

冷蔵庫食材を考慮した料理レシピ検索システムの提案

赤澤 康幸[†] 宮森 恒[†]

[†] 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

E-mail: †{g0846020,miya}@cse.kyoto-su.ac.jp

あらまし 毎日の食事における料理レシピを考える際、Web上のレシピ検索サイトが現在広く利用されている。それらサイトにおける検索では、指定したキーワード、食材を含むレシピを大量に取得することができる。しかし、各レシピは、ユーザの冷蔵庫にある食材の状態とは関連付けられておらず、冷蔵庫食材だけで作れるレシピや、冷蔵庫食材をより重視したレシピを効率良く取得することは困難である。本稿では、冷蔵庫にある食材を考慮した料理レシピ検索システムを提案する。具体的には、冷蔵庫の食材の分量や賞味期限を考慮したレシピランキング手法を提案し、レシピの探しやすさを考慮した、2段階に分かれた検索結果を提示するシステムを実装した。被験者実験を行うことによって、提案システムの基本的な有効性を確認した。

キーワード 料理レシピ, 冷蔵庫食材, ランキング, 情報検索, 検索システム

Proposal of a Search System for Cooking Recipes Considering Ingredients in Refrigerators

Yasuyuki AKAZAWA[†] and Hisashi MIYAMORI[†]

[†] Faculty of Computer Science and Engineering, Kyoto Sangyo University

Motoyama, Kamigamo, Kita, Kyoto, 603-8555 Japan

E-mail: †{g0846020,miya}@cse.kyoto-su.ac.jp

Abstract Many search systems on the Web have currently been in widespread use when deciding what to cook for everyday meals. These conventional systems provide multitude of recipes including keywords and ingredients specified by the user. However, it is difficult for the systems to obtain recipes which can be cooked only with ingredients in your refrigerator or ones which give priority to such ingredients, because they do not consider the conditions of foods in the fridge when selecting desirable recipes. In this paper, a search system for cooking recipes considering ingredients in your refrigerator is proposed. Specifically, a ranking method of recipes considering quantities and best-before date of foods in the fridge is proposed, and it was implemented as a search system providing results in two levels for the easier access to the desired recipes. Subject experiments and comparisons with conventional systems showed the basic validity of the proposed system.

Key words cooking recipes, ingredients in refrigerators, ranking, information retrieval, search system

1. はじめに

現在、「クックパッド」[1] や「みんなのきょうの料理」[2] といったように、Web上には様々な種類の料理レシピ検索サイトが運営されており、毎日の食事のメニューに困る事があれば、それらサイトを利用して手軽に料理レシピを検索することが出来る。キーワードや食材名を入力すれば、該当する沢山のレシピ情報を取得することができる他、さらに詳細な検索として、料理のジャンルや種別、調理時間やカロリーに関する条件を指

定して検索可能なサイトも存在する。

これらサイトは、毎日の食事における料理レシピを考える際には広く利用されており、その有用性は高いものと考えられる。一方、検索サイトの検索結果として取得したレシピ情報には、料理をする際のその時々冷蔵庫にある食材の状態が関連付けられている訳ではない。

つまり、各家庭の冷蔵庫にどんな食材がどれくらいあって、賞味期限はいつまでか、といった情報を利用しての検索が可能ではなく、ユーザは、取得したレシピデータを基に、自宅の冷

冷蔵庫環境に適したなんらかのアレンジを加える必要があり、冷蔵庫食材を重視したレシピ情報を効率良く取得することが難しいという現状がある。

本稿では、そうした状況を改善し、冷蔵庫食材で出来る料理が何なのか、何が不足しており、何の食材を買ってくれば料理が作れるようになるのかといった、料理を作るという場面により適したレシピ検索を提供するため、冷蔵庫食材の状態を考慮した検索システムを提案する。冷蔵庫の食材だけを使って作れる料理の検索に加え、食材の充足率やレシピの特異度といったことを考慮したランキングを行うことで、冷蔵庫食材を考慮した検索と、ユーザにとって便利で分かりやすい結果を提示することを目指した。

以下、2章では関連研究について、3章では提案システムの詳細な内容について、4章では提案システム評価のための被験者とその考察について、5章ではまとめと今後の課題についてを記述する。

2. 関連研究

現在、料理レシピに関する研究は数多く行われており、これまでに様々な料理レシピの検索／推薦システムや調理支援システム等が考案されている。

2.1 レシピ検索／推薦に関する研究

レシピ検索／推薦に関する研究としては、例えば、ユーザが食材ごとの優先度を指定することにより、ユーザの意図した料理レシピの検索結果の絞り込みを助けるレシピ検索システム [3] がある。この研究では、ユーザが自由に、食材それぞれに重要度を設定可能で、それらの重要度に従って料理レシピのランキングが行われる。重要度の設定は GUI 上のスライダーによって容易に設定可能であり、変更結果が直ちに反映される。レシピの重要度は、設定された食材ごとの重要度を加算して算出され、その値が高い順にレシピのランキング結果が表示される。この研究は、既存の検索システムと比べ、よりインタラクティブな操作によって簡単に料理レシピ検索が行え、検索結果も、より柔軟に取得できるようになっている。しかし、食材数、分量、賞味期限といったことを詳細に設定できるわけではなく、冷蔵庫食材の状態を考慮したシステムではないため、その点で本稿とは異なる。

また、栄養バランスを考慮した料理レシピ検索 [4] や、食材利用履歴を用いた個人嗜好を反映したレシピ推薦手法 [5] も提案されている。栄養バランスを考慮した料理レシピ検索においては、食品群別摂取量を基準に、ユーザの性別と年齢を考慮して食材の充足率を計算し、足りない栄養素を補う形で、別の料理を関連させて表示させるという、組み合わせが良い料理から成る献立の検索を目的としている。組み合わせが良い料理は、食品群をどの程度まんべんなく摂取できているかを計算し、充足率を求め、別の料理との関連度を計算することで見つける。食材利用履歴を用いた個人嗜好を反映したレシピ推薦手法については、tf-idf の考え方を食材の特徴量に応用した FF-IRF (Foodstuff Frequency - Inverted Recipe Frequency) を考え、利用者の調理履歴から抽出した個人の嗜好を、料理の推薦に用いることを

目的としている。FF-IRF は食材の利用頻度と特異度であり、基本的にはこのスコアが高い食材を使ったレシピが推薦されることとなる。これらについても、より使いやすい検索、推薦システムを目指した研究であるが、その時々冷蔵庫食材の状態まで考えているわけではないため、その点で本稿とは異なる。

本稿でも扱う、食材の使い切りを考慮したレシピ推薦手法 [6] も存在する。これは、一週間単位での食材を使い切りを目的としており、最初に登録した食べたいレシピを起点に、そのレシピを作った後に余る食材の分量を計算し、その余剰食材を使い切るレシピを探し、推薦を行い、そのレシピに必要な買い物をユーザに促す。そうすることで、新たに買い足す食材を必要最低限にし、余剰食材を少なくしている。しかし、本稿では、買い物の内容は指定せず、あくまで冷蔵庫食材の中で、賞味期限が近くなったものだけを使い切らせるレシピを探すため、その部分で異なる。

検索／推薦ではないが、調理の際の状況やユーザの気分等を反映したレシピの創作を目的とした、調理レシピテキストからの代替素材の発見を行う研究 [7] もある。これは、既存の調理レシピテキストからは、ユーザの要求に柔軟に対応したレシピが発見できないと考え、代替素材の発見により調理の幅を広げ、ユーザの要求により近い調理レシピテキストの作成を目的としている。方法としては、素材 (料理に使われる食材) と調理動作を関連付けることによって、素材間の類似性を考えることで、代替素材を発見しようというもので、素材に対して行われる調理動作が全て一致するものを代替素材としている。素材に対しての調理動作は、主に日本語の主述構造から判定しているが、調理動作のちよとした違いで別の調理動作として扱わないために、料理レシピにおける、調理動作を表す動詞 (調理動詞) の tf-idf 値を求め、設定した閾値を超えている調理動作に関しては、それを特徴的な調理動作として、主述構造を解析している。代替素材の発見により、より幅広く料理を作れるようにしており、必然的に冷蔵庫食材で作れる料理レシピも探しやすくなると思われるが、料理に使用する食材において、冷蔵庫の食材の状態が関連付けられてはいないため、本稿の目的とは異なる。

また、以前に筆者らが取り組んだ研究 [8] があり、そこで対応しきれなかった問題として、想定していた食材の利用方法によって定まる複数のランキング手法で用いられるパラメータ数が多く、十分な調整と検証を行えていなかったということがあった。そのため、提示されるランキング結果が、ユーザにとって分かりづらいものとなる場合があった。

2.2 調理支援システム／食材認識、自動入力に関する研究

調理作業自体の支援を目的としたシステムの研究も盛んに行われている。例えば、キッチン内に様々なセンサを埋め込み、食材や調理器具に RFID タグを付けることによって、次に行うべき調理作業を予測し、調理者にその都度適切な支援を行おうとする研究 [9] がある。

こういった支援に際し、食材の情報を自動取得する研究も多く行われており、食材表面のテキスト特徴から食材を識別しようとする研究 [10] や、調理の場面において最初に行われることが多い、食材の切断に着目し、その際のまな板への荷重特徴

によって食材の識別を行おうとする研究 [11], 荷重特徴に加え, 画像と振動音のデータを統合的に用いて食材の認識を行う研究 [12] など存在する.

2.3 その他の研究

他にも, 冷蔵庫をインターネットに接続し, 冷蔵庫内の食材からレシピを検索したり, 食品のバーコードをスキャンし, 品目や賞味期限を管理するような製品 [13] の開発も行われている.

この他にも, 数々の関連研究が行われているが, 冷蔵庫の食材情報を考慮しているものは筆者らの知る範囲では存在しておらず, また, 以前の研究の課題点を解決すべく, 本稿の提案に至った. 本稿では, 食材の入力については, 食材認識に関する研究によって実現されることを想定し, レシピ検索の処理に焦点を当てている.

3. 提案システム

本章では, 提案システムの内容について説明する.

3.1 システムの概要

3.1.1 システムの目的

本システムでは, ユーザーが効率良く冷蔵庫にある食材だけで作れる料理レシピを探せることを第一に考えている. ユーザーが実際に料理を作る際, まず冷蔵庫の食材を確認することは多い. その上で, 冷蔵庫の食材の数, 分量, 賞味期限が近い食材は何か, といったことから, 冷蔵庫の食材から作れる料理を作るのが一般的である.

そこで我々は, 料理を作る際のユーザーの思考に従い, 冷蔵庫食材を考慮した料理レシピ検索システムを提案する. 事前のアンケートにより, 食材を無駄にしにくく, 買い物の手間も省けるために有用であるとされた, 冷蔵庫の食材の充足率による検索を実装した. さらに, 従来の検索システムにおいては, 料理名で検索した場合に, ごく一般的な作り方ではなく, その料理に対しては変わった食材が使われている変わり種レシピも多く検索され, 一般的な料理レシピの検索の妨げになることがある. そこで, 実際の料理作りの局面を考慮し, 一般的で普通のレシピを検索するのか, 逆に, 普通のレシピにアレンジを加えた, 変わり種レシピを検索するのかという, 料理レシピの特異度による検索を実装した. また, 食材の賞味期限についても考慮し, 賞味期限が近い食材を使い切るようなレシピ検索も実装している.

3.1.2 システムの構成

本システムの構成図を図 1 に示す. 冷蔵庫の食材情報, ユーザーからの検索条件, レシピ情報 DB からのレシピデータの 3 つを用いて, レシピを検索する. 検索されたレシピに対しレシピランキング処理を行い, ユーザーに結果を提示する. ユーザーはランキング条件を変更し, 再度ランキングすることが可能である.

3.1.3 冷蔵庫食材の情報

冷蔵庫食材の情報には, 食品成分表に基づく食材 ID, 食材名, 食材分量 (グラム単位), 賞味期限があり, これらが冷蔵庫食材リストとして与えられる. 表 1 に, 冷蔵庫食材リストの例を示す. 左から順に, 食品成分表に基づく食材 ID, 食材名, 食

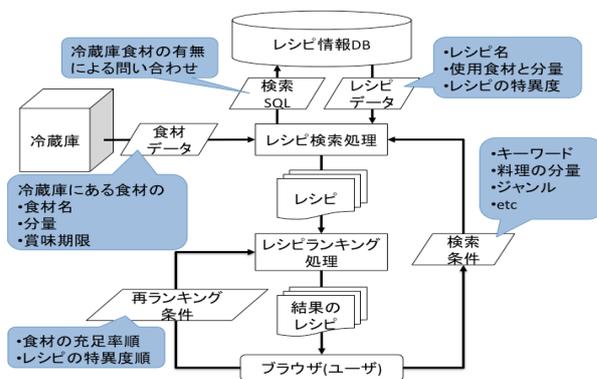


図 1 システム構成図

材の量 (グラム単位), 賞味期限, 最終利用日となっている. 賞味期限が事実上存在しない食材 (食塩など) については, 賞味期限を「0.0.0」としている. この冷蔵庫食材リストは, 自動取得できることを理想とするが, 今回は人手によってテキストファイルとして作成されたものを使用する.

表 1 冷蔵庫食材リストの一例

食材 ID	食材名	食材分量 (グラム)	賞味期限
6061	キャベツ	300.0	2010.12.12
6212	にんじん	194.0	2010.12.20
2017	じゃがいも	900.0	2011.2.20
12001	卵	132.0	2010.12.23
17012	塩	60.0	0.0.0
17063	塩こしょう	90.0	2011.2.19
17007	醤油	40.0	2011.10.18
17036	ケチャップ	140.0	2011.3.3
17042	マヨネーズ	180.0	2011.3.14
17001	ウスターソース	75.0	2011.5.5
17029	めんつゆ	790.0	2011.6.11

提案システムは, このようなフォーマットのテキストファイルを読み込み, 冷蔵庫食材の情報を取得する.

3.1.4 ユーザーの検索条件

ユーザーの検索条件は, 以下の 6 つを用いる. 各要素を考慮して, レシピを絞り込む.

- 検索キーワード
- 料理のジャンル (和食, 洋食, 中華, その他)
- 使用したい冷蔵庫食材
- 使用したくない冷蔵庫食材
- 作りたい料理の分量
- 許容する冷蔵庫には無い食材の数

検索キーワードには, 料理名, 食材名を指定する. 入力キーワードと, 料理レシピに含まれる料理名, 食材名の部分一致によってレシピの絞り込みが行われる.

料理のジャンルは, 料理のジャンルによってレシピを絞り込む際に用いられる. 料理のジャンルは, 予め用意した各ジャンルに属すると思われる単語を手書きで書き出し, その単語が出現する料理レシピを, そのジャンルに割り当てようとしている. 使用したい食材, 使用したくない食材については, 使いたい

食材として指定された食材を全て含む料理レシピを検索する AND 検索と、どれか一つでも含んでいる料理レシピを検索する OR 検索を選択して使用できる。使用したくない食材については、一つでも含まれた料理レシピは検索結果から省かれるようにしている。

作りたい料理の分量は、例えば「4人前」の料理レシピを探すといった、作る料理の分量によって作れる料理レシピを絞り込む際に用いられる。作れる料理レシピかどうかは、各料理レシピの1人前の分量を計算し、ユーザから指定された作りたい分量がまかなえるかどうかで判定する。

許容する冷蔵庫には無い食材の数は、検索結果として得られる各料理レシピ内に、登録されている冷蔵庫食材以外の食材がいくつまで含まれることを許容するかを設定するものである。この値を増やすと、冷蔵庫に実際には無い食材も検索されるようになる。

3.2 レシピ情報の解析

今回使用した料理レシピは、クックパッドから取得した HTML ファイルとして取得されたレシピに前処理を施し [14]、必要な情報だけを抽出して使用している。前処理としては、HTML ファイルから、料理名とそのカタカナ表記、料理の分量とその単位、レシピの食材一覧に記載される食材名とそのカタカナ表記、分量とその単位を抽出し、表記揺れに対処するための処理、および、食材の分量のグラム単位への変換を施した [14]。本稿では、レシピの料理名とそのカタカナ表記、クックパッドでのレシピ ID、食材名とそのカタカナ表記、食材の分量 (グラム単位)、料理の分量とその単位、食品成分表に割り当てられている食材 ID の 7 つを利用し、これらを DB に登録する。

なお、取得された情報はランダムな 100 件において、F 値で 0.9 以上であり、一定の良好な精度を示している。

図 2 に、解析したレシピ情報の一例を示す。一行目は、左から料理名、カタカナの料理名、料理の分量とその単位であり、二行目以降は、左から食材名、食材の分量表記とその単位、グラム数に変換した分量、カタカナの食材名、食品成分表での ID を表す。分量が数値化できないものに関しては、分量が表記されていない。

はんぺん☆磯辺焼き		ハンぺん☆いそべ焼き		2	人分	
はんぺん	2	枚	200.0	g	ハンぺん	10385
スライスチーズ	1	枚	18.0	g	スライスチーズ	13040
塩		少々	0.75	g	シオ	17012
小麦粉		適量	0.6	g	コムギコ	1015
青海苔		適量	0.4	g	アオノリ	9002

図 2 レシピ情報の一例

3.3 検索結果の表示

本システムでは、多くの要素を考慮した検索結果を提供するために、最終的な検索結果 (以下、2次検索画面) のレシピ群を提示する前に、大まかな料理の分類を行った 1次検索画面を設けている。通常の検索ではまず、大まかな分類のなされた 1次検索画面が表示され、そこで選択された料理レシピ集合について、2次検索画面でランキング結果が表示される。通常の検索以外に、賞味期限を考慮した場合の検索が可能である。1次検

索画面に賞味期限の近い食材を使ったレシピ検索へのリンクが張られており、これを辿ることで、料理レシピ集合に関係の無い賞味期限の切れそうな食材の使い切りを考えたランキング結果が表示される。

図 3 として、検索の画面遷移図を示す。図に示す通り、2種類の 2次検索画面が利用できる。

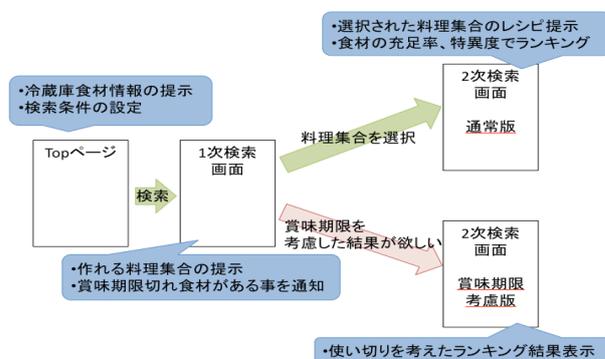


図 3 検索時の画面遷移図

3.3.1 1次検索画面

1次検索画面では、まず、検索された全レシピが、類似した料理レシピ集合に分類され、次に、各レシピ集合が、「主食」、「主菜」、「副菜」、「汁物」、「お菓子」、「その他」の6つのカテゴリのいずれかに分類され、カテゴリごとにまとめて表示される。各カテゴリ内の各料理レシピ集合は、その中に含まれる、冷蔵庫食材で不足無く作ることが出来る料理レシピの合計件数の降順にソートされて表示される。

その際、各カテゴリにおいて、類似した料理レシピ集合で見た際に冷蔵庫食材で不足無く作ることが出来る料理レシピの合計件数順でソートされる。冷蔵庫食材で不足無く作ることが出来る料理レシピが無かった場合は、一部の食材の分量に不足があるレシピの件数でソートされる。一部の食材の分量に不足があるレシピも無い場合は、食材自体の不足があるレシピの件数によるソートが行われる。

ここで選択された料理レシピ集合について、2次検索画面で、ランキングと詳細な情報の表示が行われる。

3.3.2 2次検索画面

2次検索画面では、通常、1次検索画面で選択された料理レシピ集合についてのランキング結果が表示される。ランキング方法としては、以下の3つがある。これらに従って、レシピのスコアを計算する。

- レシピの食材の充足率 $satisfy$ が高い順
- レシピの特異度 pr が低い順
- レシピの特異度 pr が高い順

レシピの食材の充足率は、冷蔵庫にある食材だけで、十分に作ることの出来る料理レシピを発見しやすくする狙いがある。また、十分に作ることの出来る料理レシピ群の中では、食材数が多いもの程スコアを高く計算している。これは、冷蔵庫の食材をなるべく多く使用してもらい、沢山の種類の食材を摂取すること、使わない食材を少なくするという目的のためである。

レシピの特異度は、従来の料理レシピ検索システムにおいては、様々な料理レシピが数多く取得できる反面、種類が多過ぎて、普段あまり作らないような特異なレシピが出現することがあり、それを防ぐ目的で利用している。一般的な料理であれば、特異度が低くなり、逆に、珍しい料理であれば特異度が高くなるように計算される。こうすることで、ユーザが作りやすい普通の料理と変わった料理が探しやすくなり、目的の料理レシピの発見が素早くできるようになると考えている。特異度については後述する。

デフォルトでは、レシピの食材の充足率 *satisfy* が高い順にランキングされている。これらを変更して再度、ランキングさせることも可能である。

3.4 具体的なランキング手法

3.4.1 レシピの食材の充足率

以下に、レシピの食材の充足率 *satisfy* について述べる。

食材の充足率 *satisfy* は、検索対象のレシピが使用する食材を、どれだけ冷蔵庫食材でまかなえるかを数値化したものである。検索対象のレシピに、冷蔵庫の食材ではまかなえない食材がある場合は、値が低くなる。また、検索対象のレシピの全ての食材が、冷蔵庫の食材でまかなえる場合には、使用する食材の数が多くなるほど、値が高くなる。実際に、あるレシピ *r* の食材の充足率 *satisfy_r* は、式 1 で求められる。

$$satisfy_r = \frac{\sum_{i=1}^n supplyQuantity_i}{\sum_{i=1}^n needsQuantity_i} \quad (1)$$

ここで、*needsQuantity* は、その食材が、レシピ中で必要としている分量であり、*supplyQuantity* は、*needsQuantity* で要求された分量を、どれだけ分量満たせるかである。つまり、*supplyQuantity* の値の最大値は、対応する *needsQuantity* の値となる。*n* は、レシピ中の食材数である。

satisfy が 1.0 になった場合 (冷蔵庫食材で十分まかなえる場合) には、以下の式 2 に示す通り、*satisfy* の値に、そのレシピの食材数 *n* を足したものが、最終的な *satisfy* になる。

$$satisfy_r = n + \frac{\sum_{i=1}^n supplyQuantity_i}{\sum_{i=1}^n needsQuantity_i} \quad (2)$$

3.4.2 レシピの特異度

以下では、レシピ自体の特異度 *pr* について述べる。

(1) 類似した料理レシピ集合について

レシピの特異度 *pr* は、ある類似した料理レシピ集合において算出される。ここで、類似した料理レシピ集合とは、例えば「カレーライス」、「ハンバーグ」といった、一般的に用いられる料理カテゴリに各々該当する料理レシピ集合のこととする。

料理カテゴリの分類手順を、以下の図 4 にフローチャートとして示す。

料理カテゴリと該当する料理名の関係を、資料 [15] を参考に、手作業で取得した。料理名については、同じ料理を指す異表記例を手作業で追加した。得られた料理名表記が、ある料理レシピのタイトルに含まれていれば、料理名表記が該当するカテゴリを、その料理レシピのカテゴリと定めた。

また、料理カテゴリが取得できなかった料理レシピ群に関して

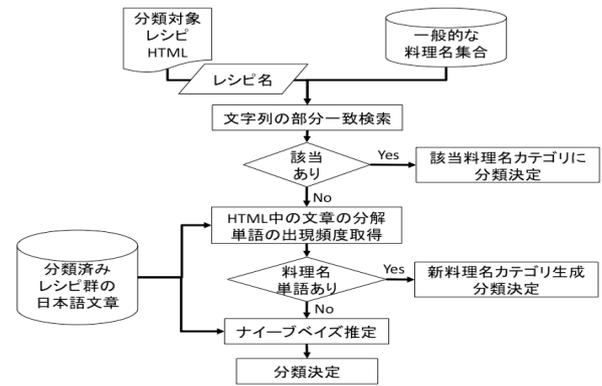


図 4 レシピカテゴリ分類のフローチャート

は、HTML データを解析し、文字列を形態素解析器 MeCab [16] によって分割された単語の出現頻度を取得、その出現頻度に料理名に関するワードがあれば、新しい料理のカテゴリとして登録した。

その後、再び文字列の単純な一致によって料理カテゴリの分類を行い、その段階でも分類ができなかった料理レシピ群に関しては、既に分類が終わっているレシピ群を学習データとしてナイーブベイズ推定器によって分類した。分類結果は、ランダムに 300 件を調べた結果、274 件の正解を確認し、正解率はおよそ 91% となったため、使用に値すると考えた。

(2) レシピの特異度の求め方

ここで、ある類似した料理レシピ集合中のある食材の特異度を *pi* とする。*pi* は、ある類似した料理レシピ集合の中で、その食材が、特殊な、または特徴的な使われ方をしている場合に、高くなるように定める。その値を *pr* の計算に用いることによって、*pr* を、より一般的な料理レシピと、独創性の高いレシピを効率良く区別するための指標として用いる。

今回、*pi* として、レシピ内のある食材 *x* と、類似レシピ集合に属するある食材 *y* との相互情報量 *I(x, y)* を用いた。ある食材とある類似レシピ集合の共起度は、使用するレシピ集合である約 43 万件のレシピ全体において、重複を許して、使用されている食材数 *N* を求め、一方の食材 *x* の出現頻度 *f_x*、その類似レシピ集合に属する食材のどれか一つである *y* の出現頻度を *f_y*、食材 *x, y* が同時に出現するレシピの数を *f_{x,y}* とした場合、以下のように求める。

まず、以下の式 (3) の通り、食材 *x* の出現確率 *P_x* を求める。

$$P(x) = \frac{f_x}{N} \quad (3)$$

同様に、*f_y* と *f_{x,y}* を使い、ある類似レシピ集合に属する食材どれか一つの *y* の出現確率 *P(y)* と、*x, y* の同時に出現する確率 *P(x, y)* を求め、それらから、相互情報量 *I(x, y)* を計算し、その値を共起度とする。*I(x, y)* は、以下の式 (4) の通りに計算する。

$$I(x, y) = \log_2 \frac{P(x, y)}{P(x)P(y)} \quad (4)$$

pr は、そのレシピに含まれる全食材の *pi* の平均値とした。ただし、食材の使用数が 1 つのレシピに関しては、特異かどうかの判定が不可能だと考えた。そういったレシピの特異度は、

食材の相互情報量に依らず、0とした。そして、特異度が0のレシピは、特異度を用いたランキングにおいては、最下位になるようにする。

よって、特異度の高い順のランキング(珍しいレシピを検索)では、特異度の最大の絶対値の2倍を、特異度0のレシピ以外の特異度から減算する。特異度の最大値が負の場合は何もしない。

同様に、特異度の低い順のランキング(一般的なレシピを検索)では、特異度の最小の絶対値の2倍を、特異度0のレシピ以外の特異度に加算する。特異度の最小値が正の場合は何もしない。

3.4.3 使い切りを考えたランキング手法

ここで、2次検索画面にて、賞味期限を考慮する場合に行われる、使い切りを考えたランキング手法について説明する。

使い切りを考慮するのは、賞味期限の近い食材を早く消費して、食材の無駄を無くすためである。

使い切りを考慮したランキングは、賞味期限が3日を切った食材を多く使う料理レシピのスコアを高く計算する。ただし、レシピ中での賞味期限の近い食材の使用量が多すぎても分量の不足になり、そのレシピの料理が作れない。

そのため、実際のスコアの計算は、冷蔵庫の、ある賞味期限が近い食材の残り分量と、レシピ中でのその食材の使用分量の差を計算し、その差の絶対値を、冷蔵庫の、全ての賞味期限が近い食材とレシピの食材で求め、差の合計をレシピのスコアとした。スコアの降順でレシピが表示させる。

また、ここでは使い切りを最大限に考慮するべく、食材の充足率やレシピの特異度は同時に考慮しない。

以下に式(5)として、あるレシピ r の、実際の使い切りを考慮したランキングのスコア up_r の計算式を示す。ここで、 $l_quantity$ は、冷蔵庫にある、ある賞味期限が近い食材の残り分量、 $r_quantity$ は、ある賞味期限が近い食材のレシピ中での使用分量、 n は、賞味期限が近い食材の数とする。必ずしも、冷蔵庫の賞味期限が近い食材が、レシピ中にあるとは限らない。その時の差は、 $l_quantity$ となる。

$$up_r = \sum_{i=1}^n |l_quantity_i - r_quantity_i| \quad (5)$$

4. 被験者実験と考察

提案システムが有効であることを検証するため、実験1としてランキング手法の妥当性の比較、実験2として今回の提案システムと旧システム[8]との有用性の比較の2つの被験者実験を行った。被験者10名に料理レシピ検索のタスクを行ってもらい、アンケートに回答してもらおうという形を取った。詳細な内容については以下に記す。

4.1 実験1：ランキング手法の比較実験

4.1.1 実験内容

実験1では、ランキングの妥当性の比較を行った。

各被験者は、予め自分で登録した冷蔵庫食材情報を使い、検索条件を何も指定せずに検索を行う。検索結果として、結果1~3の3つの結果が、各々10件ずつ表示される。被験者には、

3つの結果が、全て同一の意図に沿ったランキングであることを予め知らせ、各々の結果10件ずつで、その意図に合っていると感じたレシピの順位全てを、アンケート用紙に記入してもらった。ただし、結果1~3は、意図は同じだが、全て別々の手法でランキングされており、それがどういった方法なのかは、被験者には分からないように配慮した。ここまでの流れを1回のタスクとし、ランキングの基準を変えて、比較1~3として、合計3回のタスクを行ってもらった。

つまり、同じ意図でランキングされてはいるが、手法の違いの結果を3つ被験者に比較してもらい、どの手法が最も意図に沿ったランキングであるかを調査するタスクである。

比較1では、普段はあまり作らないような特異な作り方や食材を使ったレシピを探す際のランキングを比較する。比較2では、比較1とは逆に、普段作っているような、一般的で普遍的な作り方や食材のレシピを探すランキングを比較する。比較3では、食材の賞味期限を考慮し、賞味期限の近い食材を使い切るといったようなレシピを探すランキングを比較する。ただし、比較3については、実験の際に、賞味期限の近い食材が全く無いこともあり、その場合は、比較3を行わない。

被験者が正解と判断したレシピの順位からMAP(Mean Average Precision)を求めた。各比較において、ベースライン1として、冷蔵庫食材の分量と、レシピ中で使用される食材の分量のコサイン類似度を用いた。また、各比較でそれぞれ異なるベースライン2も用意し、提案手法との比較に用いた。各比較における提案手法とベースラインについては、以下の表2に示す通りである。

表2 実験1の各比較の内容

タスク	提案手法	ベースライン1	ベースライン2
比較1	レシピの特異度高(昇順)	コサイン類似度	IRF平均(降順)
比較2	レシピの特異度低(降順)	コサイン類似度	IRF平均(昇順)
比較3	食材の使い切り	コサイン類似度	旧ケース5

比較1, 2でのベースライン2は、FF-IRF法[5]での、食材の特異度であるIRFの平均値を降順、昇順にソートしたものを使用した。FF-IRF法では、調理履歴をもとにFFを決定するため、今回はIRFのみを使用し、レシピ中でのIRFの平均をレシピのスコアとした。IRFは、全レシピ中で、特定のレシピにしか出現しない珍しい食材の重みを重くする手法である。

比較3のベースライン2は、筆者らの以前の研究において提案したランキング手法[8]の5つ目に該当するもの(以下、旧ケース5と呼ぶ)を今回の実験の趣旨に適するように変更したものを用いた。旧ケース5は、食材の不足、使いたい/使いたくない食材、冷蔵庫食材の最終利用日からの経過日数の3つを考慮した上で、賞味期限が近い食材を多く使用したレシピのスコアを高くするランキング手法である(詳細は[8]を参照)。本稿では、旧ケース5における食材の最終利用日からの経過日数から定まるスコアを扱わないため、その部分を賞味期限の残り日数から求めたスコアに置き換え、賞味期限の残り日数合計の値の項は削除したスコア算出式として用いた。式(6)にスコア

算出式を示す.

$$Score5_r = \frac{Biu}{N_{ingre} + N_{short}} + cp \quad (6)$$

式 (6) 中の Biu は、以下の式 (7) ようになっている.

$$Biu = \begin{cases} \frac{360}{\text{賞味期限の残り日数}} & (\text{賞味期限内の場合}) \\ 730 & (\text{賞味期限当日の場合}) \\ -1000 & (\text{賞味期限が切れている場合}) \end{cases} \quad (7)$$

$$cp = 100 \times (sp - N_{none}) \quad (8)$$

ここで、 Biu は賞味期限の残り日数スコアを表し、 cp は、食材の不足に対する減点を表す。不足が全く無い場合は、 cp は 0 になる。 N_{ingre} はレシピ中の食材数、 N_{short} はレシピ中の分量が不足している食材数を表す。式 (8) 中の sp は、ユーザが指定した料理の分量と、実際に作れる料理の分量の差を表し、 N_{none} は、レシピ中に使用される冷蔵庫に無い食材の数を表す。式 (6) より、ベースライン 2 は賞味期限に近い食材の優先的な利用と食材の充足度の両方の観点からランキングしたものといえる。

4.1.2 実験結果の MAP 値

実験 1 の結果を以下の表 3 に示す。比較 3 についてのみ、MAP は、賞味期限に近い食材が存在した被験者 5 人のみで計算した値である。

表 3 実験 1 の各 MAP 値

タスク	提案手法	ベースライン 1	ベースライン 2
比較 1	0.641	0.327	0.449
比較 2	0.631	0.640	0.614
比較 3	0.540	0.234	0.320

4.1.3 考 察

実験結果を見ると、比較 1, 3 では、提案手法の MAP 値がベースラインよりも高い値になっている。レシピの特異度が高いものと、食材の使い切りはユーザにも分かる結果になっているものと思われる。ただ、アンケートの感想として、正解判断が難しいという感想があったため、改善の余地はある。比較 2 では、提案手法とベースラインとの差が小さい。これは、一般的で普遍的な作り方、食材のレシピは、レシピ全体の大部分を占めているため、どのランキング手法であっても多く出現することが原因と考えられる。また、被験者にとって、一般的なレシピの判断が難しく、明確な正解を判定しづらかったことも原因として考えられる。しかし、全体的に結果を見れば、どの提案ランキング手法も、意図した結果を提示できていると言える。

4.2 実験 2：旧システムとの比較

4.2.1 実験内容

実験 2 では、筆者らの過去の研究において実装したシステムとの有用性の比較を行った。実験 1 と同じく被験者に登録してもらった冷蔵庫食材を利用し、自由に料理レシピ検索を繰り返してもらい、結果の理解のしやすさ、使いやすさ、満足度といった項目でアンケートに回答してもらった。システムの UI

は、全く同じものにし、どちらがどのシステムなのかは、被験者に分からないように配慮した。アンケート項目は以下の通りである。

項目 1 冷蔵庫の食材で、どんな物が作れるか分かりやすかったか

項目 2 作ってみたいレシピをすぐに見つけられたか

項目 3 検索結果を見て、その並びが分かりやすかったか

項目 4 レシピの表示方法 (見栄え) はよかったか

項目 5 総合的なシステムの満足度

これらの項目に対し、「とても悪い」、「悪い」、「どちらとも言えない」、「良い」、「とても良い」という 5 段階の評価を行ってもらった。また、上記の項目以外に、冷蔵庫の食材が足りているものから優先的に表示する機能 (充足率) は必要だと思うかどうか、今後、提案システムを使ってみたいと思うか、について自由記述で回答してもらった。

4.2.2 実験結果

アンケートの各項目に対し、「とても悪い」=1 点、「とても良い」=5 点というように、各評価に 1~5 点の点数を割当て、その平均値と標準偏差を求めた。その結果のグラフが、以下の図 5 である。

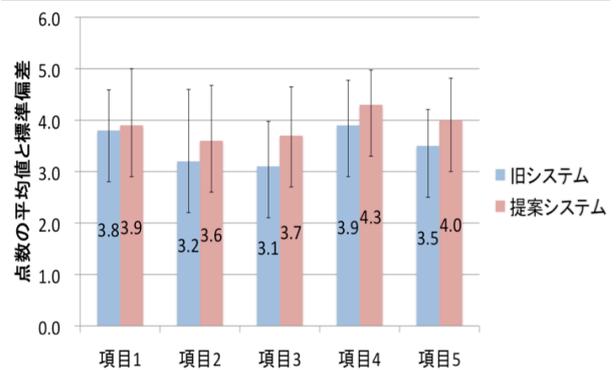


図 5 旧システムと提案システムの平均値・標準偏差

また、冷蔵庫食材が足りているものから優先的に表示する機能 (充足率) は、10 人中 9 人が必要と回答した。今後、提案システムを使ってみたいか、という質問に対しては、全員が使ってみてみたいと回答した。

この結果を元に、各アンケート項目における、旧システムと提案システムの母平均に違いがあると言えるかどうかを、有意水準 10% で、 t 両側検定によって調査した。帰無仮説は、旧システムと提案システムの母平均には差がないこと、対立仮説は、提案システムの方が旧システムよりも母平均が大きいことである。結果は、以下の表 4 に示す。

4.2.3 考 察

図 5 のグラフを見ると、提案システムの方が、僅かだが、高い値であることが分かる。検定により、旧システムと提案システムの母平均の間には、ほとんど差がないことが示され、唯一、満足度についてのみ、提案システムの母平均の方が高いことが示された。

ほとんどの項目で母平均の違いが現れなかったのは、被験者

表4 t 両側検定の結果

質問項目	検定統計量	棄却域	比較結果
項目1	0.208	1.833	差はない
項目2	0.885	1.833	差はない
項目3	1.2602	1.833	差はない
項目4	1.8090	1.833	差はない
項目5	1.8605	1.833	差がある

ごとに、各項目の評価が大きく分かれたからであると考えられる。原因として、まず、タスクに用いられたのが被験者自身が登録した冷蔵庫食材情報であり、登録内容によっては、料理とは言えないようなレシピが結果として現れ、各アンケート項目が悪い評価となったことが考えられる。

また、基本的には、提案システムの評価は高かったが、1次検索画面における、料理レシピのクラス分類の精度が100%ではなく、間違った分類もあったため、それが被験者に混乱を与え、悪い評価となった場合もある。さらに、両方のシステムで共通だが、最終的な結果においても、レシピ解析の精度が100%ではないため、分量が正しく表示されないものがあり、被験者に混乱を与え、同様に悪い評価となった場合もある。

充足率については、10人中9人が必要と回答しており、1人だけ不必要という結果であった。しかし、これは、検索結果にタブ切り替え機能があるならば無くても良いという回答であり、否定的な意見ではなかった。そのため、充足率によるランキングは重要だと考えられる。

今後システムを使ってみたいか、という質問についての回答は、全員が使ってみたいと回答しているため、本提案システムは有用であると言えるのではないかと考えた。

今回、提案システムが有意な差を示せたのは、総合的な満足度だけであったが、今後、レシピ解析、レシピ分類の精度改善と、ノイズとなる料理レシピとは言えないようなレシピデータの除外により、提案システムが有用性が、より明確に示せるのではないかと考える。

5. まとめと今後の課題

本稿では、冷蔵庫食材を考慮した料理レシピを検索するため、冷蔵庫食材の各情報を利用したランキング法を提案し、システムを実装した。

レシピのランキング手法として、食材の充足率、レシピの特異度が高い、低いという3つの尺度を用いた。検索された結果を2つの検索結果画面に分けて表示し、以前の筆者らの提案システム(旧システム)よりも、ユーザに分かりやすい結果を提示する。

実験としては、予備的なものではあるが、ランキング結果の上位10件についてのMAP値を比較する被験者実験を行い、ランキングの妥当性を確認した。旧システムとの比較実験では、本システムの有用性を検証した。これら2つの実験により、本提案システムの基本的な有効性を確認した。

しかし、解析に失敗したレシピや、類似した料理レシピのクラス分類が誤っているものがあるため、それが被験者に混乱を

与えてしまい、悪い評価になってしまっている部分もあった。

今後の課題として、より多くの被験者に協力してもらい、一定期間を設けてシステムを利用してもらい、実際の家庭環境の使用における有効性も検証する必要があると考えている。また、今回の被験者実験において指摘の多かった点について改善し、より良いレシピ検索システムを実装したいと考えている。

冷蔵庫食材が多いと、検索に非常に時間がかかるという欠点もあるため、応答速度の向上も課題としたい。

謝 辞

本研究は科研費 20300042 の助成を受けたものである。

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] みんなのきょうの料理 - NHK「きょうの料理」放送された料理レシピや献立が探せる!
<http://www.kyounoryouri.jp/>
- [3] 塩澤秀和, 三田村祐介. 食材の優先度を考慮した料理レシピの検索, 情報処理学会研究報告, HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告 2007, No.41, pp.51-57, 2007
- [4] 苅米志帆乃, 藤井敦. 栄養バランスを考慮した料理レシピ検索, 言語処理学会第14回年次大会, D1-8, pp.127-130, 2008
- [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, DBSJ Letters Vol.6, No.4, pp.29-32, 2008
- [6] 木原ひかり, 上田真由美, 中島伸介. 余剰食材の使い切りを考慮したレシピ推薦手法の提案, 第3回 DEIM Forum, E3-3, 2011
- [7] 志土地由香, 高橋友和, 井出一郎, 村瀬洋. 調理レシピテキストからの代替素材の発見, 第22回人工知能学会, 1B1-2, 2008
- [8] 赤澤康幸, 宮森恒. 冷蔵庫食材を考慮したレシピ検索システム, 第3回 DEIM Forum, E3-2, 2011
- [9] 鈴木拓史, 徳升彰, 中内靖, 村上奨. ユビキタスセンサによるインタラクティブな調理支援システム, WISS 2008 デモ・ポスター発表, A11, 2008
- [10] 橋本敦史, 山肩洋子, 角所考, 美濃導彦. テクスチャに基づく食材識別の検討, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, D-12-73, pp.205, 2006
- [11] 船富卓哉, 山肩洋子, 上田真由美, 美濃導彦. 調理における切断加工時の荷重特徴を用いた食材認識, 電子情報通信学会技術研究報告書, Vol.110, No.457, pp.55-60, 2011
- [12] 井上仁, 中村和晃, 船富卓哉, 橋本敦史, 上田真由美, 山肩洋子, 美濃導彦. 画像・振動音・荷重データを統合的に用いた食材認識, 電子情報通信学会技術研究報告書, Vol.111, No.479, pp.37-42, 2012(2012年3月10日現在, 発表予定)
- [13] 株式会社ブイシク. インターネット冷蔵庫
<http://www.v-sync.co.jp/rd/freezer.html>
- [14] H. Miyamori, Assisting the Validity Assessment of Items based on Composition Similarity, ACM Multimedia 2009 Workshop on Multimedia for Cooking and Eating Activities (CEA2009), pp.15-21, 2009/10
- [15] 食卓メニュートレンド・データブック
株式会社マーケティング・リサーチ・サービス 株式会社日本能率協会総合研究所 http://www.b-repo.com/detail/001_078_2011_00.html
- [16] MeCab: Yet Another Part-of-Speech and Morphological Analyzer
京都大学情報学研究所-日本電信電話株式会社コミュニケーション科学基礎研究所 共同研究ユニットプロジェクト
<http://mecab.sourceforge.net/>