

一般の人々のための生活習慣病の予防・改善を目的とした 食事評価アプリの開発

尾崎 圭司・鈴木 直美・細川 康輝・高橋 啓子・川端 紗也花

Development of a Dietary Assessment Application for the Prevention and Improvement of Lifestyle-Related Diseases for the General Public

Keiji OZAKI, Naomi SUZUKI, Yasuteru HOSOKAWA, Keiko TAKAHASHI, Sayaka KAWABATA

抄 録

本論文では、現在開発中の食事評価アプリについて報告する。本システムは、一般の人々が成人病の予防・改善するために使用する Web アプリケーションである。本システムを使用することによって、システムや管理栄養士から、自身の献立の評価を受け、食生活を改善することができる。

1. はじめに

我々は、管理栄養士養成課程の学生の調理実習における献立作成を支援するために、平成28年に、タブレット用アプリを開発した。その成果については、既に報告した [1-5]。タブレット版では、初学者が献立の基礎を修得するために、既存の料理を組み合わせて1日分の献立を作ることができた。その後、中上級生が、さまざまな病気を抱えた患者のために、長期の献立を作成する能力を修得するための支援システムを開発することになった。さらに、本システムを、一般の人々に公開し、生活習慣病の予防・改善のために役立ててもらえるようにする機能ももたせることになった。この新システムは、Webアプリケーションとして開発中である。本論文では、現在開発中のWebアプリケーション版の献立支援アプリの概要について報告する。

2. 関連研究

料理データセットの普及 [6, 7] と共に、料理情報処理の研究が盛んになって来ている。多くは、料理画像から料理名やメニューを認識したり、問い合わせ文からレシピを検索したりする研究である。料理画像からレシピを推定する研究もある。例えば、[8] では、料理画像からレシピを検索したり、逆にレシピから料理画像を検索する研究が行われてい

る。他に、長期にわたる食事の記録や、料理画像からカロリーを推定する研究も行われている。しかし、食事内容（献立）から、摂取栄養素量を推定し、それに基づいて食事の内容（献立）を評価し、食生活の改善を目標とした研究はない。

本研究の特徴は、献立からすべての栄養素の摂取量を推定し、それに基づいて食事の内容（献立）を評価して食生活の改善に役立てるところにある。

3. 本システムの課題

管理栄養士を目指す中上級の学生だけでなく、学外の管理栄養士や一般の人々も使用することを想定し、我々は本システムに次のような機能を持たせることを目標とした。

3.1 スマホでの利用

従来のタブレット版アプリは、大学での調理実習時に使用することを前提としている。そのため、大学が用意したタブレットを用い、その上で動作するアプリを使って、献立作成の基本を学ぶという使い方だった。したがって、自宅での調理の際に使うことはできなかった。

しかし、管理栄養士を目指す学生でも調理の経験に乏しい者が増えた現状を考えると、大学での授業以外での学習機会を増やすことが必要になった。そこで、我々は、ほとんどの学生が持っているスマー

トフォン上で動作するアプリケーションとして本システムを利用できることを目指すこととした。さらに、クライアント側のスマートフォン端末の負荷を小さく保ちながら、AIサーバ・データベースサーバとの頻繁なやり取りを行うために、Webアプリケーションとして構築することとした。

このことにより、本学の学生が授業外で使用しやすくなるだけでなく、学外の管理栄養士や一般の人々にも使ってもらえる基盤ができることになる。

3.2 新しい料理の登録

タブレット用アプリは、初学者が献立の初歩を学ぶためのものであるため、既存の料理を組み合わせて献立を作成することを前提に設計されていた。しかし、本システムでは、学生が普段の生活における食生活から献立の良し悪しを学ぶ必要があるため、学生が作った料理を新しく登録する機能が必要となる。これは、学外の管理栄養士や一般の人々に対しても必須の機能である。

したがって、新しい料理をシステムに登録するための入力支援機能が必要となる。本機能については3.3節で述べる。

さらに、タブレット用アプリは、料理が固定されていたので、料理ごとに予め栄養量を計算し、料理ごとの栄養素データベースを用いた。しかし、本システムでは、新しい料理を登録できるようにするために、料理ごとの栄養量を必要になるたびに動的に計算する機能を持たせる必要がある。

3.3 新しい料理の食材・レシピ等の入力支援

新しい料理をシステムに登録するためには、料理の食材・レシピ等の入力支援が必要となる。特に、一般の人々には、煩雑な食材データの入力を簡単に行えるようにすることが重要となる。そこで、我々は料理画像の認識機能を開発中である。これまでは、建帛社が著作権を持つ約2,500個の料理画像 [6] に加えて、ネット上から収集した料理画像を使って料理画像認識率の向上を目指して来た。しかし、十分な認識率が得られなかったので、楽天データセット (約80万品) [7] やクックパッドのデータセット (約172万品) [8] などのより大規模なデータセットの利用を検討している。これらのデータセットは、

一定の契約のもとで、国立情報学研究所 (NII) から入手できる。

また、世界的に一般的な料理画像のデータセット Food-101 [10] や、電気通信大学が公開している料理画像のデータセット UEC FOOD-100 (100種の料理, 約9,000枚の料理画像) [11] や、UEC FOOD-256 (256種の料理, 約31,000枚の料理画像) [12] は、認識率の検証に利用できると考えている。

以上の対策で、運用開始のために必要な認識率を確保できると考えている。運用開始後に利用者から収集された料理画像を使って、逐次的に認識率を向上させる仕組みも組み込みたい。これによって、本システムを使用すればするほど認識率を向上させ、使い勝手が良くなる。

3.4 長期の献立の作成

従来のタブレット版アプリは、初学者用のため、1日分の献立しか作成できない。1日の献立では、すべての栄養素を摂取目標に対して許容範囲内に収めることは困難である。実際に、管理栄養士に求められるのは、1週間から1ヶ月など、ある程度の長さの期間内で、栄養素が適切に摂取できる献立を作成することである。これは一般の人々に対しても同様である。

そこで、長期間に渡って、これから食べる予定の食事の献立や、食べた食事の献立を記録し、データベースに保存する機能を作成する。これを元に、実用的な献立の評価を行う。

3.5 摂取目標の設定

多くの食事管理ソフトは、エネルギーなど、限られた栄養素だけに注目している。これに対して、本システムはすべての栄養素を対象とする。人間が摂取しなければならない栄養素は約60種あり、対象者の年齢・性別・活動量・健康状態等によって各栄養素の摂取目標は異なる。また、摂取量も目標値の±10%内に入っていれば良いだけでなく、下限や上限だけが決まっているものなど多様である。本システムでは、これら摂取者の年齢・性別・活動量ごとに各栄養素の摂取目標をデータベース化した。

3.6 献立の評価機能

献立の評価は、単に摂取栄養素が目標の範囲内に

入っているかどうかだけでは判断できない。経験豊富な管理栄養士は、彩りや季節感・摂取者の好み等も考慮して献立の良し悪しを判断する。食生活の改善のためには、摂取者が食生活を楽しむことができないからならない。そこで、経験豊富な管理栄養士による献立の評価と同様な評価ができるよう、管理栄養士のヒューリスティックな知識を本システムに学習させる。

現在、献立に対する管理栄養士の評価結果を数百程度収集した [13]。しかし、この程度では深層学習のデータとしては足りないため、献立評価の判断基準を管理栄養士から聞き取り、これをアルゴリズムとして表現して本システムに組み込む予定である。その後、運用の過程で増加する献立の評価結果を利用して、深層学習を進め評価結果を改善させていくようにする予定である。

4. システムの構成と機能

利用者は、スマホを用いて料理画像（自作の料理の場合は食材・レシピも含む）を本システムに送信する。システムは、料理画像認識機能を用いて、料理あるいはそのカテゴリを求め、摂取栄養素量を推

定する。その後、摂取栄養素量と献立の評価結果を送り返す。利用者はこれを用いて食事を改善する。

4.1 本システムの構成とデータの流れ

図1に、本システムの構成とデータの流れの詳細を示す。本システムは、Webアプリケーションとして構成されるシステム本体とデータベースシステムから構成される。システム本体は、ユーザインタフェース、料理画像認識モジュール、献立評価モジュールから成る。データベースシステムは、料理データベース、献立評価データベース、ユーザデータベースからなる。

(1) ユーザインタフェース

利用者が献立を検索・登録するためのインタフェースであるとともに、システム全体を管理する役割も担う。スマホでの使用を前提としているので、タブレット版のようにアイコン操作ではなく、メニュー駆動で使用できるように設計した。

(2) 料理画像認識モジュール

利用者が料理を登録するのを支援するためにユーザインタフェースで利用される。料理画像から料理のカテゴリと食材を推定する。これによって、料理登録を容易にする。予め、大量の料理画像で学習さ

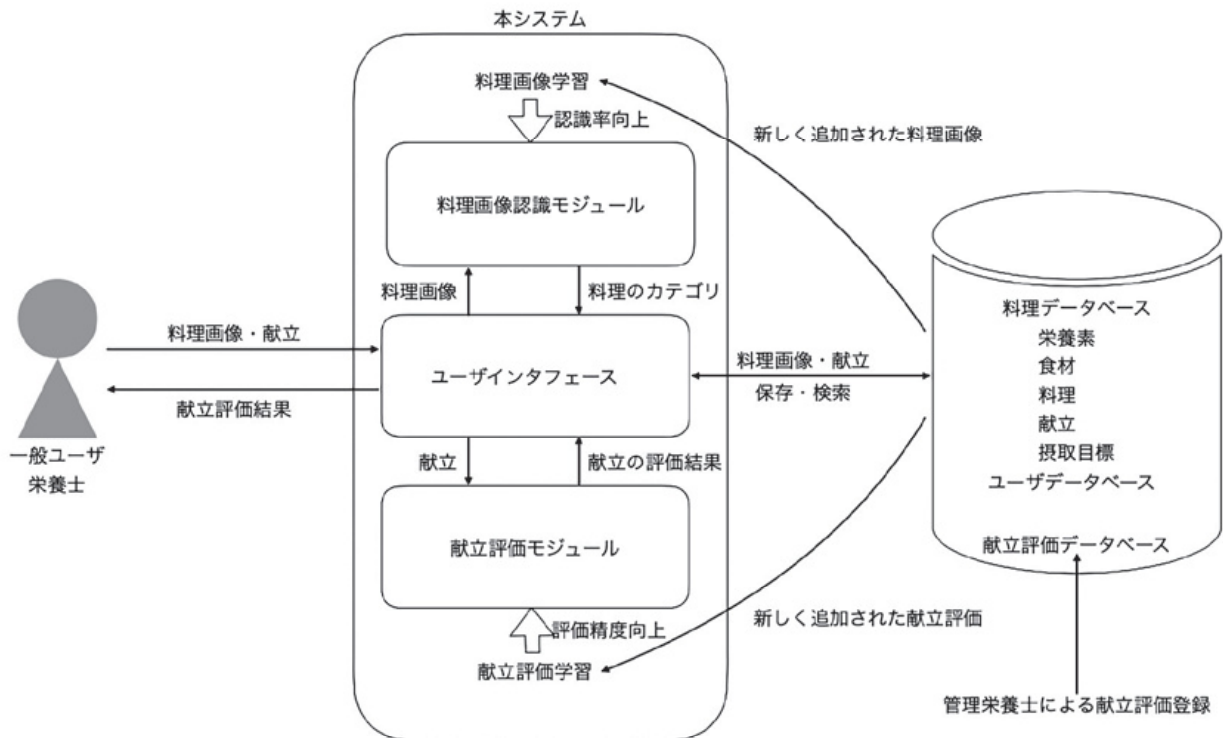


図1. 本システムの構成とデータの流れ

せたニューラルネットワークを利用するだけでなく、新しい料理が追加されるたびに逐次的に学習を行い認識精度を上げる。

(3)献立評価モジュール

利用者が献立を評価するためにユーザインタフェースで利用される。献立からその評価を推定する。これも、予め、献立評価データである程度学習させたニューラルネットワークを利用するだけでなく、新しい献立評価結果が追加されるたびに逐次的に学習を行い献立評価の精度を上げる。

(4)料理データベース

食材とその栄養素・料理・献立・摂取目標のデータから構成される。摂取目標値は、摂取者の年齢・性別・活動量ごとに異なる。

(5)献立評価データベース

献立とその評価結果のデータから成る。本研究に協力してもらった経験豊富な管理栄養士によって、継続的にデータベースに追加される。

(6)ユーザデータベース

4. 2節で述べる4タイプのユーザの管理情報を保存する。

4. 2 ユーザ管理

本システムは、利用者の好みや健康状態など重要な個人情報を扱うので、ユーザ管理を厳格に扱う必要がある。本システムは、ユーザを次の4種に分けている。

(1)システム管理者

システム全体を管理する。システムのすべての情報にアクセス・変更できる権限がある。

(2)アプリ管理者

アプリケーションの情報を管理する。栄養士からの申請に基づき、検証した上で、栄養士を登録できる権限がある。

(3)栄養士

アプリ管理者に申請して、栄養士として登録してもらう。一般利用者（クライアント）を登録して、自分の管理下における。自分の管理下にある一般利用者の献立を作成できる。一般的には、病院などの施設の管理栄養士であり、何人かの患者を担当する。

(4)一般の利用者（クライアント）

一般の利用者（クライアント）は、自由に自分を一般の利用者（クライアント）として登録できる。自分の作った料理・献立をシステムに登録して、評価してもらうことができる。また、栄養士に依頼して、自分の担当栄養士として自分の食生活を管理・評価してもらうこともできる。一般的には、病院などの施設の患者・入所者である。

5. 開発の進捗状況

(1)ユーザインタフェース

利用フローとユーザ管理についての検討が完了した。クラウドサーバはセットアップが完了し動作を始めた。

(2)料理認識モジュール

認識精度向上のため楽天データセットの利用を申請した。クックパッドデータセットは料理画像データがなかったので、利用しないことにした。ネット上からの料理画像の収集も継続中である。利用者の利便性を考慮して、認識精度を調整中である。

(3)献立評価モジュール

評価項目の検討が終わった。栄養士に協力してもらって献立評価データを収集している。

(4)データベース

摂取目標以外のデータベースの作成が完了し、管理者用のインタフェースも作成した。しかし、目標値設定が複雑なため、摂取目標のデータベース化が大幅に遅れている。

6. おわりに

本稿では、我々が現在開発中の食事評価システムについて報告した。本システムによって、利用者は、食生活を改善することができる。これによって、人々の生活習慣病の予防・改善に役立てることができる。

謝辞 本研究のために用いた料理データの一部は建帛社から提供されたものです。また、本研究の一部は、四国大学学際融合研究所経営情報研究部門重点研究、四国大学学術研究助成金、科学研究費補助金（15K12366）の援助を受けています。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- [1] 尾崎圭司, 細川康輝, 鈴木直美, 高橋啓子, 川端紗也花, “タブレットを用いた献立作成支援システムの開発 –プロトタイプ版の開発と評価–”, 四国大学経営情報研究所年報, 第22号, pp.1-7, March 2017.
- [2] 尾崎圭司, 細川康輝, 鈴木直美, 高橋啓子, 川端紗也花, “タブレットを用いた献立作成支援システムの開発”, 四国大学経営情報研究所年報, 第23号, pp.1-5, March 2018.
- [3] Yasuteru Hosokawa, Naomi Suzuki, Keiji Ozaki, Keiko Takahashi and Sayaka Kawabata, “Meal Planning Tablet Software for Training of Registered Dietitians”, 6th International Conference on Advances in Engineering and Technology (RTET-2017), pp.65-69, Aug 8-9, 2017, Singapore.
- [4] 高橋啓子, 川端紗也花, 細川康輝, 鈴木直美, 尾崎圭司, “アプリを使った献立作成の有効性と献立作成支援アプリの評価”, 日本調理科学会平成29年度大会, ポスターセッション, IP-61, Aug 31-Sep 1, 2017, お茶の水女子大学.
- [5] 川端紗也花, 高橋啓子, 細川康輝, 鈴木直美, 尾崎圭司, “管理栄養士養成課程学生のアプリによる栄養バランスのよい献立作成の検証”, 日本料理科学会 令和1年度大会 ポスターセッション, 2P-44, Aug, 2019中村学園大学.
- [6] 楽天グループ株式会社, 楽天データセット, <<https://www.nii.ac.jp/dsc/idr/rakuten/>>, Accessed 2020 Jan 13.
- [7] クックパッド株式会社, クックパッドデータセット, <<https://www.nii.ac.jp/dsc/idr/cookpad/cookpad.html>>, Accessed 2020 Jan 13.
- [8] Amaia Salvador, Nicholas Hynes, Yusuf Aytar, Javier Marin, Ferda Ofli, Ingmar Weber, Antonio Torralba, “Learning Cross-modal Embeddings for Cooking Recipes and Food Images”, <<http://im2recipe.csail.mit.edu/im2recipe.pdf>>, Accessed 2020 Jan 15.
- [9] エネルギーコントロールの栄養食事療法 糖尿病 肥満症, 渡邊早苗・寺本房子・田中明・工藤 秀機・柳沢幸江・松田康子・高橋啓子編, 建帛社, 2009.
- [10] Lukas Bossard and Matthieu Guillaumin and Luc Van Gool, Food-101 -- Mining Discriminative Components with Random Forests, <https://data.vision.ee.ethz.ch/cvl/datasets_extra/food-101/>, Accessed 2020 Jan 13.
- [11] Yuji Matsuda and Keiji Yanai, UEC FOOD-100 Dataset Ver. 1.0, <<http://foodcam.mobi/dataset100.html>>, Accessed 2020 Jan 13.
- [12] Yoshiyuki Kawano and Keiji Yanai, UEC FOOD-256 Dataset Ver. 1.0, <<http://foodcam.mobi/dataset256.html>>, Accessed 2020 Jan 13.
- [13] Yasuteru Hosokawa, Naomi Suzuki, Keiji Ozaki, Keiko Takahashi, and Sayaka Kawabata, “Online Review Support Meal Planning Table Software”, BITE 2018, Bangkok, Thailand., Proceedings of BITE 2018 (ISSN 2617-0523), Vol.1, No.1, pp.70-84, Aug, 2018.

ABSTRACT

The menu evaluation system is a web application to help the general public prevent adult diseases and enjoy meals. A person can get the evaluation of his / her own menu from the system or a registered dietitian and improve his / her menu. This paper reports on the outline of the system under development.

KEYWORDS: Menu Evaluation, Registered Dietitian, Web Application, Image Recognition, Deep Learning