

3

マルチメディア食事記録と
画像処理による食事内容解析

相澤 清晴 (東京大学大学院情報学環・情報理工学系研究科)
小川 誠 (foo.log (株))

健康のための食事記録

食から始める健康への取り組みは、自分自身が日頃何を食べているかということ把握することから始まる。紙に手書きで日々の食事内容を記録するといった従来の手段に対して、ITを活用して食事の記録を残すサービスや試みがさまざまな形で始まっている。筆者らは、デジカメやケータイ、スマートフォンといった個人の情報機器を用いたデジタル写真で簡単に食の記録を行う仕組みである FoodLog (<http://www.foodlog.jp>) を構築し、個人が使える Web サービスとして公開している (図-1)。単に食

事写真のアルバムを作るだけでなく、食事内容にかかわる画像処理機能を提供しているというユニークな点が特徴になっている。

本稿ではその FoodLog (図-1) の概要を述べるとともに、画像処理の技術についてまとめる。ITを活用した食事記録は、栄養・食事指導への新しい可能性を開くものと考えている。

食事記録の現状

一般的にいつて、栄養調査のための食事記録の手段には、短期間の食事内容を重視した方法と長期間の食習慣を重視した方法とがある。短期間の内容の記録に関しては、食事記録法、食事思い出出し法といった手法があり、何を食べたのかという具体的な食事内容を記述する。長期間の食傾向の調査のためには、食物摂取頻度調査、食事歴法といった手法があり、長期的な習慣的な食傾向の記録が行われている。

昨今強く意識されるようになったメタボ問題に象徴されるように、自らの健康のために、食事を記録する必要に迫られる場合も少なくない。たとえば、健康センタなどで個人の健康指導のために行われる食事記録では、1週間を1枚の用紙にまとめ、曜日ごとに朝食から夕食、間食に至るまで表形式の様式に自ら



図-1 FoodLog トップページ

画像処理の歴史は長いものの、対象として食事画像を取り上げることはごく最近までなかったと
 いったいい。我々の研究と前後して、食事画像の画像処理を扱う研究が、いくつか現れはじめ、小
 さなホットピックである。

具体的には、メニュー認識を扱う研究がいくつか現れている。米国パデュー大学の Zhu, Delp らは、
 画像からの食材認識を試みている。栄養学での利用のため、統一したチェッカーの背景、カラーマーカ、
 食前食後の 2 枚の画像の利用と条件を付け、19 ほどの食材認識を行っている^{†1}。また、栄養調査の
 中でのスマートフォン利用の検討も進めている。電通大の柳井らは、マルチカーネルを用いた学習に
 基づいて、食事画像の自動的なメニュー認識を試み、85 ほどのメニューでの評価を行った^{†2}。米国
 CMU のグループは、ファーストフードに絞って、データベースを作り、統一背景のもとでの認識を行っ
 た^{†3}。ただし、それだけの条件をつけても認識はまだ不十分であり、難しい課題であることが示
 唆される。

食事画像の 画像処理に ついての動向

^{†1} Zhu, et al. : The Use of Mobile Device in Aiding Dietary Assessment and Evaluation, IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, Vol.4, No.4 (2010).

^{†2} Joutou, J. and Yanai, K. : A Food Recognition System with Multiple Kernel Learning, IEEE ICIP 2009.

^{†3} Yang, S., et al. : Food Recognition using Statistics of Pairwise Local Features, CVPR (2010).

食べたものを記入する。その記録を管理栄養士が見て、食生活の良し悪しについてコメントする形式をとる。この食事記録法は、原則、紙ベースで行われることが多いのが現状である。対象者への負担は小さくなく、申告漏れも避けられない。テキストでの記述も時間がかかる。

IT を利用した食事記録

特定保健指導の実施が契機となり、肥満を改善するには、まず食事からということで、食事記録を手助けするネット上のサービスが多く現れるようになった。ケータイから利用するものが多い。たとえば、iモードのメニューリストのダイエット関連のところには、2011年7月時点で、22ものサービスがあがっている。メニュー形式で選んだり、直接テキストで入力することでその日の食事内容を記述する。そうすると、メニューに対応したおおよそのカロリー
 の値が付加されるというのが多くに共通する機能である。また、ダイエット目標に向けた1日のカ

ロリー値の目標が設定できたり、食事のレシピの推薦や、運動についての示唆なども与えられるように作られているものもある。スマートフォンでの同様なアプリも現れている。

なお、これらのユーザ入力に関しては、基本的に前述の紙ベースの食事記録に準じている。筆者（相澤）も2つほど試してみた。入力に時間がかかるため、おのずと食事の後に記憶を頼りに入力することになる。さらに、食事をどのように記述すればいいのかと迷うとともに、記憶もあやふやであり、慣れるには相当時間がかかると感じた。

デジタル写真による手軽な食事記録 FoodLog

手軽な食事記録手段を提供するために、筆者らは、写真で食事の記録を残す仕組みを考案し、一般に利用できる形で FoodLog と称する Web システムを構築し、運用している^{1), 2)}。ユーザは、ケータイやスマートフォンで食事のデジタル写真を撮り、アップロードすることで、ユーザの食事記録を手軽

に作ることができる (図-2)。写真を撮るだけなので、ユーザ負担はとても少ない。さらに、アップした写真を単に並べるだけでなく、後述するような画像処理機能を有している。

FoodLog の現在の機能のあらましを以下に述べる。

- (1) ログの取得はなるべく楽に：デジカメやケータイ、スマートフォンで写真を撮ってアップする。写真のアップには、Flickr といった写真共有サイトを使ってもよい。2つのアカウントを関連付ければ、Flickrにある画像をとりこみ、食事日記を作ってくれる。twitter や facebook へも今後対応する。
- (2) 画像処理で食事内容を解析：食事画像であるかどうかの判定、さらには食事バランスの推定 (図-3)を画像処理で行う。
- (3) 写真、解析結果を可視化：カレンダー形式での食事日記 (図-4) や、食事した時間での一覧、位置データがついていれば地図上での表示、そして食事バランスの解析結果をグラフ表示 (図-5)とさまざまな形での表示を行う。
- (4) インタラクティブなデータの修正：画像処理の解析は 100%正しいわけではないので、必要に応じて、ユーザが結果を修正する。

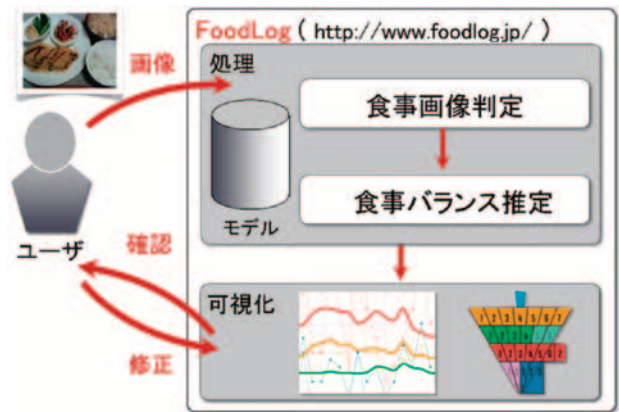


図-2 FoodLog の概要

- (5) タグ付けと検索：食事内容の記述 (メニューなど) を付記することができる。そのテキストをもとに検索ができる。
- (6) 共有：写真の公開を許可しているユーザの食事写真を閲覧できる。
- (7) 国際化：英語版も 2011 年 7月にオープンした。もともと筆者の興味は、ライフログ (生活記録) という課題にあったのだが、その問題の 1つとして、食事を取り上げてみると、興味深い課題が多く、食事に焦点をあてた研究を継続している (その原点は、文献 2) を見てほしい)。また、当初は、研究室内の小規模なシステムであったが、その後、foo.log という会社を設立し、システム運用やサービス開発を



図-3 食事バランス推定の例



図-4 カレンダー表示での食事日記

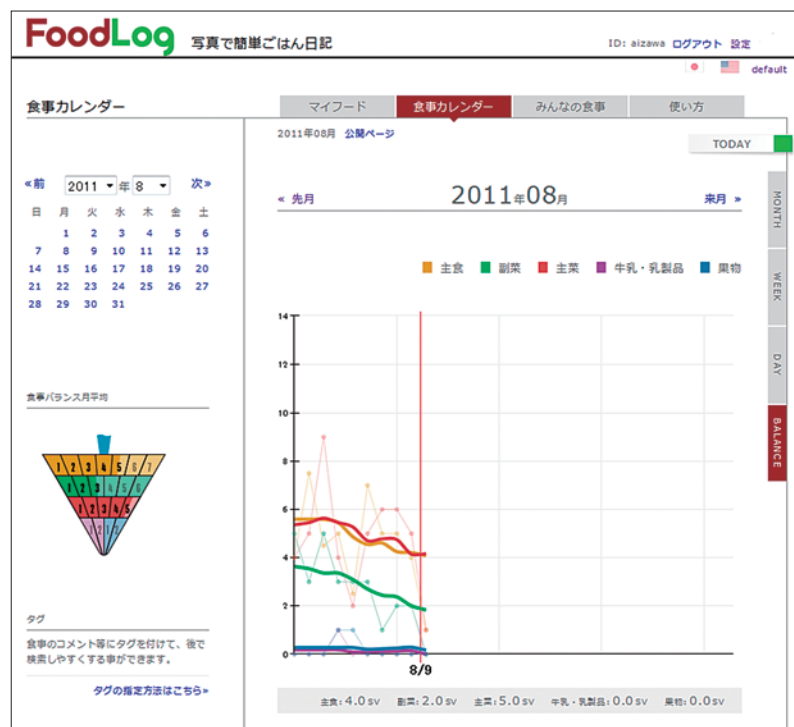


図-5 食事バランス解析結果のグラフ表示

手がけるに至っている。

なお、写真での食事記録について1, 2付け加えておく。食事のテキストでの記録と写真記録のダイエット効果の比較も行われており、写真の方が記録として鮮明であること、また、食事の前に撮る写真の方が、食事の後につけるテキストでの記録より、食べ物への意識を高め、自分の食習慣を変える効果

も大きいといわれている³⁾。

また、栄養学の分野でも、デジカメやスマートフォンといったデジタル技術を食事の記録に使用するという試みが始まっており、Innovative Dietary Assessment Tools という Mini Symposium が EB2011 での米国栄養学会でも開かれている。

食事画像の画像処理

画像処理についても触れておきたい。現在の公開システムは2つの画像処理を行っている。1つは、“食事画像の判別処理”であり、もう1つは“食事バランスの推定処理”である。近々、カロリー推定、メニュー認識支援といった機能も加わる予定である。

食事画像の判定処理¹⁾では、アップロードされた画像が食事画像であるか否かを判別する。基本的には、画像から抽出される特徴量（色、輪郭、明るさの局所勾配など）を表す数値をもとに判定する。90%以上の精度での判定が行える。食事と判断された写真は、カレンダーの中に組み込まれる。Flickrといった写真共有サービスとの連携で、選ぶ手間を減らす効果大きい。

食事バランス推定^{1), 4)}の画像処理では、画像に対してその特徴量を抽出し、主食、主菜、副菜、果物、乳製品という5つの食事バランスのカテゴリそれぞれに対して2段階から5段階程度での分類を行っている。図-3の下部にある色つきの円がそれぞれのバランスの判定結果を示している。画像処理は常に正しいわけではないので、適度な修正は必要である。この日々の食事バランスの推移を示せば、図-5のような個人の傾向を把握できる。食事バランスの表示に用いられるコマでもひと月の平均のバランスの良し悪しを表示できる。

画像処理の展開

現在、筆者らが検討中の処理についても、その主だったものについて触れておきたい。

● 個人の傾向を考慮した食事バランス推定の精度向上

平均的な特徴ではなく、個人の食事の偏り、朝昼夕の傾向を取り入れることで、推定精度を大きく向上させることができる⁴⁾。ベイズ推定の枠組みの中で、個人の特徴を組み入れていくと、現状の決定的な分類器に比べて大幅な改善が図れ、食事バランス

推定結果にて、5つのカテゴリに0.69SV^{☆1}の誤差があったものが、0.28SVまで改善した。

● カロリー推定とカロリー計算

カロリー問題に関しては、画像からのカロリー推定という問題とカロリー計算のための入力支援という2つの異なる側面に取り組んでいる。

カロリー推定は、メニュー認識を行うことなく、画像の低次の特徴量だけを用いた手法である⁵⁾。栄養士に評価してもらった正解辞書データセットを用いて、複数の画像の類似性評価で挙がる候補から、推定値を算出する。あくまでも粗い指標である。おおよそ7,000枚のデータを用いた評価では、図-6に示すように平均誤差が140kcal、正解の±20%以内にテストデータの50%が入り、±40%以内に78%が入る^{☆2}。

カロリー推定とは異なり、納得ずくで正確にエネルギー量を記録したいというニーズもある。このため、カロリー計算のための支援ツールを構築中である。多少のインタラクションを前提としながらも、画像処理によるメニューや食材の推定を介して、詳細な食事記録を支援する。いずれも遠からず公開予定である。

● スマートフォンを活用したインターフェース

写真の撮影とそのアップロードのツールとしてスマートフォンが最も適している。負担なく写真を送る、手軽に閲覧もするためのインターフェースの工夫、さらに、上述のカロリー計算のためのインターフェースをスマートフォンベースに構築中である。

● 食事推薦

各ユーザがためる画像の有効活用の道を探っている。データのクラスタ解析、ユーザの解析を進めている⁶⁾。記録をもとに楽しみや健康など複数の観点から食事の推薦の仕掛けを構築し始めている。

● 生活習慣病のための食事管理支援

生活習慣病の予防や糖尿病治療において食事管理

☆1 食事バランスの単位は、SV (servings)。いわば、1つ、2つという数え方に相当し、たとえば、ごはん小盛りで主食1SVなどとされている。専門知識がなくともつけられるように配慮されている。

☆2 カロリー推定については、その最も初期の単一辞書のプロトタイプがNTTコミュニケーションズとの協業による健康増進アシスト増進サービスに組み込まれている。

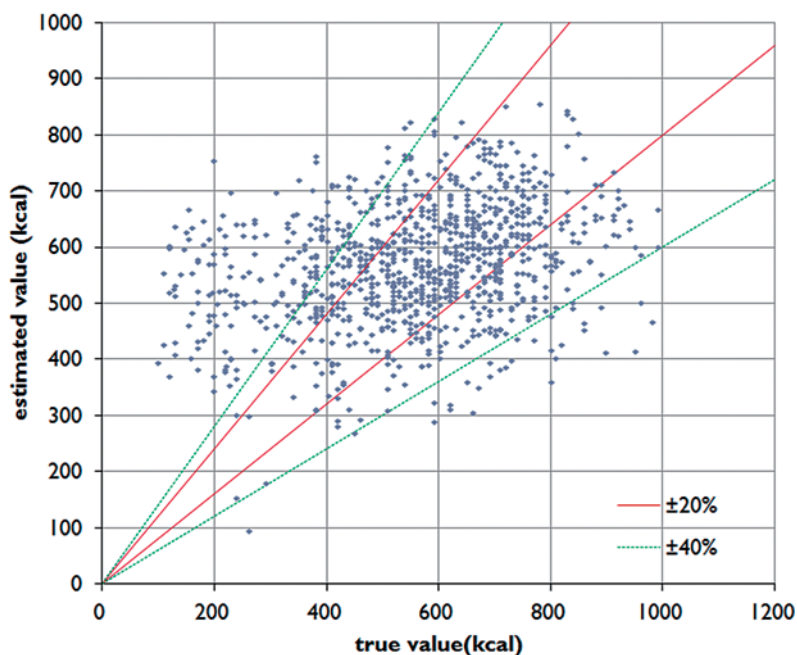


図-6 カロリー推定の評価

がきわめて重要な役を果たす。テキストでの記述式の記録は、申告漏れも多く、問題が多い。医療・健康関係者からの要望があり、FoodLogをベースに対象者の食事管理を行うための検討を進めている。

まとめ

写真で簡単に食事記録をとることのできるFoodLogの概要について述べた。写真で食事の記録をとることの負担は少なく、継続しやすい。現に、筆者は、もうプロジェクトを始めてからの2年8カ月余りの写真をほぼ毎日撮り続けるに至っている。

食事というニッチな対象を扱うつもりで始めたプロジェクトは、健康に直結することから、そのアプリケーションもかなり広範に及ぶことが見えている。また、ここでは、まったく触れなかったが、食には、楽しみとしての側面も大きい。アップした多数の食事画像を解析することで、推薦といった新しい機能の構築も進めている。

参考文献

- 1) Kitamura, K., Yamasaki, T. and Aizawa, K. : Food Log by Analyzing Food Images, ACM Multimedia (2008).
- 2) 相澤：ライフログの実践的活用：食事ログからの展開，情報処理学会誌，Vol.50, No.7, pp.592-597 (July 2009).
- 3) Zepeda, L. and Deal, D. : Think Before You Eat : Photographic Food Diaries as Intervention Tools to Change Dietary Decision Making and Attitudes, Int. J. Consumer Studies, Vol.32, pp.692-698 (2008).
- 4) 丸山，相澤他：食事ログシステムの解析の個人適応による食事バランス推定，信学会 HCG シンポジウム (2010).
- 5) 宮崎，デシルバ，相澤：食事画像からのカロリー推定—複数の低次特徴に基づく辞書照合と重回帰分析によるアプローチ—，MIRU2011.
- 6) De Silva, C. and Aizawa, K. : Clustering Meal Images in a Web-based Dietary Management System, ICME Workshop Multimedia Services and Technologies for E-health (2011). (2011年8月13日受付)

相澤清晴 (正会員) aizawa@hal.t.u-tokyo.ac.jp

1983年東大電子卒。1988年同電気工学専攻博士修了。工学博士。同年東大電子助手、講師、助教授を経て2001年より教授。配置換えで、2009年より情報学環。現在に至る。

小川誠 ogawa@foo-log.co.jp

2000年東大電子卒。2005年同基盤情報学専攻博士修了。博士(科学)。大学院時代クアドラングル(株)CEO。2005年テレビ東京ブロードバンド(株)ジェネラルマネージャー。2007年D-SIDE(株)CEO。2010年より、foo.log(株)CEO。