

色彩に応じたレシピ検索・共有ソーシャルコミュニティ システムの実現

小松万里子 倉林修一 清木康

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、携帯電話やデジタル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特定し、コミュニティ内においてその料理に対応するレシピを検索・共有するシステムを提案する。本システムは、写真に写る料理の色彩と、コミュニティ内に集められたレシピ情報を伴う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。

キーワード レシピ・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 Social Community Engine for Searching and Sharing Food's Recipe by Using Colors

Mariko Komatsu Shuichi Kurabayashi and Yasusi Kiyoki

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 recipe search system for searching and sharing recipe information in a social community. The system computes the visual similarity between cuisines' photographs, which are taken by using cellular phones and cameras 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 features to 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 Recipe.database , Image.database , Multimedia.database

1. はじめに

近年、ネットワーク上に料理レシピに関するサイトが多く存在し、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（例えば、CookPad¹）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、印象語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、利用者の増加している 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。また、これらの利用者がアップロードした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、その盛り付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ことが出来る。

本稿では、携帯電話やデジタル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の分析によって料理写真に写る料理を判定し、コミュニティ内においてその料理に対応するレシピを検索・共有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。

本稿では、本システムの食生活における応用例として、画像によるレシピの検索システム、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。

¹ クックパッド株式会社: <http://cookpad.com/>

2. 色彩に応じたレシピ検索・共有ソーシャルコミュニティシステム

2.1. 利用者との双方向性システム

本システムは、1)料理写真の色彩分析による検索、2)問い合わせとして入力された料理写真と料理画像データベース内画像との色彩の相関量計量、3)対応する料理のレシピ情報の表示、4)利用者が料理画像データベースに画像を自由に追加・構築する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わす。まず、問い合わせとする画像は、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。本システムは、このような日常的な画像を問い合わせを受け取ると、料理画像データベース内画像を対象として、色彩の類似性によって検索を行なう。問い合わせ画像と、既存のデータベース内の料理画像の色彩に関する相関量計量によって類似する画像を選択し、選択した画像に対応するレシピ情報を検索結果として表示する。また、本システムは、サブシステムとして、利用者が新たに獲得した料理画像とそのレシピ情報を自由に追加する機能の構築により、ソーシャルコミュニティシステムとして、データベースによる料理情報の共有性、検索性の拡大を実現する。

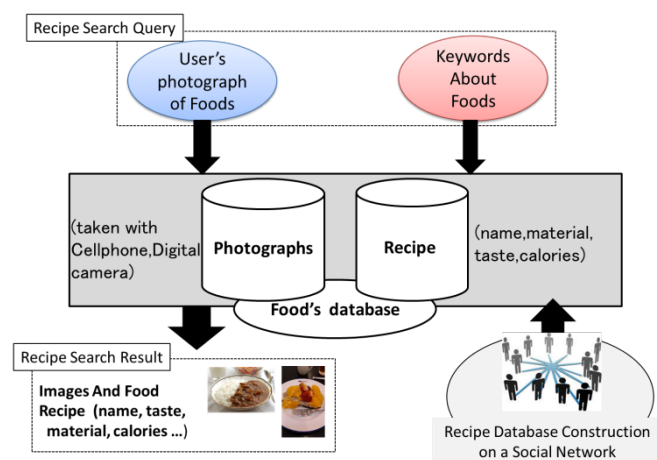


図 1 システム概要図

2.2. 基本データ構造

本システムが使用する色彩セットとして、マンセル表色系の代表130色を選択した[6]。代表色は、有彩色12系統色×10バリエーションの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。レシピデータDB構成を図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、画像枚数を与えられる。各料理の画像と色彩の関係は一つのリレーション内に対応づけ、また、画像idとレシピ情報となる原材料名は、リレーションで繋がる。

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。料理画像データベース内の料理ごとに、各色彩について、130種類の色名とそれぞれの色の割合が示され、問い合わせ料理画像の色彩分布との内積量計量により類似する料理画像を抽出する。

また、第2の問い合わせ形式として、利用者は料理の色彩を選択(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こともできる。第3の問い合わせ形式として、原材料等のキーワードによって、対応する料理レシピを獲得することも可能である。さらに、本システムは、色彩データの分析機能により、それぞれの料理にどのような色彩的傾向があるかを提示することにより、利用者による色彩からの料理レシピの検索を容易とする。

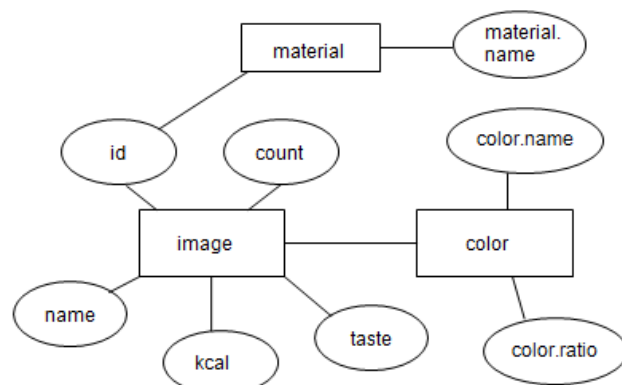


図 2 本システムにおけるレシピデータ DB の構成図

R/V	YR/V	Y/V	GY/V	G/V	BG/V	B/V	PB/V	P/V	RP/V	N/10
R/S	YR/S	Y/S	GY/S	G/S	BG/S	B/S	PB/S	P/S	RP/S	N/9
R/B	YR/B	Y/B	GY/B	G/B	BG/B	B/B	PB/B	P/B	RP/B	N/8
R/P	YR/P	Y/P	GY/P	G/P	BG/P	B/P	PB/P	P/P	RP/P	N/7
R/Vp	YR/Vp	Y/Vp	GY/Vp	G/Vp	BG/Vp	B/Vp	PB/Vp	P/Vp	RP/Vp	N/6
R/Lgr	YR/Lgr	Y/Lgr	GY/Lgr	G/Lgr	BG/Lgr	B/Lgr	PB/Lgr	P/Lgr	RP/Lgr	N/5
R/L	YR/L	Y/L	GY/L	G/L	BG/L	B/L	PB/L	P/L	RP/L	N/4
R/Gr	YR/Gr	Y/Gr	GY/Gr	G/Gr	BG/Gr	B/Gr	PB/Gr	P/Gr	RP/Gr	N/3
R/Di	YR/Di	Y/Di	GY/Di	G/Di	BG/Di	B/Di	PB/Di	P/Di	RP/Di	N/2
R/Dp	YR/Dp	Y/Dp	GY/Dp	G/Dp	BG/Dp	B/Dp	PB/Dp	P/Dp	RP/Dp	N/1
R/Dk	YR/Dk	Y/Dk	GY/Dk	G/Dk	BG/Dk	B/Dk	PB/Dk	P/Dk	RP/Dk	
R/Dgr	YR/Dgr	Y/Dgr	GY/Dgr	G/Dgr	BG/Dgr	B/Dgr	PB/Dgr	P/Dgr	RP/Dgr	

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[6]

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[4]。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[5]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. レシピデータの例

図 2 のレシピデータ DB 構成図を SQL 文によるテーブルで記述した図を表 1、2 として一部分を示す。料理に関するその他の基本情報(名前, 味, カロリー, 画像枚数)を格納するため、Foods テーブル (表 1) を設定する。各料理は、Foods テーブルの属性 ID によりユニークに識別され、一つの料理を、複数の画像を用いて定義することが出来る。画像枚数は、count 属性として記録される。レシピデータの検索に用いる原材料を格納するため、material テーブル (表 2) を設定する。Material テーブルは、料理 ID と原材料名 (material 属性) との関連を定義する。これらの 2 テーブルを結合することにより、料理に使用されている食材に応じた検索を行うことが出来るようになる。

表 1 Food リレーションの例

id	name	taste	kcal	count
1	strawberry_tart	sweet	350	3
2	hamburger	heavily	400	4
3	pancake	sweet	500	3
4	greenteaparfait	bitter	450	9
5	creampasta	heavily	700	4

表 2 Material リレーションの例

id	material
1	strawberry
1	butter
1	egg
1	sugar

2	beafsteak
2	lettuce
2	cheese

2.4. レシピデータを対象とした色彩メタデータ生成

本システムの特徴は、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ァの生地、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。

R/V	YR/V	Y/B	GY/V	G/V	BG/Vp	RP/V	N/10
R/S	YR/B	Y/P	GY/S	G/L		P/Vp	
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分析
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．

R/V	YR/P	Y/V	GY/P	G/V	P/Dp	N/10
R/S	YR/Vp	Y/S				N/2
R/Dp	YR/Dp	Y/B				
R/Dk		Y/P				
R/Dgr		Y/Vp				
		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)



元画像

中華料理用色彩分析
フィルタ適用後の画像

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)

2.5. レシピ検索方式

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、レシピ情報を画像に応じて検索する．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．この関数 $f_{\text{histogram_intersection}}(h_1, h_2)$ を次のように定義する．

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

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．

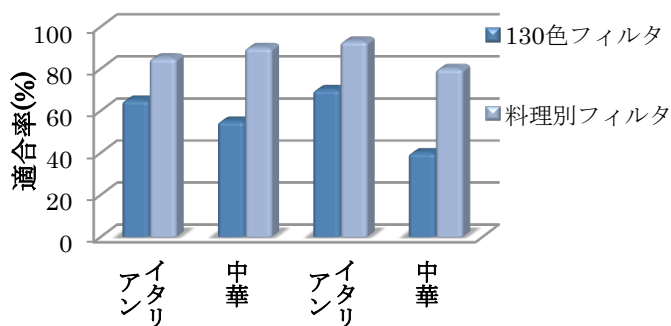


図 10 130 色使用時と料理別色彩フィルタ使用時
相関量計量の適合率(%)

3. プロトタイプシステム

本節では、色彩に応じたレシピ検索・共有ソーシャルコミュニティシステムのプロトタイプ実装について示す。本システムのプロトタイプシステムを、Web アプリケーションとして実装した。本システムは、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。実装には、HTML5 と JavaScript をクライアントサイドにおいて用いた。また、サーバサイドにおいては、Perl 言語、および、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ことができるので、SQL を実行することによって任意のユーザが検索可能な Web データベースを構築することが可能となる。

Color-Based Food Search Engine



図 11 実装した検索インターフェース

4. 実験

ユーザはイタリアン料理と中華料理の色彩分析フィルタを自由に選択し、チェックボックスにより検索したい色を選択する。チェックした色を含む画像を相

関量順にランキング表示する。

イタリア料理を用いた食卓においてサラダやカルボナーラにより緑色や白色の食材が多くなった際、ユーザが他の彩りを求める。この場合赤色の料理を選択するとして、チェックボックスにより赤色系を選択することによりどの料理に多く使用されているか結果表示する。



図 12 実装した検索インターフェースによる検索の
例

5.今後の展望とまとめ

本稿では、携帯電話やデジタル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特定し、コミュニティ内においてその料理に対応するレシピを検索・共有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、コミュニティ内に集められたレシピ情報を伴う料理画像データベース内の画像の色彩に関する類似性を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、様々な応用可能性があり、料理情報共有、分析に関する様々な発展が期待できる。

参 考 文 献

- [1] 荻谷 花子, 倉林 修一, 清木 康: "味覚印象を対象としたメタデータ生成方式と印象検索方式の実現," 電子情報通信学会技術研究報告, 104(176), pp.115-120, 20040706.
- [2] Hanako Kariya and Yasushi Kiyoki: "Metadata Extraction and Retrieval Methods for Taste-impressions with Bio-sensing Technology," Information Modelling and Knowledge Bases XIX, pp.359-378, 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] Shuichi Kurabayashi and Yasushi Kiyoki: "MediaMatrix: 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.
- [5] 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.
- [6] 小林重順: "カラーイメージスケール改定版", 講談社, 2001.