

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 4 月 3 日現在

機関番号：13501  
 研究種目：挑戦的萌芽研究  
 研究期間：2011～2012  
 課題番号：23650477  
 研究課題名（和文）生活習慣病の主体的・継続的な改善を目指した食事メニュー推奨システムの開発  
 研究課題名（英文）Meal Menu Recommendation for Active and Continuous Improvement of Life Style Related Disease  
 研究代表者  
 福本 文代（FUKUMOTO FUMIYO）  
 山梨大学・大学院医学工学総合研究部・教授  
 研究者番号：60262648

研究成果の概要（和文）：生活習慣病は、現代社会における深刻な病であり、予備群を含めると4人に1人が該当すると言われている。生活習慣病は、特に食生活の改善が重要である。しかし、健康診断などで医師に食生活を見直すよう促されても病に関する危機感が薄いことから、日々の多忙な生活の中で継続的に改善に取り組むことは困難である。この問題を解決するためには、日常生活の中で誰もが手軽に、かつ継続的に食生活を見直すことで、生活習慣病を改善できるユビキタスシステムを開発する必要がある。本研究は、人工知能技術を利用することで、利用者の主体性を促し生活習慣病の改善・治癒へと導くための献立メニューを作成・提示するシステムを開発した。

研究成果の概要（英文）：Life style related disease, such as metabolic syndrome one of the serious diseases, and 25% of peoples suffer from the disease. It is important to improve life style, especially dietary life to cure the disease. However, most of the peoples pay no attention to the disease, thus it is difficult to take care of one's health continuously in a busy life. It is necessary to develop a ubiquitous computing system that we can easily cure life style related disease. In this study, we developed a meal menu recommendation system. The system is based on two machine learning techniques, Conditional Random Fields (CRF) and Viterbi algorithm that makes it possible to a user to actively and continuously improve life style related disease.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：生活習慣病，CRF，学習，ビタビアルゴリズム，知識獲得

## 1. 研究開始当初の背景

生活習慣病は、現代社会における深刻な病であり、予備群を含めると4人に1人が該当すると言われている。生活習慣病は、特に食生活の改善が重要である。しかし、健康診断などで医師に食生活を見直すよう促されても病に関する危機感が薄いことから、日々の多忙な生活の中で継続的に改善に取り組む

ことは困難である。この問題を解決するためには、日常生活の中で誰もが手軽に、かつ継続的に食生活を見直すことで、生活習慣病を改善できるユビキタスシステムを開発する必要がある。

近年、生活習慣病者のためのケアプラン、改善のための調理方法や献立メニューなどが食科学・臨床栄養学分野で幅広く検討されて

いる。また最近はこれらの知識を用い、献立からカロリーを計算するソフトなども開発され、携帯電話から入力した食事のカロリーを手軽に求めることができる。しかし、これらは短期的で応用指向の強い技術への興味の結果に過ぎず、あくまでユーザに対する情報提示に滞っている。本研究は、利用者の主体性を促し持続的な改善を行うことで生活習慣病の予備群を減らすことを目指す。

## 2. 研究の目的

本研究の大目標は、人工知能技術が、生活習慣病者数の減少に貢献することを示すことである。具体的には、利用者の主体性を促すことで利用者が継続的に食生活の見直しを促すような献立メニューを作成・提示可能なユビキタス環境を開発する。さらに、実問題を対象とした場合の機械学習の効果についても明らかにする。

## 3. 研究の方法

本研究は、人工知能技術を利用することで、生活習慣病の改善・治癒へと導くための献立メニューを作成・提示するシステムを開発する。本研究は、生活習慣病を改善するための支援環境を提供するために、利用者の主体性と持続性に着目したシステムを構築する。さらに、誰もがいつでもどこからでも手軽に利用できる汎用性を持った健康管理のための環境を提供することを目的としているため、敢えて複雑な推論機構を用いず、利用者の主体性と持続性を常に促す。具体的には、一定期間のメニュー列を系列ラベリング問題と捉え、Conditional Random Fields(CRF)と呼ばれる識別モデルを適用することで実現する。CRFは、形態素解析や固有表現抽出などの自然言語処理タスクに適用され、階層構造を持つ素性や素性の重複、及び多数の素性が複雑に関係するような問題に対しても、最適な系列ラベリングが出力可能であることが報告されている。そこで、系列ラベルを献立メニュー系列とし、ラティス構造の各ノードを主食、汁物、主菜、副菜の属性と栄養素の属性値で構成される献立メニュー、系列間のエッジの重みを献立の類似性と嗜好の度合いを用いて定義することで、必要な栄養素を満たすような最適な系列ラベリング(一定期間の献立メニュー)が出力可能となる。さらに利用者が候補メニューの一つを選択すると、システムはその情報を基に、最適なメニューを再計算し、続く一定期間のメニューを提示する。このように利用者の嗜好を取り入れること、及び利用者とのインタラクションを繰り返すことで、利用者の継続性・主

体性を取り入れたシステムの構築が可能となり、結果的に予備群を減らすことに繋がる。

本研究は3つの課題から成る。第1の課題は、基礎調査と調査に基づくデータ作成である。健康診断データから改善に必要な各栄養素と必要な食品の条件を細分化する。これらはCRFにおける素性として用いる。第2の課題は、サーバマシンへの実装である。実装は、前処理とCRFで構成される。前処理では、課題1で求めたデータから制約条件を出力する。CRFは制約条件を入力とし、複数から成る系列ラベリング(メニュー系列)を出力する。第3の課題は、システムの拡張である。拡張では、利用者とのインタラクションが可能となるよう、また献立メニュー数の拡充を実施する。

### 3-1. 基礎調査とデータ作成

本研究では、生活習慣病として、肥満症、糖尿病、動脈硬化症、高血圧症を扱う。以下に示す基礎調査1-5を実施した。

1. 健康診断データから血糖値、血圧値など生活習慣病予備軍判定に必要な検査項目と年齢・性別との関係を明らかにした。

2. CRFで用いる素性の設計を行う。具体的には、基礎代謝量、各検査項目の値に対して改善に必要となる1日の各栄養素(エネルギー、たんぱく質、炭水化物、脂質など)を基礎代謝量を加味した上で算出した。例えば肥満症の場合、たんぱく質は1.08g/kg/日(標準体重)である。

3. 改善に必要な食品の条件を詳細化する。例えば、肥満症の場合、肉、魚などは脂質の少ないものを選ぶ、糖質の多い果実類や芋類は避けるなどである。これらは各栄養素と同様、最適なメニュー系列を求める際の条件として使用した。また、各条件を確率値により表す。例えば脂質の少ない食材という場合、脂質を含む食材を抜き出し、脂質量の多い順にソート、正規化を行うことで求めることができる。

4. メニューの候補を列挙したラティス構造を作成するために、研究補助者の協力を得、ラティス構造のノードとなる献立メニューを記述する。献立メニューは主食、汁物、主菜、副菜で構成されるとし、それぞれ素性(栄養素)と素性値(栄養素の値)から成る。

5. ノード(メニュー)同士の接続性を定義する。接続は、1. 利用者の嗜好が少ない、2. 前ノードと後続ノードとの類似性が少な

い(類似の内容のメニューでない)ほど高くなるように定義する。3と同様、各接続関係に確率を付与するために類似度の値に基づき正規化を行う。

### 3-2. サーバマシンへの実装

サーバマシンに実装する。前処理として、利用者の健康診断データと嗜好を入力データとし、データから得られる制約条件を出力する。制約条件は、1日あたりの各栄養素の摂取量の他、基礎調査の3を出力する。学習アルゴリズムとしてCRF (Conditional Random Fields) と Viterbi アルゴリズムを用いる。CRF は、1-1. で求めた制約条件を基に、複数から成る最適な系列ラベリング(時系列に沿ったメニューの系列)を出力する。

### 3-3. システムの拡張

#### 3-3-1. 利用者とのインタラクションによるシステムの拡張

CRF を基に、利用者のフィードバックに応じて最適な系列ラベリングを動的に出力させるため、入力データの変更に対して再計算することができるようシステムの拡張を行う。利用者の再入力、直前に選択した献立メニューとする。入力された献立メニューに対し再計算を行う際、それまでに得られた部分系列を保持・利用することで、実時間で処理を可能とする。

#### 3-3-2. 献立メニューの拡充

機械処理を行うことで、初年度作成した献立メニュー数の拡充を行う。具体的には、初年度用いたデータ、すなわち、食材、調理方法、各栄養素があらかじめ自明であるメニューを学習データとし機械学習を用いることで判別関数を作成し、メニュー、食材、調理方法を入力とするテストデータを用いて、その栄養素を出力することで、栄養素が付与された献立メニュー数を増やす。

## 4. 研究成果

肥満症予備群と診断されたユーザの食生活を改善するための3日間の最適メニュー系列の提示を行う。被験者として、身長 165cm、体重 70kg の男性を仮定した。健康診断データから、被験者が1日に摂取すべき栄養素の基準は一意に定まる。以下に、各栄養素の1日あたりの基準値を示す。

- (1) エネルギー: 1650kcal /日
- (2) たんぱく質: 71.5g /日
- (3) 炭水化物: 250g /日

#### (4) 塩分: 7.5g /日

朝食 40 件、昼食 50 件、夕食 130 件の、栄養素や含有食材を含むメニューデータベースを実験に用いた。

CRF 法と Viterbi 法について、ユーザの好みを「牛肉」「サバ」とした際の、3日間のメニュー系列の出力結果及び、書籍から得られた1日の正解メニュー系列結果を示す。

		朝食	昼食	夕食
書籍	1日目	サンドイッチ	シーフードフライ	きんぴらご飯
	1日目	サンドイッチ	さば	餃子
CRF	2日目	オムレツ	ふくさずし	肉団子
	3日目	ピザ	牛丼	炊き込みご飯
	1日目	皿巻き卵	牛丼	刺身
Viterbi	2日目	オムレツ	さば	肉団子
	3日目	サンドイッチ	しょうが焼き	とんかつ

書籍データについては、あらかじめ栄養基準のみに基づいて生成されたメニューであるため、特にユーザの好みに対する配慮はなされていない。これに対し、CRF 法では、「サバの香り揚げ」、「肉団子」、「牛丼」の3件、Viterbi 法では、「牛丼」、「サバの香り揚げ」、「肉団子」の3件のユーザの好みを含むメニュー系列が得られた。この結果から、CRF 法と Viterbi 法により、それぞれユーザの好みを反映した出力メニュー系列を得ることができたといえる。

次にエネルギー、たんぱく質、炭水化物、塩分の1日ごとの目標値である栄養基準と、CRF 法と Viterbi 法で得られた1日ごとの各栄養素の平均及び正解メニュー系列との誤差率の検証を行った結果を示す。CRF 法と Viterbi 法については、3日間のメニューを1日ごとに分割し、交差検定で得られた日ごとの各栄養素の総和を栄養基準と比較する。交差検定では、より正確な値が得られることを目的とし、両手法の8,001件のメニュー系列の内、ランダムな2,000件のデータを計4回取得し、それらの平均値を比較に用いた。実験の結果、Viterbi 法や CRF 法では共に平均して15%ほどの誤差が見られた。これに対し、書籍による結果は7%程となり、両手法共に書籍に比べ精度が劣

る結果となった。

一般に、日ごとに摂取する栄養素にばらつきがあるのは好ましくない。日ごとの各栄養素の総和の平均を用いた場合、目標値に収束はするが日ごとの摂取栄養素にばらつきがある場合が存在する。そこで、各栄養素について不偏分散を用いて日ごとのデータのばらつきを比較した。比較に用いるデータには、CRF 法及び Viterbi 法それぞれについて 4 回ランダムに 2,000 件のデータを取り、それらの平均を求めた。

全ての栄養素において、Viterbi 法に比べ CRF 法のデータにばらつきが少ないという結果が得られた。これは、Viterbi 法では部分最小コストを用いて模擬的に 1 日の目標栄養素を指定したのに対し、CRF 法では 1 日を通した素性設計を行ったことで、結果的に値が収束したためだと考えられる。

## 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)

[学会発表] (計 1 件)

“Collaborative Filtering based on Sentiment Analysis of Guest Reviews for Hotel Recommendation”, F. Fukumoto, C. Motegi and S. Matsuyoshi, In Proc. of the 4<sup>th</sup> International Conference on Knowledge Engineering and Information Retrieval, pp. 193-198, 2012.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

福本 文代 (FUKUMOTO FUMIYO)

山梨大学・大学院医学工学総合研究部・教授

研究者番号：60262648

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし