

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 4 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25282205

研究課題名(和文) スマートフォンと画像を利用した食生活モニタリングシステムの開発・実践・検証

研究課題名(英文) Development and Verification of Dietary Habit Monitoring System using Image Analysis and a Smartphone

研究代表者

相澤 清晴 (Aizawa, Kiyoharu)

東京大学・情報理工学(系)研究科・教授

研究者番号：20192453

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、スマートフォンを用いた食事内容のセルフモニタリングによる健康増進についての研究を行う。これまでは、メニューや食材などを人が毎日書き下すことで食事内容を把握し、健康管理につなげることが広く行われてきた。しかし、記録の負担が大きく、継続しにくく、行動変容につながりにくいという問題がある。我々は、普及の著しいスマートフォン上で画像を使ってインタラクティブに食事内容(カロリー)入力を行うためのツールを研究開発してきた。画像処理を行うことで、人の手間を大きく軽減することができる。本研究では、そのツールの飛躍的改善、検証を行った。そして、利用者の行動変容を促し、健康増進につなげる試みを行った。

研究成果の概要(英文)：We have investigated a smartphone based technology of self-monitoring of dietary habit for health promotion. Conventional self-monitoring methods have been such a way that a person writes down on a sheet every food he/she eats. However, writing description of every food items and their amounts requires huge efforts, and he/she feels difficulty to continue recording and change his/her eating habit. We have developed a multimedia food recording tool, FooLog, by which we can interactively describe our food content by help of image retrieval. By making use of image processing, we can much reduce our efforts in food recording. In this project, we made significant improvement of FoodLog system and conduct its evaluation and verification.

研究分野：画像・メディア情報処理

キーワード：食事記録 食生活 マルチメディア スマートフォン ユーザスタディ 画像処理 画像検索

## 1. 研究開始当初の背景

セルフモニタリング手法とは、対象者自身が自らの食行動や身体状況等を観察、記録及び評価する手法である。先行研究から、栄養・食生活指導介入にこの手法を用いることで、体重管理に成果がみられたと報告されている (Carels RA, et al. 2005; Conroy MB, et al. 2011)。従来、対象者が手書きで食事記録をとり、専門職からは対面によって支援を受けるといった形がとられてきた。この手法の難点は、1) 記録のためのノート等を常に携帯する必要があること、2) 管理栄養士等専門職と対面するための時間や場所がとられること、3) 記録に基づいた支援に即時性がないこと、4) 専門職の雇用には費用がかかること、などがあげられる。

これに対して、我々は、スマートフォンを利用した食事記録システムである FoodLog を世界に先駆けて構築し、2013 年に公開した。近年、急速に普及したスマートフォンをベースとしたシステムであり、ユーザは、スマートフォンで撮影した画像に触れながらデータ入力を行う。その際に、写真中の指で触れた部分の食事に対して、画像処理 (類似検索) により、その食事品目の認識を行い、候補を表示し、ユーザが対応するものを選択する。食事写真の記録が手軽にでき、食事内容の評価を画像処理で支援し、カロリー値を把握することのできる公開システムは世界に他に例を見ない。

## 2. 研究の目的

食事記録支援をする FoodLog は、ユーザ自身で日々の食事摂取量を把握できるツールであり、写真をあわせた記録は、ユーザにとってその食事内容の見直しに役立つと考えられる。自身の食事の選択傾向が可視化されることで、食事内容の偏りに気づかせ、行動変容につなげることが可能となろう。

自動的なフィードバック機能に加えて、月単位でユーザの傾向を分析し、行動変容を促すコメントをメール等で介在することで、ユーザの行動変容を促進することができよう。

本研究では、FoodLog ツールの技術的な可能性を拡大するとともに、その実アプリケーションの評価を行い、データそのものの評価、さらに、ユーザの行動変容の度合いの検証を行う。

## 3. 研究の方法

以下の項目についての研究を進めた。

✓個人の食事記録データ (FoodLog データ) の蓄積 (東大)

✓FoodLog で収集した食事画像データの解析手法の開発 (東大)

✓FoodLog システムのユーザビリティ評価 (東大, 国立健康・栄養研)

✓FoodLog で収集したデータの信頼性の評価 (東大)

✓FoodLog で収集した食事名の解析手法の開発 (東大)

✓食生活改善支援のための介入検証実験 (国立健康・栄養研)

## 4. 研究成果

FoodLog データの継続的蓄積 (東大)

2013 年 7 月に一般利用に公開した FoodLog の食事記録データは、一年後の 2014 年 7 月には 100 万件を越える大規模データとなり、2015 年 3 月時点では、200 万件を越え、2015 年 9 月では 300 万件を越えるものとなった。なお、データ管理に関しては、研究代表者の相澤の以前の CREST プロジェクトの資産を活用し、foo.log (株) と協力した。

深層学習による食事画像の自動判定 (東大)

所与の画像に食事が含まれているかどうかという判定課題のために、公開されているデータセットをもとに評価データセットを作り、深層学習による検出精度についての評価を行った。95%~99%の高い精度での検出が可能であることを示した。また、データ依存性についても評価し、異なるデータセット下での学習の分類器では 5%強の低下があることを確認した。

階層とメタデータの導入による食事の自動認識

画像に含まれる食事内容の自動認識に対して、階層的な画像認識手法を提案した。画像特徴空間における分離性が低いクラス群と高いクラス群の分類を階層的に行うものである。クラス内分散を考慮したクラスタリング手法による第 1 階層、さらに深層学習による第 2 階層の認識を行った。さらに加えてその認識結果に対し、画像に付随するメタデータ (日時、ユーザの性別、年齢) を用いることで認識精度の改善を図る。2 つの手法の組み合わせにより、ベースラインとなる深層学習ベースの手法に比べ 2.68% の精度の改善を得た。

FoodLog 食事名データの解析ツールの開発と解析 (東大)

収集した食事記録データを最大限に活用し、記録の解析を行った。ユーザ入力は、自由な新規入力も多く含む。デフォルトのデータベースの食事品目数は2千程度にもかかわらず、現時点で、13万件もの異なる食事品目名が含まれている。

食事品目名を、単語分解し、その中から代表的な単語を自動で抽出する技術を開発した。所与の食事名を単語に分解し、単語の類似する食事名をデータベースから選出し、その単語のグループに対して生成したワードグラフの最小パスを求めることで、単語の組み合わせによる代表名を抽出する手法を導いた。この代表名は、食事記録の統計解析に利用できる。最初の100万件ほどの食事登録に対して適用し、その中には1万5千ほどのカテゴリーがあること、その80%の頻度は500程度のカテゴリーに限られることを見出した。

FoodLog データの信頼性評価 (東大)

FoodLog データは、食事画像と食事記録(テキスト記述)を有するため、ユーザの自己管理のための食事記録がどれほど正しいかを画像から判定することができる。10名のユーザをランダムに選び、管理栄養士により、食事記録を評価したところ、95%の記述は妥当とみなすことができた。

FoodLog アプリのユーザビリティスタディ (東大, 国立健康・栄養研)

テキストベースの既存の食事記録アプリと異なり、新たに開発したスマートフォン版 FoodLog では、食事画像を活用し、画像検索により記録入力の支援を行うことが大きな特徴となっている。食事記録をテキストのみで行う場合と画像検索支援がある場合の FoodLog のユーザビリティの比較を行った。両ツールを1か月に渡って、大学生18名が利用し、「使いやすさ」「楽しさ」「閲覧の頻度」「継続の意向」に関してアンケートによる比較を行い、登録数による定量的な比較をした。画像支援のある方が、テキストのみに比べて、主観評価では有意に大きく上回った。記録数の定量評価では、画像の支援により、大きく記録数を伸ばすユーザのあることを確認した。

食生活改善の支援のための検証実験 (国立健康・栄養研)

食事記録ツール FoodLog をもちいて、その継続性、機能性を検証するための実験を行った。アプリ利用群6名、コントロール群9名の12週間の実験であり、アプリ利用群では、4週間ごとに管理栄養士による指導を行い、コントロール群には、栄養に関する情報を送るのみとした。両群において、事前事後で食生活に関する調査と BDHQ による調査を行っ

た。アプリ利用群では、「入力のしやすさ」「記録の楽しさ」「記録の有用さ」「記録の継続性」についての調査では、「楽しさ」「継続性」に対しては、特に有効であることが確認できた。もともと、食のバランスへの配慮をしている人が多かったものの、うち1名は、食のバランス、エネルギーへ配慮をするようになり、結果として、体重が5kg減少した例もあった。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 7件)

- [1] Kiyoharu Aizawa, Multimedia FoodLog: Diverse Applications from Self-Monitoring to Social Contributions (Invited), ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol. 1, No. 3, pp.214-219, 2013  
dx.doi.org/10.3169/mta.1.214
- [2] Kiyoharu Aizawa, Kazuki Maeda, Makoto Ogawa, Yohei Sato, Mayumi Kasamatsu, Kayo Waki, Hidemi Takimoto, Comparative Study of the Routine Daily Usability of FoodLog: A Smartphone-based Food Recording Tool Assisted by Image Retrieval, Journal of Diabetes Science and Technology, Volume 8 Issue 2, pp.203-208, March 2014  
doi:10.1177/1932296814522745
- [3] 相澤清晴, 小川誠, スマートフォンを用いた FoodLog: 写真で簡単食事記録, 臨床栄養, Vol.125, No.1 pp.10-11, July 2014
- [4] 相澤清晴, 小川誠, 画像を用いた食事のモニタリング, 体育の科学, Vol.64, No.8, pp.549-552, Aug., 2014
- [5] 相澤清晴, 小川誠, セルフモニタリングのための画像を用いた食事記録ツール: FoodLog, 情報処理学会誌, Vol.56 No.2, pp.171-175, Feb. 2015
- [6] Kiyoharu Aizawa, Makoto Ogawa, FoodLog: Multimedia Tool for Healthcare Applications (invited), IEEE MultiMedia, Apr.-June 2015, vol. 22, no. 2 pp.4-9  
doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MMUL.2015.39
- [7] 相澤清晴, 自己管理のためのマルチメディア食事記録ツール FoodLog とそのデータの評価と解析, 電子情報通信学会誌, Vol.99, No.2, pp.124-129, Feb. 2016

〔学会発表〕(計 27 件)

- [1] Kiyoharu Aizawa, FoodLog: Multimedia Food Recording Tool, International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT2013), pp.143 - 144, Dec. 13, 2013, 未来科学館, Tokyo
- [2] Sosuke Amano, Kiyoharu Aizawa, Makoto Ogawa, Frequency Statistics of Words Used in Japanese Food Records of FoodLog, ACM Ubicomp Workshop on Smart Technology for Cooking and Eating Activities : CEA2014, pp.547-552, Sep.14, 2014, Seattle, USA
- [3] Hokuto Kagaya, Kiyoharu Aizawa, Makoto Ogawa, Food Detection and Recognition Using Convolutional Neural Network, ACM Multimedia 2014, pp.1085-1088, Nov. 3-7, 2014, Orlando, FL
- [4] Kiyoharu Aizawa, A Multimedia Food Recording Tool Assisted by Image Retrieval :FoodLog (Pleanary Talk), APSIPA Annual Summit and Conference 2014 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association, Dec. 9-12, 2014, Siem Reap, Cambodia
- [5] K.Aizawa, M.Kasamatsu, S.Amano, M.Ogawa, FoodLog: Quality Evaluation of Food Records of General Public Using a Multimedia Food Recording Tool, Asian Congress of Nutrition ACN 2015, OS05-2, Mp.128, May 14-18, 2015
- [6] Sosuke Amano, Kiyoharu Aizawa, Makoto Ogawa, Food Category Representatives: Extracting Categories from Meal Names in Food Recordings and Recipe Data, IEEE Int. Conf. Multimedia Big Data 2015, pp.48-55, DOI 10.1109/BigMM.2015.54, Apr.19-22, 2015, Beijing, China
- [7] Kiyoharu Aizawa, FoodLog: Multimedia Tool for Healthcare Applications (Keynote Address), IACT Conferences, June 1-2, 2015, Brunei Darussalam, Brunei
- [8] Hokuto Kagaya, Kiyoharu Aizawa, Highly Accurate Food/Non-Food Image Classification based on a Deep Convolutional Neural Network, 1st International Workshop on Multimedia Assisted Dietary Management, pp.350-357, Sep.8 2015, Genova, Italy
- [9] 相澤清晴, 小川誠, スマートフォン向け FoodLog, 電子情報通信学会 データ工学研究会・食メディア研究会, DE2013-45, pp.67-71, Sep. 13, 2013
- [10] 相澤清晴, マルチメディア食事ログ ver. 2.0 (招待講演), 情報処理学会 連続セミナー 2013 ビッグデータの深化と真価 「ライフログとビッグデータ」, pp.16-43, Oct. 3, 2013, 化学会館, Tokyo
- [11] 相澤清晴, 食のライフログの展開 (招待講演), 電子情報通信学会 マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会, EMM2013-59, p.37, Sep. 12, 2013, 東海大学, Kumamoto
- [12] 相澤清晴, 前田一樹, 小川 誠, 佐藤陽平, 笠松麻祐美, スマートフォン FoodLog のユーザビリティの評価について, 電子情報通信学会ライフインテリジェンスとオフィス情報システム研究会, LOIS2013-64, pp. 59-63, 7-8, March 2014, 石垣市健康福祉センター, Ishigakijima
- [13] 宇田川祐志, 相澤清晴, 小川 誠, 食事の距離の可視化とログデータに基づく個人の食傾向の直観的表示, 電子情報通信学会ライフインテリジェンスとオフィス情報システム研究会, LOIS2013-65, pp. 65-70, March 2014, 石垣市健康福祉センター, Ishigakijima
- [14] 天野宗佑, 相澤清晴, 小川誠, FoodLog における食事記録で使用される単語の頻度統計, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2014), SS1-5, July 29-31, 2014, Okayama
- [15] 天野宗祐, 相澤清晴, 小川誠, 1 単語要約による食事名の分類手法, 電子情報通信学会 データ工学研究会, DE2014-29, pp. 37-40, Sep. 10-11, 2014
- [16] 相澤清晴, マルチメディア食事記録ツール FoodLog とその展開 (基調講演), ViEW 2014 ビジョン技術の実利用ワークショップ, Dec.5 2014, Yokohama
- [17] 猿倉薫子, 高田和子, 相澤清晴, 小川誠, 笠松麻祐美, 瀧本秀美, スマートフォンのアプリケーションを利用した栄養教育の効果, 日本栄養改善学会, 2P-068, July 21,22, 2014, Yokohama
- [18] 相澤清晴, 自己管理のためのマルチメディア食事記録ツール: Food Log (招待講演), 電子情報通信学会 ソサイエティ大会, BI-6-1, Sep.24, 2014, Tokushima
- [19] 天野宗佑, 相澤清晴, 小川 誠, 文短縮による食事名データの要約表現, 電子情報通信学会 マルチメディア・仮想環境基礎研究会, MVE2014-106, pp.147-152, Mar.4 2015, Tokyo
- [20] 小宮山遼太, 天野宗佑, 相澤清晴, 小川 誠, 食事名の要約表現を用いた個人食事履歴の拡張, 電子情報通信学会 マルチメディア・仮想環境基礎研究会, MVE2014-85, pp.55-56, Mar.3 2015, Tokyo

- [21] 小宮山遼太, 天野宗佑, 相澤清晴, 小川 誠, 食事名の要約表現と協調フィルタリングを用いた個人の食傾向予測, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2015), SS5-20, July 26-30, 2015, Osaka
- [22] 小宮山遼太, 天野宗佑, 相澤清晴, 小川 誠, 食事名の要約表現と協調フィルタリングを用いた個人の食傾向予測, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2015), SS5-20, July 26-30, 2015, Osaka
- [23] 加賀谷北斗, 堀口翔太, 天野宗佑, 相澤清晴, 小川誠, 階層的な食事分類に関する基礎検討, 電子情報通信学会データ工学研究会, Sep.24-25, Tokyo
- [24] 加賀谷北斗・相澤清晴・小川 誠, 階層構造を導入した深層学習とメタデータを利用した一般食事画像の検出と認識, 電子情報通信学会 画像工学研究会, IE2015-116, pp.229-234, Feb.22-23 2016, Sapporo, Hokkaido
- [25] 加賀谷北斗, 相澤清晴, 小川 誠, メタデータを利用した食事画像認識の改善, 映像情報メディア学会年次大会, 31B-3, Aug.26-28, 2015, Tokyo
- [26] 前田一樹, 相澤清晴, 小川誠, 食事記録ツール FoodLog における食事情報の Web 検索機能の実現, 映像情報メディア学会年次大会, 31C-3, Aug.26-28, 2015, Tokyo
- [27] 安沢昌志, 天野宗佑, 山肩洋子, 山崎俊彦, 相澤清晴, 小川 誠, 食事記録に対する Web 検索結果を利用した代表的食事名の導出, 情報処理学会全国大会, 1N-03, Mar.10-12, 2016, Hiyoshi, Yokohama

〔図書〕(計 1 件)

- [1] Kiyoharu Aizawa, FoodLog: Multimedia Food Recording Tools for Diverse Applications, Human-Harmonized Information Technology, Volume 1, pp.77-95, Editor Toyooki Nishida, Springer, 2015 (290pages)

〔産業財産権〕  
出願状況(計 2 件)

名称: 画像処理装置及びプログラム  
発明者: 相澤, 小川  
権利者: 東京大学, foo.log 株式会社  
種類: 特許  
番号: PCT/JP2014/060286  
出願年月日: 2014 年 4 月 9 日  
国内外の別: 国際

名称: 情報処理装置及びプログラム  
発明者: 相澤, 天野, 小川  
権利者: 東京大学, foo.log 株式会社  
種類: 特許  
番号: 2015-164111  
出願年月日: 2015 年 8 月 21 日  
国内外の別: 国内

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

FoodLog HP  
<http://www.foodlog.jp>

FoodLog スマートフォンアプリ  
<http://app.foodlog.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

相澤清晴(代表)  
東京大学大学院情報理工学系研究科・教授  
研究者番号: 20192453

(2) 研究分担者

瀧本秀美(分担)  
国立健康・栄養研究所 栄養疫学研究部・部長  
研究者番号: 50270690