

## カラー画像からの代表色抽出手法の開発とイメージ写真に基づく インテリアブランド分析への応用

New extraction method of representative colors from image photographs and its application to image analysis  
of home-interior brands

経営システム工学専攻 高橋直己

Department of Industrial and System Engineering, Naoki Takahashi

近年、メーカーごとの特徴分析や消費者ニーズ分析などの市場調査のために、大量のデータを分析し、データの潜在的なパターンを発見する研究が注目されている。こうした分析を実施するためには、データの属性として人間が何を認知しているかをメーカーが理解することが必須である。しかし対象の認知的特性を取得する技術およびその分析手法は未だ確立されていない。対象の認知的特性の抽出や分析は統計的な尺度だけでなく、人間の知覚や認知の情報処理をモデル化する必要がある。そこで本研究では、色彩特徴に着目した対象の認知的特性を表現する手法の開発を目指した。さらにその応用として、獲得された対象の色彩特徴を用いたブランドイメージ分析を実施した。

本研究では以下に述べる心理学および工学的な理由から色彩に着目している：心理学的には、色彩と感性について既に様々な知見があり、色彩によって対象の特徴を表せばそのイメージの分析へ利用できることが、工学的には色彩がコンピュータビジョンのみならず、知覚・認知心理学の分野においても定量的な表現がしやすく、大量のデータの特徴を表すのに適しているためである。

人間は複雑な色彩分布を持つ画像刺激や視覚的イメージであっても、それを認知する際には少数の代表的な色で置き換えて理解することができる。この少数の色を本研究では代表色と呼ぶ。代表色は一つの画像の中から抽出するだけでなく、多数の画像データからなるカテゴリの特徴として抽出することもできる。例えばブランドは単一の画像ではなく多数の画像を見ることによって作られるカテゴリであり、そのイメージを分析するにはカテゴリの代表色分析が必要となる。それにも関わらず従来研究では、一つの画像からの代表色抽出のみが扱われていた。そこで本研究では、代表色の概念を拡張し、単一の画像のみならず、ある観点でまとめられた多数の画像データからなるカテゴリからも自動的な代表色抽出を試みた。

本研究における代表色の抽出技術の開発は、人間の色彩知覚モデルの構築という基礎研究としての側面と、多数のデータの色彩特徴を分析し認知的なパターンを分析する応用技術の提案としての側面を持つ。具体的には、基礎的研究としてのカラー画像の代表色抽出アルゴリズムの提案と評価実験を、応用的研究としてはインテリアブランドの色彩特徴分析とブランドイメージの認知に関わる代表色パターンの分析を実施した。そしてこれらの手法に基づくカテゴリのイメージ分析の汎用性について、様々な分野へ適用と検証を実施し、実用性と今後の課題について知見を得た。

本論文の第1章では、マーケティング分野における従来のデータ分析手法の課題と、代表色を用いたアプローチの有用性についてまとめる。そして画像からの代表色抽出法およびカテゴリの代表色を用いたブランドイメージ分析の方略について概要を説明する。

第2章では、色彩知覚や感性についての基礎的な知見と、色彩を用いた画像の特徴表現や感性のデータ分析手法について関連研究をまとめる。さらにこれらの研究に対する本研究の位置づけについて

述べる。

画像から代表色や配色を抽出する先行研究として、代表的なのは **k-means** 法を使って画素値を量子化する手法[1]である。しかし大量の画像データに対して適用する場合、色彩特性を表現するのに適切な構造は画像によって異なると考えられる。従来手法では予め色数などの特徴表現の構造を決める必要があったが、本研究では画像から自動的に代表色特徴の構造を求めて抽出を行う。

色彩とそのイメージを分析する研究は、単色や2色で構成されるカラーパッチを用いた心理実験が多い ([2]など)。しかし実際の写真などの刺激は物理的に複雑な特徴を持っており、厳密な心理実験を行うことは困難である。本研究は代表色抽出により複雑な対象を単純に表現できるので、心理実験の知見をイメージ分析に応用することが出来る。

また対象の視覚的属性を用いた従来の感性分析は、色彩などの属性値の取得が困難であり大量のデータを扱うことはできなかったが、本研究は自動的な代表色抽出により大量の画像データからイメージ分析を行うものである。

第3章では、本研究で提案する画像からの代表色自動抽出のアルゴリズムについての説明と評価実験の方法について論じる。

本研究で用いる少数の代表色による画像の色彩特徴表現の例を図1にあらわしている。これは例えば、図1(a)のイメージ写真の色彩特徴を、図1(d)のような少数の代表的な色で表す方法である。本研究では代表色の自動抽出アルゴリズムを提案し、提案手法と従来手法を比較する評価実験によって、人間が知覚するのとはほぼ同等な代表色の抽出が提案手法を用いると可能であることを示した。

図1は本研究が提案する代表色抽出手法の処理過程の概要を説明している。まず、**graph-based segmentation** によって領域分割をした後、**complete link** による階層クラスタリング手法を用いて代表色のクラスタリングを行う。

また評価実験では、まず自然画像を被験者に提示し、任意の色数の代表色を回答させた。そして提案手法と比較手法でそれぞれ抽出した代表色と被験者の回答の類似度を計算した。比較対象となる抽

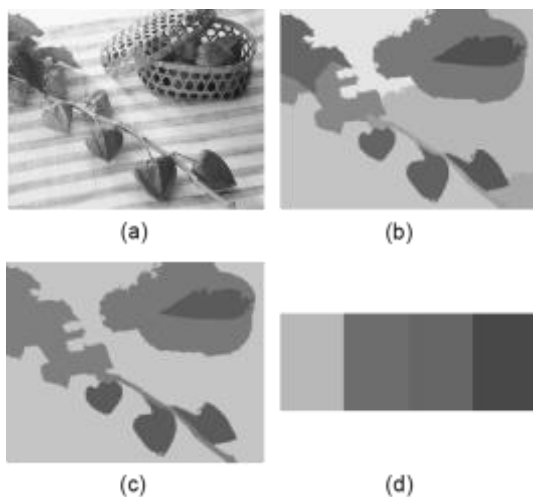


図1 代表色抽出の過程

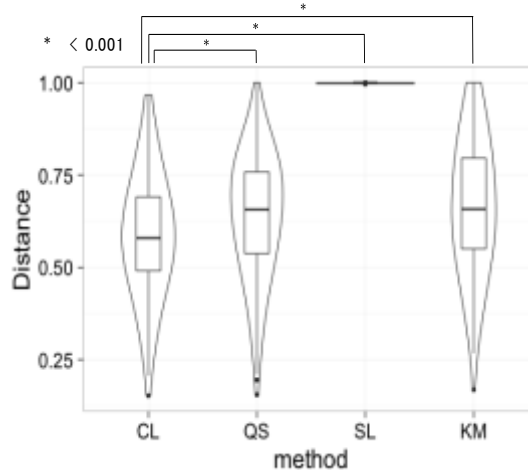


図2 各種法による抽出結果と人の代表色の回答との距離の分布

出方法は以下のとおりである：代表色抽出の方法として最もよく用いられている k-means 法を利用した手法(KM)と、それに類似した single-link 法を利用した手法(SL)を比較対象とする。また提案手法のクラスタリング部分を quick shift で実装した方法(QS)も比較対象として加えた。図 2 は各手法と人の回答との距離の分布である。提案手法(CL)の代表色抽出は他手法と比べて平均や全体的な分布が距離の小さい方に偏っており、より人の知覚に近い抽出がなされていることを示しており、その差は  $p<0.001$  で有意であった。

第 4 章では、本研究で提案する多数の画像からなるカテゴリの特徴の代表色による分析方法について論じる。

イメージ写真は、配色、商品以外の背景インテリア、照明のライティング、画像の加工処理など様々な要素を利用して、ブランドイメージを伝達するメディアである。本研究では 6 つのインテリアブランドのイメージ写真を対象に、代表色の分布特性の可視化を行った。

全イメージ写真の代表色を分析すると、その大部分は彩度の低い、白、黒、灰色であるが、分布の形状としては赤(R)・オレンジ(O)・シアンと青の中間(CB)の 3 つの塊が見いだせた。そこで model-based clustering によってこの塊をクラスターとして分け(図 3)、イメージ写真がそれぞれの色を含む量に基づく指標化を行った。その結果、ブランド間で共通する色彩特徴と、各ブランドにとって顕著な色彩特徴のパターンが得られた。図 4 はイメージ写真の代表色特徴を可視化である。

さらに色彩特徴がブランドイメージ判断に与える影響を確かめるため、被験者 11 名にイメージ写真を提示し、その写真のブランド名を回答させる実験を行った。その結果、写真によって正答率に差があることが分かった。具体的には情報量の高い色彩特徴をもつ写真と、情報量の低い色彩特徴をほとんど持たない写真で正答率が高い傾向があった。

第 5 章では、提案手法の応用可能性について、インテリア以外のブランドイメージ分析をまとめる。

カテゴリの代表色の分析手法の応用可能性については、インテリア以外の分野として自動車 5 ブランドと生命保険 3 ブランドのイメージ画像群へ、4 章の手法を適用して分析を実施した。この分析を通じて、生命保険のような視覚コンテンツを持たないサービスであっても、イメージ写真を利用する

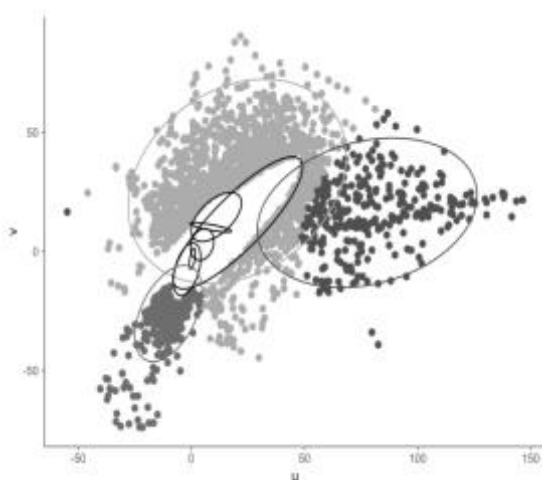


図 3 model-based clustering による代表色のクラスタリング

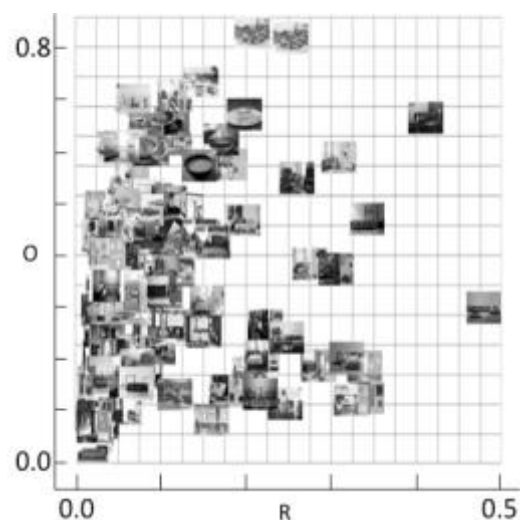


図 4 特徴量空間の可視化

ことで本手法が適用可能であることを示した。

分析の結果、共通して見られたのは低彩度色への集中、青と橙方向への代表色の分布である。そして大衆ブランドではその傾向がより強まり、高級ブランドではより鮮やかな赤や青、あるいは無彩色への集中といった傾向が見られた。分析結果を踏まえてイメージ写真を見ると、自然や街を背景とすることで低彩度色と橙の分布が大きくなること、そして大衆ブランドは自然や街といった日常空間を背景にし、高級ブランドはモノトーンなど非日常的な空間を背景として商品を鮮やかに際立たせており、分析結果を通じてこれらの効果の説明が可能となった。

一方、生命保険では視覚的な商品がないため、人間が被写体として選ばれやすく、代表色はそうした被写体や心理描写のための演出を反映していた。具体的には明るい背景や緑の中でふれあう親子、屋内で顧客と会話する営業マンといった写真が多く、その背景の違いが代表色の違いとして現れた。

第6章では、本論文の全体的な総括と学術的な位置づけと、産業応用の可能性について述べる。

本研究は、視覚情報処理とデータマイニングを、画像あるいはカテゴリの特徴を表す色彩情報を選択する認知処理の枠組みで一般化している。

視覚情報処理の研究としては、人間の知覚モデルを取り入れた処理システムが特徴である。本研究で提案する代表色抽出手法は、特徴表現のスキーム自体が知覚の結果として得られるアルゴリズム開発を行った。

データマイニングの研究としては、統計的な尺度だけでなく認知処理の枠組みで分析を行っている点の特徴である。本研究ではあるカテゴリの特徴を表す情報はごく一部の顕著なデータによって表されることを示した。さらにカテゴリの認知的な色彩特性が、人が行うカテゴリのイメージ判断に及ぼす影響について検証し、情報量の高いデータがイメージ判断を行いやすくさせていることを実験によって示し、本研究の手法がイメージの認知を行う際の手がかりとなる色彩特徴を見出す方法であることを示した。

本研究は産業的にはマーケティングへの活用としてインテリア以外にも Web デザイン、広告デザイン、景観デザイン、ファッションコーディネート、映像制作などの分野への適用が期待できる。

今後の課題は色彩の心理的・感性的な効果の体系的なモデルとカテゴリ認知のシステムをとりいれ、より分野横断的な分析手法を開発することである。これによってブランド間の比較だけでなく、分野間の比較や時系列分析など、イメージ分析技術としてより柔軟な解析を可能にする。

## 参考文献

- [1] Y. Deng, B. S. Manjunath, C. Kenney, M. S. Moore, and H. Shin, "An efficient color representation for image retrieval," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 10, no. 1, pp. 140–147, 2001.
- [2] L. C. Ou, M. R. Luo, A. Woodcock, and A. Wright, "A study of colour emotion and colour preference. Part I: Colour preference modeling," *Color Res. Appl.*, vol. 29, no. 3, pp. 232–240, 2004.