食材に対する好き嫌いを考慮した料理レシピ推薦手法の提案

高畑　麻理†　　上田真由美††　　中島　伸介†

† 京都産業大学 コンピュータ理工学部　〒 603–8555 京都府京都市北区上賀茂本山
†† 京都大学大学院情報学研究科　〒 606-8501 京都府京都市左京区吉田本町
E-mail: †{g0846741,nakajima}@cse.kyoto-su.ac.jp, ††mayumi@mm.media.kyoto-u.ac.jp

あらまし　近年，料理レシピの推薦手法に関する研究が数多く行われるようになった．料理レシピ推薦手法に関する研究としては，所有する食材に応じたレシピの推薦，栄養バランスを考慮したレシピの推薦，またダイエットに適したレシピの推薦などが挙げられる．ただし，栄養バランス等を適切に考慮したとしても，推薦されたレシピがユーザの好みに合わなければ，調理されることなく無駄になってしまう恐れがある．したがって，料理レシピを推薦する際にはユーザの好き嫌いといった嗜好を考慮することが重要だと考え，食材に対する好き嫌いを考慮した料理レシピ推薦システムの提案と実装に向けた検討を行ったので報告する．

キーワード　料理レシピ推薦，嗜好推定，調理履歴

Proposal for Cooking Recipe Recommendation Technique Consideration to Likes and Dislikes of Ingredient

Mari TAKAHATA†, Mayumi UEDA††, and Shinsuke NAKAJIMA†

† Faculty of Computer Sciende and Engineering, Kyoto Sangyo University.
Motoyama, Kamigamo, Kita-Ku, Kyoto-City 603-8555, Japan
†† Graduate School of Informatics, Kyoto University.
Yoshidahonnmachi,Sakyou-Ku,Kyoto-City 606-8501, Japan
E-mail: †{g0846741,nakajima}@cse.kyoto-su.ac.jp, ††mayumi@mm.media.kyoto-u.ac.jp

Abstract　A lot of researches on the recommendation technique of the cooking recipe came to be done recently. The research on the recipe recommendation technique recommends the recipe that considers the recommendation of the recipe according to the owned ingredient and the nutritional balance, and, according to circumstances, includes the recommendation of the recipe that is appropriate for dieting. However, it is likely to become useless without being cooked if the recommended recipe is not suitable for user's favor even if the nutritional balance are appropriately considered. Therefore, because it is thought that it is important to consider the preference of user's likes and dislikes when the cooking recipe is recommended, and did the proposal of the dish recipe recommendation system that considers likes and dislikes to the ingredient and the examination for mounting, it reports.

Key words　recipe recommendation, cooking history, tastes recommendation

1. はじめに

毎日調理する献立を考えるのは面倒な作業である．そこで，献立決定を支援するため，手持ちの食材を考慮した推薦や栄養バランスを考慮した推薦，イベントごとのカロリー消費量を考慮した推薦など，様々なレシピ推薦に関する研究がおこなわれている．ただし，一般的に栄養素を摂取するためだけに食事をするのではなく，味や見た目を楽しみつつ食事をすることが多い．すなわち，栄養バランス等の条件を満たしていても，ユーザの好みに合わなければ調理されることはない．したがって，料理レシピを推薦する際には，ユーザの好き嫌いといった嗜好を考慮することが重要である．以上の理由により，栄養バランス等を適切に考慮したとしても，推薦されたレシピがユーザの好みに合わなければ調理されることなく無駄になってしまう恐れがある．したがって，これらの機能に劣らず重要なものとして挙げられるのが，ユーザの好き嫌い等の嗜好を考慮したレシピ推薦手法である．以上の理由により，我々は好き嫌い等の嗜好を考慮したレシピ推薦手法に着目している．

既存の料理レシピ検索システムの代表的なものとして，クックパッド [1] や味の素 [2]，ネスレ [3]，Yahoo!Japan [4] などが

提供するシステムが挙げられる．例えばクックパッドでは利用者は 800 万人で，80 万ものレシピ数があり，多くの人に利用されていることから，レシピ検索システムの需要の高さが示されている．しかし，これらのレシピ検索システムは基本的にはキーワードによる検索のみで，登録日時やアクセス数の順序で提供されており，個人の嗜好を考慮したレシピを提示する機能はない．

したがって，本研究では食材に対する好き嫌いを考慮したレシピ推薦を行うことを目的とする．なお，ユーザの欲求として，似ている料理を連続して食べたくないというものがあると考え，食材，調理方法，料理名なども含めて，類似した料理レシピが連続して推薦されない機能についても検討する．我々は既に個人の嗜好を考慮し，反映した料理レシピ推薦手法を行っている [5] [6]. これは料理レシピを食材単位に分解し，食材利用頻度と食材の特異度を用いて食材に対する好みを推定している．さらに，個人の嗜好は「好き」だけでなく「嫌い」も存在することに着目し，料理レシピ推薦における個人の嗜好を日々の調理行動から推定する手法について提案している．しかしながらこれらの研究では，概念のみの提案に留まり実装を想定した十分な議論がされていなかった．そこで本稿では, 食材に対する好き嫌いを考慮した料理レシピ推薦システムの実現に向けた検討を行ったので報告する．

以下，2 章でレシピ推薦に関する既存研究について述べる．3 章で嗜好の推定手法について説明し，4 章で推薦システムを実装する際に考慮する項目について検討する．

2. 関 連 研 究

レシピ検索だけに関わらず様々な推薦システムではユーザ毎に適した推薦を行っている研究が数多く存在する．

Web 上に大量の情報が存在するようになり，必要な際に必要な情報を取得するのが困難となってきている．そこで，文献 [3] では，観光情報や料理レシピのような要素の組み合わせからなる集合型オブジェクトを対象として，ユーザが閲覧しているオブジェクトから要素を追加・削除することによってユーザの求めるオブジェクトに近づけることを可能としている．追加・削除可能な要素の推薦にはオブジェクトの構造を分析し，構造の安定度を用いて実現している．我々の手法は，閲覧データに対して，情報を追加・削除する必要がなく，日々の行動から嗜好を自動的に抽出する点で異なっている．

また近年，メタボリックシンドロームという言葉が流行っているように，健康に気を使う人の割合が増加している．文献 [4] では，授業やアルバイト，飲み会，スポーツといった日々の生活で起こりうるイベントに対して，それぞれカロリーの消費・摂取の評価値を与え，ダイエット期間中のユーザのスケジュールを用いて目標体重に達するカロリーで，塩分や野菜摂取量など健康に影響を与える栄養素を配慮した料理レシピの推薦を線形計画法を用いて行っている．本研究では，ユーザの日々の行動から食材に対する好き嫌いを推定し，好き嫌いを考慮した料理レシピを推薦している点で異なる．健康面を考慮した推薦という点では，文献 [9] [11] [12] [14] も同様である．これらは食事記録に基づいて食生活を支援することを目的としたシステムの提案をしている．

[13] では，近年調理レシピテキストが急増しているが一般に素材や手順が決められており柔軟性に欠けるので，ユーザの要求に即した調理レシピを創作することにより既存のレシピテキストに対して素材を適切に入れ替える手法の提案を行っている．

また，共働きや一人暮らしをしている人などを対象にし，忙しいときに手間のかからない料理を個人の状況を考慮して簡単と思われるレシピを推薦する手法の研究を行っているものもある [10]．これは，ユーザの閲覧履歴，職歴等から獲得したユーザの嗜好パターンを知識として取得し，獲得した知識を基にレシピを推薦している．このようにレシピ検索に関して様々な研究がなされているが，どれもユーザの好き嫌いを考慮してレシピ推薦を行っていない．本研究では個人の嗜好に合わせたレシピを日々の調理履歴から自動的に嗜好を推定することにより，利用者への負担を少なく日々変化していく嗜好を的確にとらえることが可能である．

3. 食材に対する好き嫌いを考慮した料理レシピの得点付け

3.1 献立の際に考慮する点

偏った食生活は高血圧やメタボリックシンドロームなどの生活習慣病の一因となることが指摘されており，当然ながらバランスの良い食事をとる必要がある．ただし，無理をして嫌いなものを食べる必要はなく，必要な栄養素を好きな料理から取得すれば良い．また，現実的な問題として冷蔵庫に残った食材を使い切りたい場合，手に入りやすい食材を使用したい場合が考えられる．そこで，毎日の献立決定の際に考慮すべき要素としては以下の項目が考えられる．

要素 1: 好き嫌い
食材，料理のカテゴリ，調理法，料理名に対する好き嫌いがある．

要素 2: 栄養バランス
好きなものばかりを食べ続けると必要な栄養素を摂取できない可能性がある．

要素 3: 食材の有無
手元にある食材，手に入りやすい食材を優先して使用する．

その中で本研究では要素 1 の食材，調理法，料理名に対する好き嫌いについての嗜好推定手法を提案する．

3.2 食材に対する嗜好

食材に対する嗜好の一部は我々が従来から行っている食材の利用頻度と特異度を用いた手法 [1] に基づいて推定する．食材に対する嗜好は，食材に対する「好き」と「嫌い」で構成されると考え，式 (1) で推定する．

$$I_k = I_k^+ + I_k^- \tag{1}$$

ここで I^+ を好き，I^- を嫌いとし，以下で推定方法を示す．

3.2.1 好きの推定方法

ユーザの調理履歴に含まれる食材の利用頻度から好きな食材を推定する (図 1).「頻繁に使用する食材は利用者が好きな

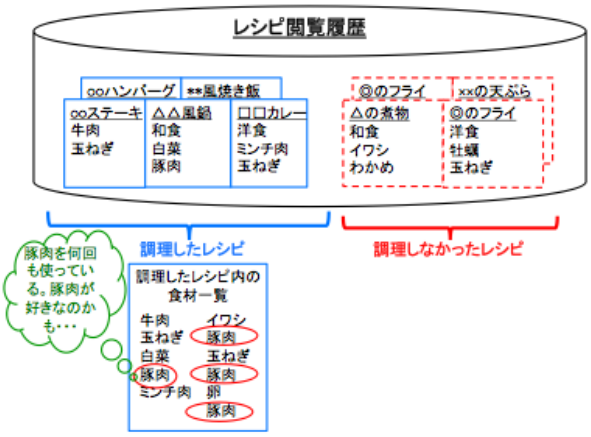

図 1　レシピ閲覧履歴からの好きの推定方法

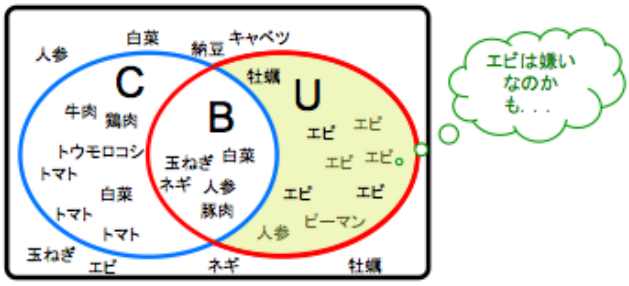

図 2　推薦されたレシピに含まれる食材の集合

食材である」と仮定し，個人の調理履歴から食材の得点を算出し嗜好として扱う．調理履歴に含まれるレシピを食材単位に分解し，各食材の得点を算出したものを食材スコア I^+ とする．食材スコアは TF-IDF の考えを応用し，食材利用頻度 (FF_k:Foodstuff Frequency) と食材の特異度 (IRF_k:Inverted Recipe Frequency) から算出する (式 (2))．

$$I^+ = FF_k \times IRF_k \tag{2}$$

このときの食材 k に対する食材利用頻度 FF_k は，一定期間 D に調理された食材 fk の頻度を用いて，以下のように算出する (式 (3))．

$$FF_k = \frac{f_k}{D} \tag{3}$$

式 (3) はある一定期間 D で調理された食材 f_k の頻度を示している．また，食材 k が料理を作る上でどの程度特異性があるかを示す特異度 $IRFk$ は，レシピ数 M と対象食材 k を含むレシピ数 Mk を用いて以下のように算出する (式 (4))．

$$IRF_k = log(M/M_k) \tag{4}$$

ここで，M はレシピ数で，M_k は対象食材 k を含むレシピ数である．

3.2.2　嫌いの推定方法

嗜好を考慮する際,「好き」だけでなく「嫌い」についても考慮する必要がある．そこでレシピを閲覧したが調理しなかったレシピに含まれる食材 k は「嫌いな可能性がある」と判断する．図 2 のエビがこれにあたる．

「嫌い」を表現する食材スコア I_k^- は，以下の式で算出することが出来る．

$$I_k^- = \begin{cases} 0 & (0 < \frac{2|U_k|}{|A_k|} \leqq 0.5 \text{ の場合}) \\ (\frac{2|U_k|}{|A_k|} - 1)^x & (0.5 < \frac{2|U_k|}{|A_k|} \leqq 1 \text{ の場合}) \end{cases} \tag{5}$$

図 2 で示している U は閲覧したが調理しなかったレシピに含まれる食材の集合および閲覧したレシピ名に含まれる食材の集合であり，$|U_k|$ は U の中に含まれるある食材 k の出現回数のことである．C は調理したレシピに含まれる食材の集合を示している．B は閲覧したが調理しなかったレシピと調理したレシピの両方に含まれる食材の集合のことである．また式 (5) の $|A|$ は $|C|$ と $|U|$ と $|B|$ を足しあわせたものであり，A_k は A に含まれるある食材 k の出現回数のことである．

3.3　レシピスコアの算出方法

同じ料理や，似ている料理は連続して食べたくないと考えることがある．そこでそのような料理は推薦しないようにするために以下のように，各料理レシピの得点 $Score(R)$ を算出し，繰り返しを防ぐ．

$$Score(R) = \sum_{k \in R} I_k - \alpha \sum_{d=1}^{7} (w_d \cdot sim(R, R_d)) \tag{6}$$

上記の式の α は似ているレシピを嫌う際の影響度を決定する値のことで $sim(R, R_d)$ は対象レシピと d 日前に調理したレシピとの類似度を示したものである．また w_d は d 日前に調理したレシピの類似度の重みであり，以下のように算出する．

$$w_d = 1 - (d-1)/7 \qquad (1 \leqq d \leqq 7) \tag{7}$$

ここで，式 (7) は一週間単位で考えたものであり，1 日目を $d = 1$ とした式である．

4.　システム実装に向けた検討

システム実装に向けて，以下の内容について検討している．

4.1　推薦対象データの取得と DB 格納

推薦対象データとしてクックパッド，Yahoo! Japan レシピ，レシピサイトマギー (ネスレ社)，レシピ大百科 (味の素社) に格納されているレシピデータを使う．これらのレシピデータのタグを解析し，料理レシピデータベースにレシピ名，カテゴリ (和食，洋食など)，食材およびその分量，手順，元のレシピへのリンク等に分割して格納する．カテゴリ分類に関しては，サイトによって違いがあるため，場合によっては手動でラベリングを行う．

4.2　予備実験の実施とアルゴリズムの改良

本格的なシステム実装の前に，本推薦手法に基づく予備実験を行い，提案アルゴリズムのチューニング作業を行う．また，アルゴリズムの改良を行うと共に，実装システムに必要な機能

表 1 「好き」に関する食材スコア I^k に関する予備実験結果

食材名	f_k	D	FF	M	M_k	IRF	I^+
ウインナー	1	7	0.142857143	140	1	2.146128036	0.306589719
水菜	1	7	0.142857143	140	1	2.146128036	0.306589719
豚肉	3	7	0.428571429	140	28	0.698970004	0.299558573
ほうれん草	1	7	0.142857143	140	2	1.84509804	0.263585434
ぶり	1	7	0.142857143	140	2	1.84509804	0.263585434
赤ワイン	1	7	0.142857143	140	3	1.669006781	0.23842954
エビ	1	7	0.142857143	140	3	1.669006781	0.23842954
生姜	1	7	0.142857143	140	3	1.669006781	0.23842954
ジャガイモ	2	7	0.285714286	140	24	0.765916794	0.21883337
人参	2	7	0.285714286	140	25	0.748188027	0.213768008
にんにく	1	7	0.142857143	140	5	1.447158031	0.206736862
えのき	1	7	0.142857143	140	5	1.447158031	0.206736862
牛乳	1	7	0.142857143	140	6	1.367976785	0.195425255
しいたけ	1	7	0.142857143	140	7	1.301029996	0.185861428
キャベツ	1	7	0.142857143	140	7	1.301029996	0.185861428
長ネギ	1	7	0.142857143	140	7	1.301029996	0.185861428
牛肉	1	7	0.285714286	140	22	0.803705355	0.114815051
玉ねぎ	2	7	0.142857143	140	57	0.39025318	0.111500909

等に関して整理する．

予備実験

食材に対する好き嫌いの推定手法の有効性を検証するため，予備実験を行った．実験では，あらかじめ「カレー」や「豚肉」など 7 日分の検索キーワードを決めておき，それぞれのキーワードに対して 20 件の料理レシピを準備しておいた．被験者は提示された 20 件の料理レシピを閲覧し，気になった料理レシピの詳細データを閲覧する．その中から調理したいものと調理したくないものに対してチェックをつけた．料理レシピ一覧から，レシピの詳細情報を閲覧し，調理する料理レシピを選択するという一連の行動を 7 日分行う．この一連の行動から，食材スコア I^+ を算出した．次に，対象とした 7 日分の料理レシピに含まれる食材を被験者に提示し，その中から実際に被験者が好きな食材と嫌いな食材に対してチェックをつけた．表 1 に結果を示す．表中では，f_k は各食材の出現回数，D は日数を示している．FF は食材利用頻度，M は料理レシピの総数，M_k は各食材 (k) を含む料理レシピ数，IRF は各食材の特異度，I^k は「好き」に対する食材スコアを示している．実験は 3 人の被験者によりおこなった．まず 1 人目はウインナー，水菜の I^+ が高くなり，牛肉，玉ねぎの I^+ が低くなった．しかし，被験者は「エビ」のみを好きな食材としてチェックしており，I^+ は適切に食材に対する「好き」を示していない．2 人目は，さつまいも，ベーコン，うどんの I^+ の値が高くなった．この被験者の場合さつまいもが好きなのでうまく合致している．さらにベーコン，うどんについても好きなものであったためこの実験でうまく上位に好きな食材が来ていると言える．しかし，被験者が好んでいる食材である牛肉や豚肉の I^+ の値が低くなってしまった．これは，M_k の値の影響が考えられる．また，対象食材の中に，実際に被験者が「好き」である食材が 1 つしか含まれていなかったことも，良い結果につながらなかったと考えられる．今後は対象データ数および被験者数を増やし，I^k がどの程度の値の際が実際に好きな食材となるか検証することが必要である．同様に食材スコア I^- を 3 人の被験者により算出した．1 人目の I^- を算出した結果，被験者の嫌いなものが 3 つあったが I^- の値をランキングした際上に 1 つしか出現させることができなかった。この理由としては，学習データ数が少ないということが非常に大きな原因であると考えられるので食材スコア I^+ 同様にデータ数を増やすことにより詳細に検証していく．なお結果に応じて必要であれば算出方法の再検討も行う．

4.3 インタフェースの設計

効果的な推薦システムを開発する上で，ユーザインタフェースは重要である．ユーザからのデータ入力や，推薦結果の表示方法に関して，ユーザの利便性の観点から十分に検討し，ユーザインタフェースの設計を行う．実際の家庭での献立決定および調理現場を観察し，より使いやすいユーザインタフェースを検討することが必要である．

5. ま と め

本稿では，ユーザの嗜好に応じたレシピ推薦手法の開発を最終目標とし、調理履歴とレシピ閲覧履歴から食材単位での嗜好を推定する手法を提案した．これは過去に提示された料理レシピの中から実際に「調理した」・「調理しなかった」という行動履歴を分析することにより個人の嗜好を推定するものである．

今後の課題として推薦システムの実装を行い，評価実験を通じて提案手法の有効性の確認と改良を行う．

謝　　辞

本研究の一部は，京都大学グローバル COE プログラム「知識循環社会のための情報学教育研究拠点」(研究代表者：田中克己)，および文部科学省科学研究費補助金若手研究 (B)（課題番

号：20700089）による．

文　　献

[1] レシピ検索 No.1/料理レシピ載せるならクックパッド, http://cookpad.com/

[2] レシピ大百科，http://www.ajinomoto.co.jp/recipe/

[3] レシピサイトマギー Feel Good Cooking　料理レシピ検索が簡単，http://www.recipe.nestle.co.jp/

[4] Yahoo! Japan レシピ，http://recipe.gourmet.yahoo.co.jp/

[5] 上田真由美，石原和幸，平野靖，梶田将司，間瀬健二，”食材利用履歴に基づき個人の嗜好を反映するレシピ推薦手法”，日本データベース学会 LetterVol．6, No．4, pp．29-32, 2008．3.

[6] 上田真由美，中島伸介，”料理レシピ推薦における個人の嗜好推定手法の提案”，電子情報通信学会 第 18 回 Web インテリジェンスとインタラクション研究会，WI2-2010-32 50，pp.27-28, 2010 年 9 月.

[7] 佃洸摂，中村聡史，田中克己，”集合型 Web オブジェクトの構成要素に対する追加・削除要素の推薦とそのレシピデータへの応用 ”，DEIM Forum 2010 A4-5

[8] 小林一郎，三野陽子，”ユーザのスケジュールを考慮したダイエットのためのレシピ推薦 ”，DEIM Forum 2009 A2-1

[9] 刈米志帆乃，藤井敦，”栄養素等摂取バランスの分析に基づく食生活支援システム ”，DBSJ Journal, Vol．8, No．4 March 2010

[10] 矢嶋亜紗美，小林 一郎，”個人の状況を考慮した “ かんたん ” なレシピの推薦 ”，DEIM Forum 2009 E5-6

[11] 刈米志帆乃，藤井敦，”食事ログにおける栄養バランスを考慮した食生活支援システム ”，DEIM Forum 2010 A4-4

[12] 刈米志帆乃，藤井敦，”料理レシピの推薦と栄養バランスの可視化による食生活支援システム ”，WebDB Forum 2009, Nov. 2009.

[13] 志土地由香，高橋友和，井手一郎，村瀬洋，”料理レシピテキストからの代替素材の発見 ”，人工知能学会第 22 回全国大会論文集, 1B1-2，pp．1-4，2008.

[14] 刈米志帆乃，藤井敦，”栄養バランスを考慮した料理レシピ ”，WebDB Forum 2009, Nov.2009.