

Title	色彩分析による料理画像検索・知識獲得システム
Sub Title	A Knowledge Acquisition System for Recognition and Searching Food-Image with Color Analysis
Author	小松, 万里子(Komatsu, Mariko) 清木, 康(Kiyoki, Yasushi) 倉林, 修一(Kurabayashi, Shuichi)
Publisher	慶應義塾大学湘南藤沢学会
Publication year	2012
Jtitle	交通運輸情報プロジェクトレビュー No.21 (2012.), p.83- 88
JaLC DOI	
Abstract	本稿では, 携帯電話やカメラを用いて撮影した画像を対象として, 画像の色彩分析により既存のデータベースから記憶を想起し画像に対応する情報を検索するシステムを提案する。本研究においては画像の一例として特有の色彩を有する料理写真を用い, 料理に特有の色彩を対象とする相関量計量により判定する。本システムの特徴は, 料理画像に特化した"色彩分析フィルタ"により, 利用者が撮影する画像を対象として, 料理の識別に有効な色彩特徴量を抽出する点である。
Notes	2012年度慶應義塾大学JR東日本寄附講座報告書 慶應義塾大学交通運輸情報プロジェクト その3: 慶應SFC研究員・院生・学部生の研究
Genre	Technical Report
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO92001006-00000021-0083

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

色彩分析による料理画像検索・知識獲得システム

小松万里子 清木康 倉林修一

慶應義塾大学環境情報学部 〒252-0882 神奈川県藤沢市遠藤 5322

E-mail: {t09368mk, kurabaya, kiyoki}@sfc.keio.ac.jp

あらまし 本稿では、携帯電話やカメラを用いて撮影した画像を対象として、画像の色彩分析により既存のデータベースから記憶を想起し画像に対応する情報を検索するシステムを提案する。本研究においては画像の一例として特有の色彩を有する料理写真を用い、料理に特有の色彩を対象とする相関量計量により判定する。本システムの特徴は、料理画像に特化した“色彩分析フィルタ”により、利用者が撮影する画像を対象として、料理の識別に有効な色彩特徴量を抽出する点である。

キーワード 料理情報データベース、画像データベース、マルチメディアデータベース

A Knowledge Acquisition System for Recognition and Searching Food-Image with Color Analysis

Mariko Komatsu Yasushi Kiyoki and Shuichi Kurabayashi

Faculty of Environment and Information Studies, Keio University 5322 Endo, Fujisawa, Kanagawa, 252-0805 Japan

E-mail: {t09368mk, kurabaya, kiyoki}@sfc.keio.ac.jp

Abstract This paper presents a image search system for searching and recalling information by using colors of photo image. For example, I use the food images, the system computes the visual similarity of cuisines' photographs, which are taken using the cellular phone and the camera in a community. This system computes correlations between a cuisines' photograph and cooking pictures in the cooking image database, which includes the recipe information collected in the community, by using color peculiar to a specific cooking such as Chinese dish and Japanese dish. The feature of this system is "a color analysis filter" that extracts a specific set of colors effective in discerning the cuisines pictures.

Keyword Recalling database, Image.database, Multimedia.database

1. はじめに

近年、ネットワーク上におけるレシピ検索サイトの普及に伴い、料理レシピ情報が食生活における重要な情報源として注目を集めている。現在、商用で提供されているレシピ検索サイト(ex.Cookpad)では、キーワードを用いて料理名、食材を指定し、料理レシピを検索する。また、文献[2][3]では、印象後を用いて料理レシピを検索する印象検索エンジンを提案している。携帯電話やデジタルカメラを用いてブログやホームページ mixi や Twitter 等の SNS に自らの撮影した料理写真をアップロードする利用者が増えている。これらの利用者がアップロードして料理画像を対象として、画像処理による食事記録を行うシステム[1]が提案されている。料理においては、その盛りつけや視覚的な見栄えも重要な要素であり、色彩という観点からレシピを検索することが出来れば、新たなレシピの発見を支援する事が出来る。

本校では、携帯電話やカメラにより撮影した料理写真を対象とし、個々の料理に特有の色彩分析により料理写真に写る料理を判定し、データベース内においてその料理に対応するレシピを検索し、料理を特定する

システムを提案する。本システムの特徴は、料理画像に特化した色彩分析フィルタにより、利用者が撮影する画像を対象として、料理の識別に有効な色彩特徴量を抽出する点である。

本校では、本システムの食生活における応用例として、画像によるレシピ連作システム、および日々の食事を記録し、栄養バランスの分析を行うヘルスケア・アプリケーションや、食育における食事の色彩の重要度を示す為のシステムなどの実現方式を示し、本システムの実現可能性、および応用可能性を示す。

2. 色彩分析による料理画像・レシピ情報検索システム

2.1 - 色彩分析による料理画像の検索システム

本システムは、1)利用者の色彩の自由選択、2)選択色の中での色彩分析による検索、3)既存データベースとの色彩による相関量計量、4)対応する料理情報の表示の4サブシステムから構成される。図1は、本システムの概要を表す。まず対象とする画像は、利用者が食事をする際などに携帯電話やデジタルカメラで撮影

した写真である。このような日常的な画像を色彩によって検索を行なう。そして読み込んだ画像を、既存のデータベース内の料理画像との相関量計量によって色分析を行なう。そして類似する画像を抽出し同時にその料理に関する情報を検索結果として表示する。また大きなサブシステムとして、利用者が新たに獲得した料理画像を自由に追加できることによって新たなデータをデータベースに記憶させることを実現する。

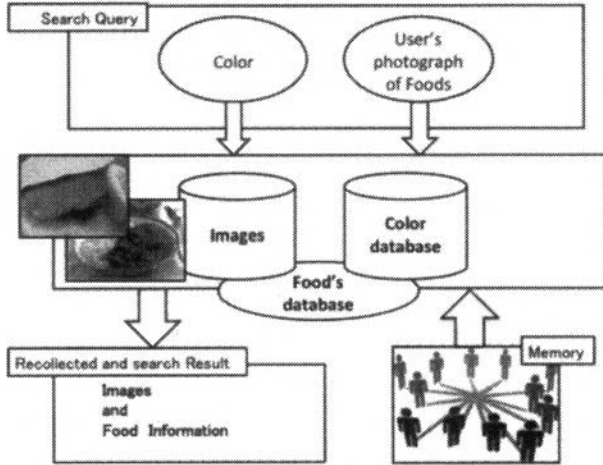


図 1 システム概要図

2.2 基本データ構造

本システムが使用する色彩セットは、マンセル表色系の代表 130 色を選択した[4]。代表色は、有彩色 12 系統色×10 パリエーションの 120 色、および、無彩色 10 色の計 130 色である (図 3)。本システムは、利用者が得たい料理の色を選択し画像の内積量から対応する結果を表示する。本システムのレシピデータ DB 構成図を図 2 に示す。それぞれの料理画像には画像 id, 名前, カロリー, 味, 画像枚数を与えておく。画像 id とレシピ情報となる原材料名をリレーションで繋ぎ、画像と色彩が一つのリレーションとなる。これによって色彩からのレシピ情報の獲得が可能となる。また色彩には 130 種類の色名とそれぞれの色の割合が存在し、取り込んだ画像を色彩の割合によって内積量計量を行ない類似する画像を抽出する。

利用者は得たい料理の色彩を選択(130 色の中から対象とする料理に対応する色を選択)し、色彩情報による画像の検索を適用し料理画像と料理情報を獲得する。さらに原材料等のキーワードによる検索を行なうことによってより明確で求めたい結果を獲得することができる。また色彩データを用いることでそれぞれの料理にどのような色の傾向があるのかが理解でき、よりいっそう色彩からの料理レシピの検索が容易となる。

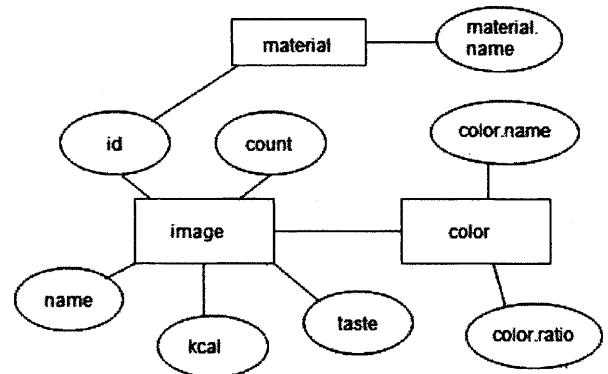


図 2 本システムにおけるレシピデータ DB の構成図

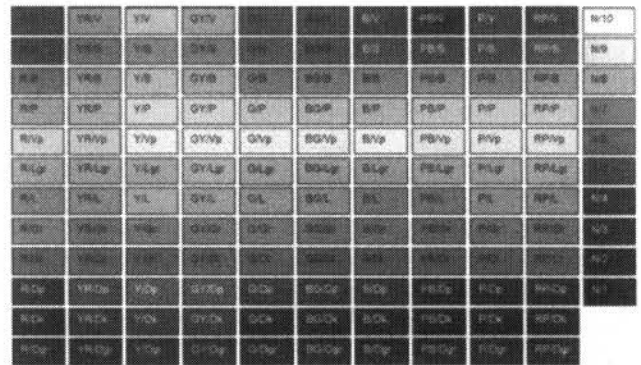


図 3 有彩色 120 色、および、無彩色 10 色からなる全 130 色のマンセル基本色彩セット [4]

本システムは、色彩感の類似性を計量するために、表紙画像の全ピクセルの RGB 値をマンセル表色系である HSV 値へ変換し、さらに、マンセル基本 130 色のヒストグラムへ変換する[5]。この 130 色に変換した色彩情報ベクトルを Food Color Metadata Vector とする。RGB 値から HSV 値への変換には、次の式を用いた。

$$V = \max(R, G, B)$$

$$S = 255 \times \frac{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)}{\max(R, G, B)}$$

$$H = \begin{cases} 60 \frac{B - G}{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)} & R == \max(R, G, B) \\ 60 \left(2 + \frac{R - B}{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)} \right) & G == \max(R, G, B) \\ 60 \left(4 + \frac{G - R}{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)} \right) & B == \max(R, G, B) \end{cases}$$

また、HSV 空間における距離計量には、Godlove 色差式[6]を用いた。Godlove 色差式 $\Delta_{godlove}$ を次に示す。

$$\Delta_{godlove}(H_1, V_1, S, H_2, V_2, S_2)$$

$$= \frac{2S_1S_2 \left(1 - \cos \left(2\pi \frac{|H_1 - H_2|}{100} \right) \right) + (|S_1 - S_2|)^2 + (4|V_1 - V_2|)^2}{2}$$

2.3 - レシピデータを対象とした色彩メタデータ

生成

本システムの特色は、国や文化に応じた料理の色の特徴を抽出するため、料理用色彩フィルタを適用する点にある。本システムは、国別に料理用色彩フィルタを適用し、それぞれの料理に固有の色彩の傾向を抽出し、料理を詳細に分析・分類する。例えば、中華料理を対象とした料理用色彩フィルタ、和食料理を対象とした料理用色彩フィルタ、イタリアンを対象とした料理用色彩フィルタを適用する。検索に使用する画像が、相関量計量によってこれらの色彩メタデータに近ければ、その料理は何処の国の料理であるかを判別できる。このように様々な国の料理をも判別し検索することができるので、より国際化されたシステムが実現可能となる。

具体的な例として、イタリア料理に関する色彩メタデータ生成について示す。イタリア料理に頻繁に使用刺されている色彩 20 色を、130 色のマンセル基本色彩セットから選択した(図 4)。赤はトマトソースやハム、黄はパスタやピッツアの生地、緑や紫はレタスや紫キャベツなどのサラダに関する色であり、それらはイタリア料理に使用される代表的な色彩とした。図 5、および、図 6 に、イタリア料理を対象とした色彩フィルタの適用例を示す。パスタ、および、ピッチャに固有の色彩を抽出することにより、イタリア文化圏の特徴に応じたレシピの色彩メタデータを生成することが出来る。

	YR/V	Y/B	GY/V	GL	BG/Vp	RP/V	N/10
	YR/B	Y/P	GY/S	GL		PN/p	
R/B	YR/P		GY/B	G/Dp			
			GY/L	G/Dk			

図 4 イタリア料理を対象とした色彩分析フィルタ (130 色マンセル基本色彩セットから色彩 20 色を選択)

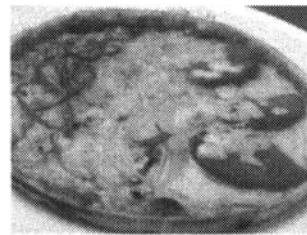


元画像



イタリア料理用色彩分析フィルタ適用後の画像

図 5 イタリア料理を対象とした色彩分析フィルタの適用例 1 (パスタ)



元画像



イタリア料理用色彩フィルタ適用後の画像

図 6 イタリア料理を対象とした色彩分析フィルタの適用例 2 (ピッツァ)

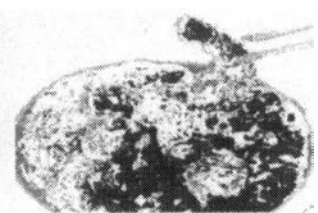
次に中華料理の例を挙げる。中華料理に頻繁に使用刺されている色彩 20 色を、130 色のマンセル基本色彩セットから選択した(図 7)。図 4、および、図 7 に示すように、中華料理とイタリア料理においては、異なる色彩が選択されている。中華料理に使用される赤は麻婆豆腐やエビのチリソース、黄はラーメンの麺やスープ、天津飯や炒飯等に使用される。イタリア料理で使用される赤とは違いがあり、またイタリア料理での赤色はトマトソースであるが中華料理での赤色はチリソースのように辛い料理に主に使用されている。図 8、および、図 9 に、中華料理を対象とした色彩フィルタの適用例を示す。エビチリソース、および、麻婆豆腐に固有の色彩を抽出することにより、中華文化圏の特徴に応じたレシピの色彩メタデータを生成することが出来る。

	YR/P	Y/V	GY/P	GL	P/Dp	N/10
	YR/Vp	Y/S				N/2
R/Dp	YR/Dp	Y/B				
R/Dk		Y/P				
R/Dgr		Y/Np				
		Y/L				
		Y/Dp				

図 7 中華料理の色彩分析フィルタ(130 色マンセル基本色彩セットから 20 色を選択)



元画像



中華料理用色彩分析フィルタ適用後の画像

図 8 中華料理を対象とした色彩分析フィルタの適用例 1 (エビチリソース)



図 9 中華料理を対象とした色彩分析フィルタの適用例 2 (麻婆豆腐)

2.4 - 画像検索方式

本システムは、2.3 節において示した色彩メタデータを対象として、料理画像をデータベース内より検索する。本システムは、クエリとして与えられた料理画像を用いて、レシピ画像データベース内のレシピをランキング化し、検索結果を出力する。本システムは、各レシピの色彩特徴量の各ベクトル h_1 と、クエリ画像のベクトル h_2 間の内積値を算出する関数を提供する。この関数 $f_{\text{histogram_intersection}}(h_1, h_2)$ を次のように定義する。

$$f_{\text{histogram_intersection}}(h_1, h_2) = \frac{\sum_{i=1}^n \min(h_{1[i]}, h_{2[i]})}{\sum_{j=1}^n h_{1[j]}}$$

色彩分析フィルタを適用した画像検索と、適用しない 130 色基本色彩分析フィルタによる画像検索の結果の適合率を図 10 として示す。適合率とは、イタリアン 10 件、中華料理 10 件の画像を対象とし検索結果上位 10 件中に含まれる正解数の割合により評価する。この場合 130 色を使用した実験と料理別フィルタを使用した実験では、料理別フィルタを用いた検索の適合率が高いことが分かる。つまり 130 色を使用するよりも料理別色彩分析フィルタを用意することで、より高い相関量計量が可能となる。

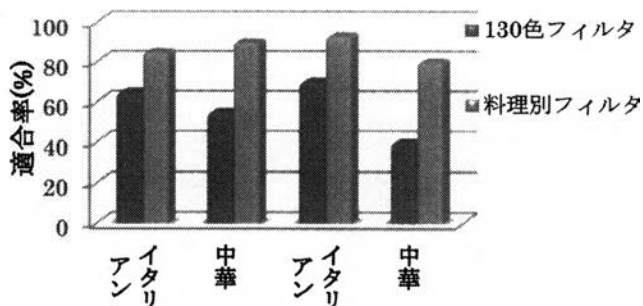


図 10 130 色使用時と料理別色彩フィルタ使用時相関量計量の適合率(%)

3 プロトタイプシステム

3.1 色彩分析インターフェース

本節では、前述に示した画像の色彩分析を行う事のできる色彩分析システムのプロトタイプシステムを示す。Java Script, HTML5 を実装に用い、色彩分析フィルタの選択、カラーチェックボックスによる色彩の選択、画像の読み込みと画像を選択色で解析する事ができる。イタリア料理の色彩傾向 20 色(図 11)、中華料理の色彩傾向 20 色(図 12)をそれぞれ選択することで、画像の色彩を分析する相関量計量の際に背景色の除去、類似した他の色彩に分散する事を回避する。

Food image search by Color Analysis



図 11 イタリア料理の色彩分析インターフェース

Food image search by Color Analysis



図 12 中華料理の色彩分析インターフェース

3.2 色彩分析を用いた料理の画像検索・知識獲得システム

本説では色彩分析を用いた料理の画像検索・知識獲得システムのプロトタイプシステムの実装について示す。本システムは HTML5, JavaScript をクライアントサイドにおいて用いる事で実装した。スマートフォン、タブレット端末、および PC を対象としてウェブブラウザ上において動作する(図 13)。サーバーサイドにおいては、Perl 言語及び PostgreSQL データベースシステムを用いた。本システムでは、ベクトル間の内積計量を行う SQL 関数を定義し、レシピ検索操作を SQL を用いて実装している。また、操作する環境に入る事が出来るので、SQL を実行することによって任意のユーザが検索可能なウェブデータベースを構築する事が可能となる。

以上のように、本研究である料理画像検索・知識獲得システムについて述べ実験を行った結果、国別に色彩分析フィルタを作成する事は料理の画像検索において有効であることが分かった。前述に記したように文化や食材によって料理に使用される色彩は異なっており、国別に色彩の分析を可能にすることで検索の精度は高まることとなった。なお本研究の実験段階においてはイタリア料理・中華料理の画像に限定した検索となっているが、世界には様々な国や文化の料理が存在する為大きく発展したシステムを実現することが可能となる。

5.今後の展望とまとめ

本稿では、携帯電話やカメラを用いて撮影した料理写真を対象として、個々の料理に特有の色彩の分析により料理写真に写る料理を認識し、料理を特定するシステムを提案した。本システムは、写真に写る料理の色彩と、既存の料理画像データベース内の画像の類似性を、料理に特有の色彩を対象とする相関量計量により判定する。本システムの特徴は、料理画像に特化した“色彩分析フィルタ”により、利用者が撮影する画像を対象として、料理の識別に有効な色彩特徴量を抽出する点である。また、HTML5の機能を用いて料理画像データベースを実現する方式を示した。

今回の実験においては料理の色彩に注目し色彩を選択することによる料理画像検索を実現した。今後の展望として、ユーザが画像を取り込むことによりデータベースを追加し拡大することができるソーシャル・コミュニティシステムや、カロリーや原材料の情報を使用したヘルスケアアプリケーションの開発、原材料の色彩から料理の献立やレシピを自動生成するシステムの実装等が可能となる。料理において色彩は重要な要素であり今後さらに発展する事が出来るのである。

参考文献

- [1] Yasushi Kiyoki: “A semantic Associative Computation Method for Automatic Decorative-Multimedia Creation with “Kansei” Information”
- [2] Hanako Kariya and Yasushi Kiyoki: “Metadata Extraction and Retrieval Methods for Taste-impressions with Bio-sensing Technology, Information Modelling and Knowledge Bases XIX, pp359-378, ISBN 978-1-58603-812-0, 2008.”
- [3] 北村圭吾、山崎俊彦、相澤清晴: “食事ログの取

得と処理-画像処理による食事記録-”.映像情報メディア学会誌、63, 3, pp.376-379, 2009.

[4] 小林重順: “カレーイメージスケール改訂版”, 講談社, 2001.

[5] Shuichi Kurabayashi and Yasushi Kiyoki: “Media Matrix : A Video Stream Retrieval System with Mechanisms for Mining Contexts of Query Examples,” In Proceedings of the 15th International Conference on Database Systems for Advanced Applications (DASFAA2010), pp.452-455, Tsukuba, Japan, April 1-4, 2010.

[6] Godlove, I H “Improved Color-Difference Formula, with Applications to the Perceptibility and Acceptability of Fadings” J.Opt.Soc.Am., 41, 11, pp.760-770, 1951.