# 食事ログの取得と処理一画像処理による食事記録一

Food Logging and Processing — Analysis of Food Images —

学生会員 北村 圭 吾†,正会員 山崎俊彦†,正会員 相澤清晴†

Keigo Kitamura<sup>†</sup>, Toshihiko Yamasaki<sup>†</sup> and Kiyoharu Aizawa<sup>†</sup>

**Abstract** We present a food-logging system that distinguishes food images from other ones, analyzes the balance of food, and visualizes the processed log on the basis of image analysis. The image processing is based on features of color histograms, image frequencies in the DCT domain, detected image patterns and so forth in conjunction with learning algorithms of Support Vector Machine (SVM) and of Random Forest. Experimental results show that the images are extracted with a level of accuracy of over 85% and the food balance is estimated with a level of over 70%.

キーワード:ライフログ、食事、料理、マルチメディア応用

# 1. まえがき

昨今,自分の生活を記録して共有することが一般的になっている。SNSに代表される日記や写真の共有を中心としたサービスが展開され,利用者は非常に多い。そこで,個人のあらゆる行動や体験のディジタルアーカイブ化を目指すライフログ研究の注目度が高まっている。従来は,生活すべてを記録してデータベース化する研究 1)2),またそれらの行動識別を行ったりする研究が主体であった 3)。しかし取得したデータの内容に踏み込んだ処理や,そのデータ利用法について検討されることは少なかった。

本論文では、個人の生活の中でも食事という行為に焦点を当て、「生活の質の向上」というライフログの利用法へのアプローチについて提案する。提案する食事ログシステムでは、撮りためた画像から食事画像のみを自動抽出し、その画像から食事バランスの推定を行う。また結果の可視化や食事提案を行う機能も有している。実験用画像数百枚に対して実験を行ったところ、食事画像抽出は85~90%、メニュー構成推定は70~80%の精度を実現した。

# 2. 食事画像の利用

2007年「いつまでもデブと思うなよ」という新書が注目を浴びた. 岡田斗司夫氏のこの著書では食事を記録するこ

とで減量を目指すレコーディングダイエットが提唱されている.本研究は、この食事記録を画像というディジタルコンテンツとしたものといえる.このような食事画像解析の関連研究としては、以下があげられる.

長谷川らのグループでは食事前後の画像から白飯の摂取量を推定する栄養管理システム4)の研究,高知工科大学では院内での食事摂取量測定5)の研究が行われている.後者は専用のハードウェアで撮影することで,事前に登録したメニューや質量変化などの画像情報以外の情報も用いて,推定を行っている.一方商用サービスとして,旭化成による「げんき!食卓コンシェルジュ6」がある.食事画像を送信すると,栄養士がそれを分析して結果とアドバイスを返信する有料サービスである.これらの研究・サービスでは専用ハードウェアや専門家の知識が必要であり,時間や場所が限られる.そこで,ユーザ自身が手軽にいつでもどこでも自らの食事管理できるシステムを目指す.

#### 3. システム概要

#### 3.1 システムの構成

システム全体の流れを図.1 に示す. ユーザは特殊なデバイスを持ち歩く必要はなく、食事前に食事画像を撮影すれば良い. 本システムは三つの機能を有している. まず、ユーザーによって撮りためられた画像を、食事画像とその他の日常画像とに分類する. 次に、食事画像と見なされた画像にどのような食事バランスがうつっているかを推定する. 最後に集められた食事画像とそのバランスを可視化し、食生活の改善や次にする望ましいメニューを提案する. もちろん画像解析は完全に正解しないので、ユーザによる間違いを訂正するインタフェースも提供する. ユーザは食事画像

<sup>2008</sup> 年 10 月 3 日受付,2008 年 12 月 24 日再受付,2009 年 1月 16 日採録 †東京大学 大学院 情報理工学系研究科 電子情報学専攻

<sup>(〒 113-8656</sup> 文京区本郷 7-3-1, 03-5841-6761)

<sup>†</sup> Dept. Information and Communication Engineering, The University of Tokyo

<sup>(7–3–1</sup> Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113–8656, Japan)

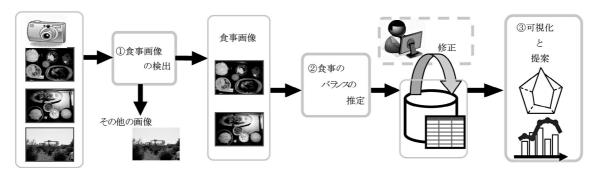


図 1 システムの流れ Flowchart of the system.

表 1 食事バランスガイド Food balance guide.

	主食	副菜	主菜	乳製品	果物
摂取量/日	$5\sim7SV$	$5\sim$ 6SV	3~5SV	2SV	2SV
1SV	ご飯	サラダ	卵	ヨーグルト	桃
	パン	きのこ料理	豆惣菜	チーズ	オレンジ
2SV	そば	野菜炒め	魚料理	牛乳一杯	りんご
	ラーメン				なし
3SV	大盛りパスタ		肉料理		

を撮影し、時折画像解析の間違いを訂正することで、自ら のマルチメディア食事記録を作ることができる.

#### 3.2 食事バランスガイド

食事のバランスの指標としては,厚生労働省,農林水産省によって提案された食事バランスガイド ?)を利用している.世界的には food pylamid\*)として知られるモデルで,一日に何をどれだけ食べれば良いかを示している.構成は主食・副菜・主菜・果物・乳製品に五分類されており,それぞれ各カテゴリーで望まれる摂取量が定められている(表.1).摂取量の単位となるのが SV(サービング) と呼ばれるもので,日常的な料理の量である 1 皿とほぼ一致する.

# 4. 画 像 処 理

#### 4.1 食事画像の検出

画像から特徴量を抽出し、それらを分類器によって学習・適用させる。表.2 に本システムで用いた画像特徴量と各々の特徴量単体で処理を行った場合の精度について記した。顔検出情報は、人の顔が写っている画像は食事画像で可能性が高いという観測に基づいて利用している。また食事画像の特徴であるお皿や食材の形状を認識するため、複雑度の低い図形を表すパラメータも特徴量としている。これらの特徴量から判別には SVM による学習分類を行っている。

# **4.2** 食事バランスの推定

処理は2段階となっている。まず画像を300個の矩形ブロックに分割し、ブロックの特徴量からそれぞれのブロックを主食・主菜・副菜・果物・非食材の5クラスに分類する。乳製品は出現頻度が極めて低く、今回は処理を行わなかった。矩形ブロックの特徴量としては、色情報、周波数情報を用いている。こうして主食や主菜がどれくらい含まれているかというブロック数の情報が得られる。これらを先の色

や図形の情報と共に画像全体の特徴量として持つ. 例えば、図.2 の画像は表.3 のような特徴量を持っている. 次にこれら画像の特徴量から各々のクラスが {0SV,1SV,2SV,3SV}の4分類のうちいずれかであるかを推定する.

# 5. 評 価 実 験

#### 5.1 食事画像の検出

プロトタイプのインタフェースを図.2 に示す. 二つに分けられた画像群から誤って分類されている画像をドラッグアンドドロップで修正できる. このシステムを利用して、300枚の食事画像を含む600枚の画像を用いて分類の実験を行った. この600枚は筆者が集めた200枚とwebを使って収集した400枚からなる. SVMによる分類の交差検定を行った結果、表2の特徴量をすべて使うと89%の精度を得た. 食事画像のうちお弁当のようなお皿がないものは判別に失敗することが多い. 一般の画像ではカラフルな建物など目立つ図形を含むものも食事画像と誤ることがある.

また斜めから撮影した画像でも分類精度が低下するため、写真は上から撮影した方が良い.しかし、複数人を対象とした予備実験ではユーザの撮影の慣れと共に撮影スキルは向上することがわかっており、特に問題にならないと考えている.

#### 5.2 食事バランスの推定

学習用画像 70 枚とテスト画像 100 枚に対して実験を行った.この 170 枚は筆者自身の食事画像であり,表.4 のような分布を持っていた.これらを図.3 で示すインタフェースを用いて判別を行う.一枚の食事画像につき五つのカテゴリーの推定結果が右に現れている.図.3 の例では主菜 (main)は 3SV が正解であるが,2SV と推定されているためこの1 項目を人手で修正する.結果,合計 137 回の修正作業が必要であった.つまり 500 項目に対し,363 項目が正解であり 73%の精度といえる.

傾向として、主食の大半であった白飯や緑黄色野菜などがはっきり写っている画像は精度よく検出できている. 一方、それ以外の食材に関して詳細な判別がなされていることは確認できなかった. それでも 70%という比較的高い精度で推定できたのは、用いた実験用の画像が表.4 のようにある程度偏った分布を持っていたためである. これが異なっ

14 4	四冰付以里
Visua	al features.

	特徵量	精度
食事画像検出	全画素の RGB・HSV6 チャネルの平均・分散の値 (12 次元)	76%
	openCV の関数による顔検出個数 (3 次元)	61%
	ハフ変換などによって検出された図形の個数・面積・重心座標の分散 (27 次元)	83%
食事バランス推定 (画像全体)	全画素の RGB・HSV6 チャネルの平均・分散の値 (12 次元)	
	ハフ変換などによって検出された図形の個数・面積・重心座標の分散 (27 次元)	
	主食・主菜・副菜・果物・非食材それぞれに該当すると推定された矩形ブロック数 (5 次元)	
食事バランス推定 (矩形ブロック)	全画素の RGB・HSV6 チャネルの平均・分散の値 (12 次元)	
	DCT 係数:全体・1/4 の低周波成分・1/4 の高周波成分 (3 次元)	

表 3 図 3 の画像の特徴量の例 An example of features.

R 平均	G 平均	B 平均	R 分散	G 分散	B 分散	円個数	円面積 (%)	主食ブロック数	主菜ブロック数	副菜ブロック数	果物ブロック数
77	112	139	55	60	59	16	8	47	146	55	0



図 2 食事画像の検出 Extraction of food images.



図3 食事バランスの推定 Estimation of food balance.

た分布を持つ画像群であれば判別精度は低下することが予 想される. バランスの推定は確認・修正が面倒な作業であ り、この負担はできるだけ軽減しなければならない、画像 認識の精度を高めることがこれからの課題である.

#### 6. む す び

本研究は、ライフログ研究において、明確なその利用法と 価値を提供しようという新たな試みである. 作成したアプ リケーションでは日常で撮影した画像から食事記録用の食 事画像を抽出する機能, 食事画像に写っている食事のバラン スを推定する機能、それらのログをデータベースに格納し

表 4 実験で用いた画像の分布 Distribution of datasets.

	主食	副菜	主菜	乳製品	果物
0SV	9 %	26%	10%	92%	99%
1SV	47%	50%	26%	6%	1%
2SV	41%	22%	31%	2%	
3SV	3%	2%	33%		

可視化しまた食事の提案をする機能を設けた. その成果と して、食事画像抽出は85%強、メニュー構成推定は70%強 の精度を実現した. 今後の展望として, 画像解析処理の改 善と学習データの増加があげられる. SIFT® など局所特 徴量も含め、どのような特徴量を用いるべきか定量的な評 価をすることが今後の課題である. また 5.2 でも述べたよ うに、学習用の食事画像を増やすことは重要な課題である. 現在は、このシステム web アプリケーションとして公開す ることで、この課題の解決を目指している 10). また、どん な食事バランスや分類のモデルが望まれているかを知るな どのフィードバックも期待している.

#### 〔文 献)

- 1) J. Gemmell, G. Bell, R. Lueder, S. Drucker, C. Wong, "MyLifeBits: fulfilling the Memex Vision," Proc. of ACM Multimedia, ACM Press, pp. 235-238 (2002)
- 2) G.C. De Silva, T. Yamasaki, K. Aiazawa, "An interactive multimedia diary for the home," IEEE Computer, Special issue on human centered computing," 40 , issue 5, pp.52-59 (May 2007)
- 3) W. Puangpakisiri, T. Yamasaki, and K. Aizawa, "High level activityannotation of daily experiences by a combination of a wearable deviceand Wi-Fi based positioning systems," Proc. of IEEE ICME2008, pp. 1421-1424, 2008.
- 4) 長谷川 聡, 吉田 友敬, 江上 いすず, 横田 正, 村上 洋子 "ケータイ栄 養管理システムによる食育と栄養教育,"コンピュータ利用教育協議会 誌 コンピュータ&エデュケーション, 21 , pp. 107-113 (2006)
- 5) 内田 久也, 竹田 史章 "院内食事摂取量計測システムの開発," インテ リジェントシステム・シンポジウム講演論文集 12 , pp. 251-256 (2002)
- 6) "げんき!食卓コンシェルジュ, "http://shoku365.com/index.htm"
- 7) "農林水産省 食事バランスガイド, "http://www.maff.go.jp/food\_ guide/balance.htm"
- 8) mypyramid.gov, United States Department of Agriculture, "http: //www.mypyramid.gov/"
- 9) D.G.Lowe "Object Recognition from Local Scaleinvariant Features" Proc. of IEEE ICCV, pp.1150-1157 (1999)
- 10) foodlog.jp, "http://www.foodlog.jp/"





\*\*\*きき **俊彦** 1999 年,東京大学工学部電子工学科卒業. 2004 年,東京大学大学院博士課程修了. 2004 年,東京大学大学院新領域創成科学研究科基盤情報学専攻助手. 2006 年 10 月より東京大学大学院情報理工学系研究科電子情報学専攻講師,現在に至る. 主として実写 3 次元映像や 3 次元 CG に関する研究及びアナログ VLSIの開発に従事. 博士(工学). 正会員.



相澤 清晴 1983年,東京大学工学部電子工学科卒業. 1988年,東京大学大学院博士課程修了. 現在,東京大学大学院情報理工学系研究科電子情報学専攻教授. 画像処理,画像符号化,マルチメディア応用等の研究に従事. 工学博士. 正会員.