および、スケールとの関係づけにおいては、色相・彩度・明度が必要なことからデザイナーの間で感性色空間として広く用いられているHVC空間を用いた。この色空間では、色は色相(Hue)、彩度(Value)、明度(Chroma)で特徴づけられる。

3.2 使用色の限定

取り込まれた画像の色数が多い原因は、色空間において本来一点に集中すべき色の点の、そのまわりに拡散してしまっているためである。従って、その拡散した色を一点にまとめることにより、適切な色の限定を

行うことができる。

色を限定する方法としては均等量子化法、細分化量子化法⁷⁾があるが、これらは出現頻度の低い色は代表色から外されてしまうなどの問題がある。イメージ・カラー選定のためには、色の出現頻度が低い色も代表色として選ぶ必要があることから、以下の手順で使用色限定を行った。

1. カラーリストの作成

画像データを読み込む際にその使用色のカラーリストを作成する。この時点ですべての使用色をカラーリストに登録すると、出現数が1、または1に近い色が数多く登録されることとなり、速度的な面で問題が生じる。よって、色データ読み込み時に以下の処理でカラーリストを作成する。

(a) 新しく読み込んだ色と、カラーリスト上にある登録済みの色との距離をはかる。

(b) 登録済みの色のうち、 $L^*u^*v^*$ 空間において距離が0.07以内にあるものがあれば、新しく登録した色の出現頻度を1として、以前登録された色との混色を行う。ただし、 $0 < L^* < 1.0$ 、 $-0.8 < u^* < 1.7$ 、 $-1.4 < v^* < 1.3$ である。この0.07という距離はカラーリストにまとめる段階で色数を数百程度にするために設定した。使用色Aと使用色Bの混色は以下の式に従う。

3次元ユークリッド空間においてA、Bの座標ベクトルを \mathbf{a} 、 \mathbf{b} とおく。混色された色を X とし、その座標を \mathbf{x} とおくと、

$$\mathbf{x} = w_A \cdot \mathbf{a} + w_B \cdot \mathbf{b} \quad (1)$$

ここで、

$$w_A = \frac{N_A}{N_A + N_B} \quad w_B = \frac{N_B}{N_A + N_B}$$

とする。従ってこれらは、 $w_A + w_B = 1$ となるウェイトをあらわす。

また、

$$N_X = N_A + N_B \quad (2)$$

となる。

ただし、

N_A …画像における使用色Aの出現数とする。

図2はこの混色式の概念図である。図2において、円の大きさはその色の出現数を表しており、出現数の大きな色と小さな色とをまとめると、2色の混色結果は大きな出現数を持

つ色に近い色となる。これにより、拡散した色をその中心、すなわち分布密度の高い場所に集めることになる。

- (c) カラーリスト上に距離の近い色がなければ、新しく読み込んだ色をカラーリストに登録する。カラーリストには、 $L^*u^*v^*$ 空間の座標値と出現数が登録される。

つまり図3に示すように、近くの色を画像データ読み込み時にまとめ、色数を減らしてからカラーリストを作成する。このカラーリストの作成の時点において、表1に示すようにこの段階で色数は原画像の1%程度まで限定される。

2. ノイズ消去および16色への色限定

カラーリスト上において、出現数の少ない色はノイズであることから、出現数が全画素の0.5%以下のすべての色を、それぞれ色空間上もっとも近い色と式(1)、(2)からなる混色式を用いて混色する。これにより、スキャナ取り込み時のノイズを他の色と混ぜ合わせるによりカラーリスト上から取り除く。次にカラーリストの中で、色空間における距離がもっとも近い二つの色を混色式により一つの色にまとめていく。この処理を色数が16色になるまで行う。この色数はほとんどのテキスタイルデザイン画が16色未満の色数で描かれていることから決定した。

図4に16色限定画像の例を示す。(a)がスキャナで取り込まれたデザイン画像であり、(b)が16色に限定されたデザイン画像である。

3. 使用色の決定

次に、限定された16色から使用色を決定する。 L^*, u^*, v^* の軸をそれぞれ32の領域に分割し、その領域内の色の出現数とによるヒストグラムを作成する。ただし、色数の少ない画像はノイズ除去の段階で16色以下になってしまう例もあり、その場合は限定された色数の2倍で分割を行う。図5にヒストグラムの例を示す。ヒストグラムにおいて縦軸は出現数、横軸は L^*, u^*, v^* 各成分値を表す。

これらのヒストグラムにおいて、グラフの作る凸の数が、デザイン画が作成されるときに用いられた色数を表すと考えられる。そこで、この三つのヒストグラムの中で、グラフの作る凸の数が最も

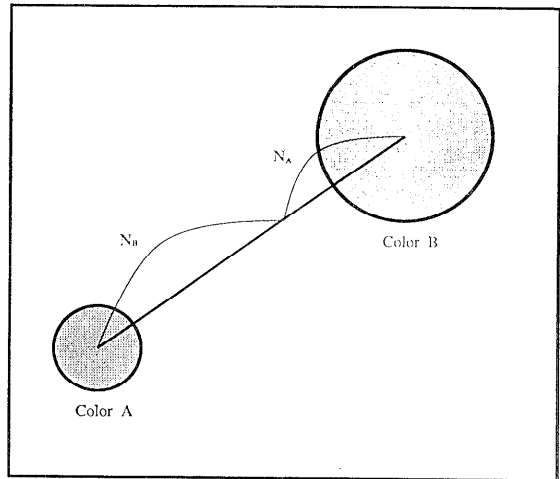


図2 2色の混色方法
Fig. 2 Method of calculation of 2 colors.

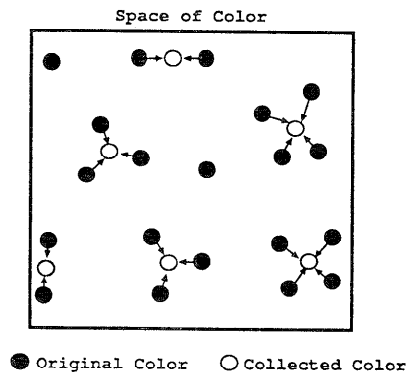


図3 カラーリストの作成
Fig. 3 Making of color list.

表1 限定率
Table 1 Percentage of reduction.

原画像の色数	限定後の色数	限定率
11949	86	0.7%
32336	248	0.7%
34516	211	0.6%
34004	153	0.5%
20147	43	0.2%
33908	415	1.2%
68448	183	0.3%

多いグラフの凸の数を使用色数とし、その数になるまでカラーリストの色をまとめる。そしてもう一度ヒストグラムをとり使用色数が変わったならばもう一度色をまとめる。変わらなければ使用色が決定されたことになる。

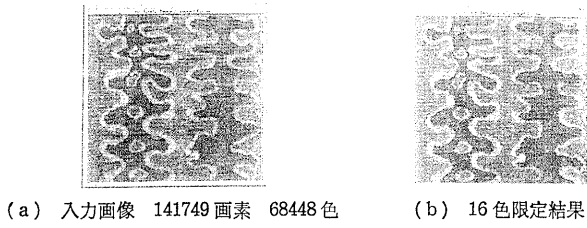


図 4 16色への色限定結果
Fig. 4 Result of reduction into 16 colors.

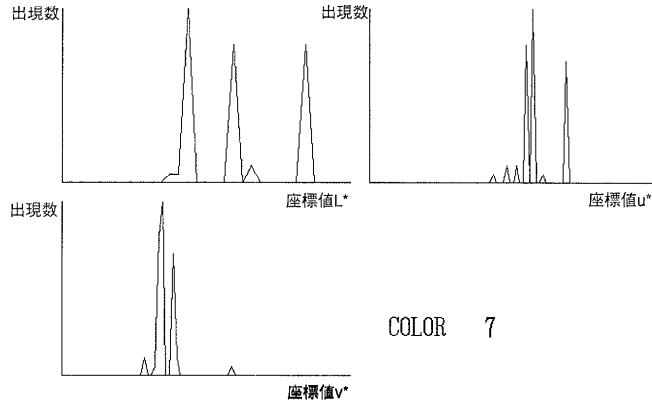


図 5 ヒストグラム
Fig. 5 Distribution curves.

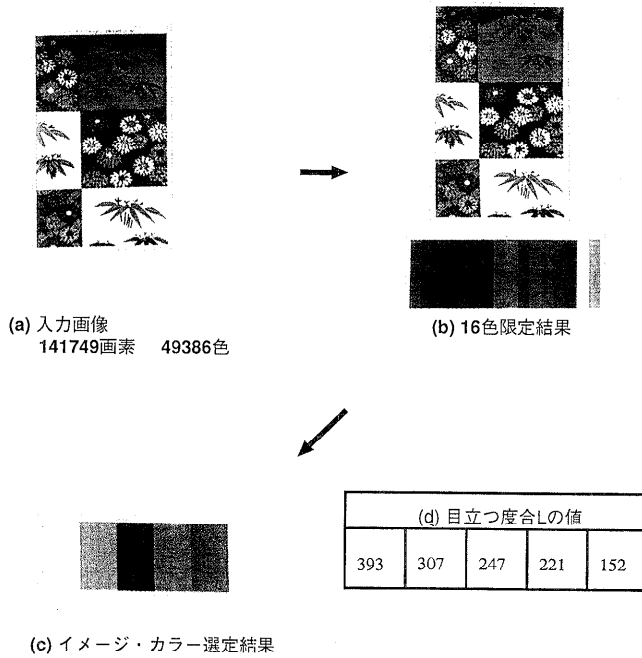


図 6 イメージ・カラー選定例 (1)
Fig. 6 Example of picking of index color (1).

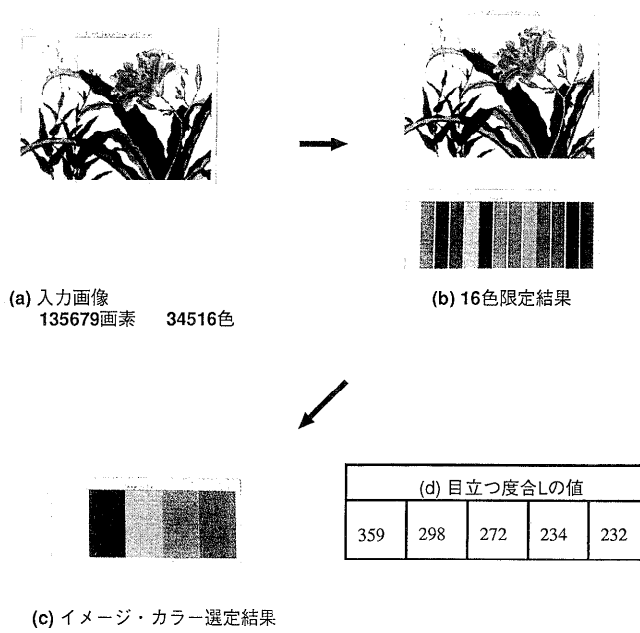


図 7 イメージ・カラー選定例 (2)
Fig. 7 Example of picking of index color (2).

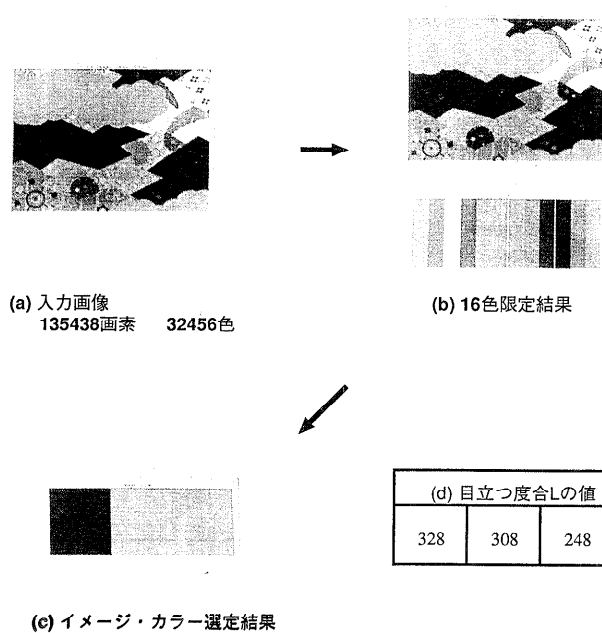


図 8 イメージ・カラー選定例 (3)
Fig. 8 Example of picking of index color (3).

以上の手順により、画像の使用色限定が可能となる。次に、限定された使用色からイメージ・カラーを抽出する方法について述べる。

4. 使用色からのイメージ・カラーの選定法

デザインの中で使われる色には目立つ色、目立たない色がある。イメージ・カラーを選ぶ段階において、目だつ色はイメージ・カラーとして選ばれ、目立たない色はほとんど選ばることがない。したがって、使用色限定において算出された色から、目だつ色を選択することによりイメージ・カラーが得られる。

本章では、まず目立つ色の条件を示し、それをもとに目立つ色の条件の数式化について述べる。

4.1 目立つ色の条件

デザイナーのイメージ・カラーの選定法を分析すると、目立つ色の条件は次のようになる。

1. 色の領域が大きい

画像中に占める領域が大きい色ほど目立つこととなる。

2. 誘目性が高い

色には目につきやすい色とそうでないものがあり、この性質を色の誘目性という。色の誘目性は無彩色より有彩色が、また、黒より白が高くなる。色相においては緑や青より赤や黄色が誘目性が高い^{8),9)}。

3. コントラスト感の高さ

色の見えやすさは主に図色と地色の明度関係によって決まる。黒と黄、黒と白のように明度差の大きいものほど見えやすく、反対に黄と白、赤と緑のように明度差の小さいものほど見えにくい。明度が接近していると、たとえ色相差や彩度差があっても見えにくい。この効果はコントラスト感と呼ばれている。

4.2 目立つ色の条件の数式化

ここでは、目立つ度合を表す変数を L として目立つ色の条件を以下のように数式化した。この式において、 C_1 は色の領域の大きさ、 C_2 は誘目性の高さ、 C_3 はコントラスト感の高さを表している。これらの値の2乗平均をとり目立つ度合 L とした。この式において、イメージ・カラーに対する、色の領域の大きさ、誘目性の高さ、コントラスト感の高さの比率を3:1:2とする。この比率は目立つ度合 L に対する三つの要因の重要度を表している。つまり、この3:1:2という比率は値 L にとって C_1, C_3, C_2 の順に目立つ色に対

して影響を与えるという意味を持っている。この重要度はデザイナーの知識と経験をもとに仮定し、それを用いた評価実験により決定した。

$$L = \sqrt{(3C_1)^2 + (C_2)^2 + (2C_3)^2} \quad (3)$$

式(3)の計算を、使用色限定により限定されたすべての色に対し行う。以下に、それぞれの値について述べる。なお、色空間は色相、彩度、明度を比較の対象に用いることから HVC 空間を用いた。

1. 色の領域の大きさ

デザイン画像における色の出現頻度を C_1 とする。この出現頻度とはその色の画像における出現数を全画素数で割ったものであり、0から1の範囲にある。出現数はカラーリストに登録されている出現数 N_x が用いられる。

$$C_1 = \frac{\text{出現数}}{\text{全画素数}} \quad (3-1)$$

2. 誘目性の高さ

誘目性には色相、彩度、明度の影響が見られる。その中でも色相の影響が強と言われており、彩度、明度の影響はそれに続く。これら3要素の誘目性に対する比率を求めため、文献8), 9)ならびに、デザイナーの知識と経験を参考にし、それから仮定した値を用いて評価実験を行い、誘目性に対する色相、彩度、明度の影響比率を2:1:1と求めた。誘目性の算出式は以下のようになった。

$$C_2 = \frac{2 \times \text{色相による影響値} + \text{彩度} + \text{明度}}{4} \quad (3-2)$$

色相による影響値を表2に示す。なお、影響値、彩度、明度は0から1の範囲にあり、上式により C_2 の値は0から1の範囲となる。

表2 色相と影響値
Table 2 Influence value of Hue.

色相	影響値
赤	1.00
黄赤	0.89
黄	0.93
黄緑	0.61
緑	0.28
青緑	0.22
青	0.18
青紫	0.08
紫	0.00
赤紫	0.35

3. コントラスト感の高さ

コントラスト感は画像中の注目色と、その色の背景色との明度差により求められる。下式においては、背景色の明度はカラーリストの中で計算対象である色を除いた色の明度の平均値として計算される。この平均値には画像における色の出現数も考慮される。それと計算対象の色の明度とを比較し、その差をコントラスト感の高さを表す値とした。なお、明度、背景色の明度とも0から1の範囲にあり、 C_3 の値は0から1の範囲をとる。

$$C_3 = |\text{明度} - \text{背景色の明度}| \quad (3-3)$$

4.3 イメージ・カラーの決定

使用色として選び出されたすべての色に対し、式(3)より L の値を算出する。この値が大きければ大きいほどイメージ・カラーである条件を満たすことになり、値の大きい方から5色をイメージ・カラーとして決定する。使用色が5色に満たないものはすべての使用色をイメージ・カラーとして決定する。このデザイン画像のイメージ・カラーの最大数は、最も適切な値を求めるためデザイナーとの話し合いを行い決定した。以上の計算により与えられたデザイン画像からイメージ・カラーを決定することができる。

4.4 イメージ・カラー選定例

図6~8において、(a)はスキャナにより取り込まれた画像、(b)は16色以下に限定された画像、(c)はイメージ・カラー、(d)はイメージ・カラーの目立つ度合 L である。これは(c)における各色と対応している。なお、(d)における L の値は式(3)で求められた値を200倍している。

5. 結 論

本論文において、デザイン画像から使用色を限定し、その中から目立つ色を取り出すことによりデザイン画像のイメージ・カラーの選定法を提案した。この方法により、今までデザイナーの感性に頼っていたイメージ・カラーの選定を計算機により求めることができるようになった。

また、デザイン画像データベースにおいて、本研究の使用色限定の結果を応用することにより、以下のようないかなる有効な処理を行うことができる。

1. 色数が減少したことにより、デザイン画像の色の修正を簡単に行うことができる。
2. 色数が減少したことにより画像の輪郭抽出が容易にでき、領域図形の変形が容易に行える。

3. ランレングス法などを用いることにより、効果的なデータベースの画像データ量の圧縮が行える。
4. 計算機を用いて、画像を生地にプリントすることがあるが、染料の数の関係上、たいいては画像の色を減らさなければならない。現在、これはペイントなどを用いた手作業により行われているが、本研究の色限定手法を用いることにより、デザイン画像を本来の色数で生地にプリントすることができる。

謝辞 埼玉県産学官共同技術開発研究者でありイメージ・カラーの条件などについて御助言を賜った、埼玉県繊維工業試験場の中島規之、竹内了の両氏、色限定法について御助言を賜った埼玉大学の太澤裕助教授に深く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) 黒田, 近藤, 猪原, 諸原, 中島, 竹内, 佐藤, 島田: テキスタイル画像データベースの感性検索とデザインのための統合化システムとその応用, 第9回 NICOGRAPH 論文集, pp. 113-122 (1993).
- 2) 宇津野, 猪原, 近藤, 佐藤, 島田: 画像特徴量を用いた感性情報の抽出, 第48回情報処理学会全国大会論文集, 分冊4, pp. 129-130 (1994).
- 3) Inohara, T., Kondo, K., Sato, H. and Shimada, S.: Classification of Textile Pictures Using a Complexity Scale, ACCV '93, pp. 51-54 (1993).
- 4) 諸原, 近藤, 佐藤, 島田: デザイン画のイメージ・カラー抽出システム, 感性工学フォーラムシンポジウム, pp. 121-124 (1994).
- 5) 小林重順 (監修), 日本カラーデザイン研究所 (編): カラー・イメージ辞典, 講談社 (1983).
- 6) 鈴木, 大沢, 坂内: 色選択に柔軟性を持たせた限定色表示手法, テレビジョン学会誌, Vol. 43, No. 3, pp. 268-275 (1989).
- 7) 高木幹雄, 下田陽久 (監修): 画像解析ハンドブック, 東京大学出版会 (1991).
- 8) 千々岩英彰: 色彩学, 福村出版 (1983).
- 9) 川上元郎: 新版 色の常識, 日本規格協会 (1987).
- 10) Foley, J. D., Van Dam, A. (著), 今宮淳美 (訳): コンピュータ・グラフィックス, 日本コンピュータ協会 (1987).

(平成5年12月6日受付)

(平成6年11月17日採録)



諸原 雄大 (学生会員)

1971年2月12日生まれ。1993年埼玉大学工学部情報工学科卒業。現在、埼玉大学理工学研究科情報工学専攻在学中。感性工学分野、特に、配色と感性との関係について研究を行っている。



近藤 邦雄 (正会員)

1979年名古屋工業大学第二部機械工学科卒業。工学博士。名古屋大学教養部図学教室、1988年東京工芸大学電子工学科講師を経て1989年埼玉大学工学部情報工学科助教授。

コンピュータグラフィックス、ユーザインタフェース、形状モデリング、感性と知識をもとにした画像処理の研究に従事。日本図学会などの会員。



島田 静雄 (正会員)

昭和29年東京大学工学部土木工学科卒業。昭和34年東京大学大学院数物系研究科博士課程修了。工学博士。東京大学工学部助手、講師を経て昭和37年名古屋大学助教授、昭和52年教授。平成2年埼玉大学教授、工学部情報工学科に配置替。橋梁設計に関連して自動製図、CAD並びに設計情報管理の研究に従事。土木学会会員。



佐藤 尚 (正会員)

1964年東京に生まれる。1987年学習院大学理学部数学科卒業。1989年国際基督教大学理学研究科修士課程修了。1990年学習院大学自然科学研究科博士後期課程中退。同年埼玉大学工学部助手。情報数学、Prologと数学、プログラミング言語、コンピュータグラフィックス等の研究に従事。日本数学会などの会員。