

多様な制約条件下における家族向け献立推薦システム

KAWASE, Seiya / 川瀬, 聖也

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院情報科学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. 情報科学研究科編

(巻 / Volume)

9

(開始ページ / Start Page)

73

(終了ページ / End Page)

76

(発行年 / Year)

2014-03

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00010240>

多様な制約条件下における家族向け献立推薦システム

Family Oriented Menu Recommendation System under Multi-constraints

川瀬 聖也

Seiya Kawase

法政大学大学院情報科学研究科情報科学専攻

E-mail: seiya.kawase.8d@stu.hosei.ac.jp

Abstract

Creating or suggesting food menu is somehow troublesome because it is a multiple constraints optimization problem. In particular, foods in a refrigerator have different expiration dates and each member has his/her preferences. For a long term, keeping each family member healthy with regular and appropriate menus is an important concern. Moreover, nowadays, many couples are working and share their house work. In order to reduce expired food cost, meet each member preference, and keep them in a reasonable healthy condition. Therefore, in this research, I study on a family-oriented food menu recommendation system. According to concerned multi-constraints like nutrition balance, expiration date of foods, likes and dislikes of foods, recommendation menu candidate is generated, the system checks each dish and menu. If one of a dish in the candidate includes disliked food, it is replaced by another dish and when it has harmful combination of foodstuff, the system eliminates this candidate. Recommendation values are calculated in the point of multi-constraints mentioned above and adjusted weight by fuzzy inference to recommend in line with the situation. In this paper, the implementation of the proposed system is described and the remaining work is addressed.

1. 序論

以前から、家事を行うものにとって毎日の家族の献立を考えることはとても面倒である。そこで、近年ではそのような人たちのためにクックパッド[1]といった料理の検索サイトが数多く存在する。しかし、このようなサービスは食事の献立で一品何かが足りないという場合にはとても重宝するが一から献立を考えるような場合には向いていない。そもそも、献立を考えるのが面倒になる理由は家族のそれぞれに合わせて栄養バランスや好きなあるいは嫌いな食材といったことや冷蔵庫に残っている食材、献立にかかる値段や調理時間といった様々な制約を総合して考えなければならないためである。元来から毎日の献立を考えることが煩雑だったことに加え、食材の管理できる量が増えたが食材ロス的大幅削減には至っていない。また、共働きの世帯も増え、様々な家族形態に合わせた献立の推薦システムの必要性が出てきている。

そこで本研究では、食生活の支援をすることを目的として、多様な制約をもとに家族1人1人に適した献立の推薦を行う。

2. 関連研究

2.1 手持ちの食材を用いた料理推薦に関する研究

赤澤ら[2]は冷蔵庫の利用パターンを5パターンに分け冷蔵庫内の食材を基に料理レシピを検索するシステムを提案している。ユーザは、和食といったジャンル、調理法などのキーワード、使用したいあるいはしたくない食材、作る人数、推薦に使用可能な冷蔵庫にない食材の数を入力し、現在のユーザの状況に合わせて前述のどのパターンで検索を行うか指定した後に検索する。同様にこの分野の他の研究のいずれも単品料理の推薦である。しかし、実際の家庭では献立作成を考えること自体が面倒であるためできる限り自動化することを考えると単品料理ではなく献立ごと推薦できるほうがより良い。そこで本研究では、冷蔵庫の食材量や賞味期限を考慮しながらも献立として推薦できる方法を提案する。

2.2 献立推薦に関する研究

加島ら[3]は辻らの考えをもとに、栄養バランスのみに重きを置き作られた献立生成システムにラフ集合の概念を用いてあらかじめユーザ個人の好きな料理の傾向を加えることでユーザの嗜好に対応しかつ栄養バランスのとれた献立の生成を行う研究を行った。しかし、この研究だと手持ちの食材を使うことが考えられていないため、色々な食材を使う可能性がでてしまい家庭での献立作成に用いることに適しているとは言えない。

この分野の研究では、複数の制約条件をもとに献立の推薦を行う研究が増えてきている。しかし、家族の献立の推薦ということを考えた場合に依然として家族1人1人に対して適切な推薦を行うというところまで考えられている研究はないといえる。本研究では、そのような課題を解決するために栄養バランスや好きな食材、嫌いな食材について家族1人1人に適切な推薦を行うための方法を提案する。

3. 家族向け献立推薦システム

3.1 考慮する制約条件

家族に対して献立の推薦を行う上での課題は、複数の制約条件を考えて最適な献立を行わなければならないことである。今回は、栄養バランス、食材の賞味期限、好きな食材、嫌いな食材、食べ合わせを制約条件として考える。制約という概念はハード制約とソフト制約に分けることがで

きる。ハード制約は必ず満たさなければならない条件のことで、ソフト制約はできる限り守りたい条件のことをいう。今回は、嫌いな食材と食べ合わせをハードな制約条件とし、その他をソフトな制約条件とした。つまり、嫌いな食材と食べ合わせの悪い献立は献立の候補から必ず除外する。特に、嫌いな食材についてこのように設定した理由は、食事を考えた場合、嫌いな食材が料理の中に入っているとその料理は食べられないままになってしまうと考えためである。これを実現するために、嫌いな食材については3.4.2項の献立チェックによって献立の候補から除外をする。またソフトな制約条件についてはそれぞれの制約について評価値を計算することによって最適な献立を見つけ出す。

3.2 システム概要

図1に本システムの概要を示す。

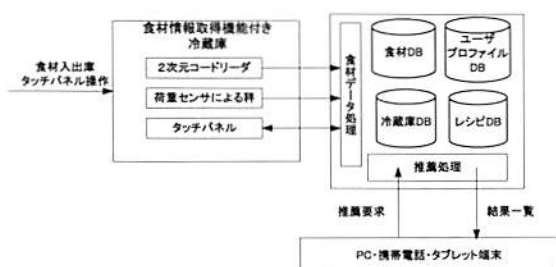


図1 家族向け献立推薦のシステム図

ユーザは自宅にあるパソコンやタブレット端末等を用いて冷蔵庫の食材の情報へのアクセス、献立の推薦の要求を行う。推薦処理では食材データベース（以下、DB）、レシピDB、冷蔵庫DB、ユーザープロフィールDBを基に推薦を行う。ここで、各DBについて説明する。食材DBには、食材ID、食材名、その食材100g当りの各種栄養素の含有量を保持している。レシピDBは、レシピID、レシピ名と主食、主菜、副菜といったグループ名、食材の分量、その分量で作れる人数を保持している。冷蔵庫DBはその時に冷蔵庫内にある食材のIDと量そして賞味期限、最終利用日が保持されている。ユーザープロフィールDBには、家族1人1人の年齢、性別、好き・嫌いな食材、各種栄養素の摂取基準量、今までに食べた献立の履歴を保持している。

推薦結果の中から選択された献立は履歴としてユーザープロフィールDBに保存される。食材情報取得機能付き冷蔵庫にはネットワークを介して接続し、食材の出し入れが行われるごとに冷蔵庫DBの食材データの更新を行う。

本研究においてこのシステムは常日頃食材の買い物に行っている人を対象としている。このような場合、冷蔵庫の食材を確認し、どのような食材があるかを確認してから食材を買いに行く。本システムの推薦を買い物をする直前に使用することにより、選択した献立に合わせて足りない食材を買うことができる。また、実際の買い物を考えるとある食材を安売りしていたことからつい買ってしまったというようなことが考えられる。そのような場合でも、次の推薦から手持ちの食材として推薦のために利用される。そして、このシステムでは決定した献立の中からある料理の

みを変更することも可能である。今回は夕食の推薦を行うことを目的とする。

食材情報取得機能付き冷蔵庫は3.3節で述べるものを仮定し、献立の推薦を行うことを目的とする。

3.3 食材情報取得機能

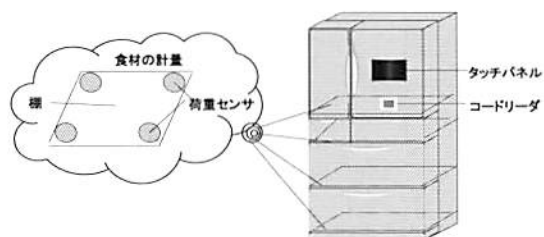


図2 食材情報管理を行う冷蔵庫

今回想定する食材情報取得を行う冷蔵庫について図2に示す。この冷蔵庫を用いるのは、食材の賞味期限と量を管理することである。冷蔵庫の前面にはタッチパネルとコードリーダーが組み込まれている。それぞれ、食材の確認や様々な操作のため、食材の入出庫の記録や管理情報の削除を行うために設置されている。食材が包装されている袋に2次元コードが張り付けられており、それをコードリーダーにかざすことで記録を行う。2次元コードには、商品名、賞味期限といった重さ以外で管理に必要な情報を予め保持している。食材の重量を測るために加茂田ら[4]の測定方法を用いる。つまり、冷蔵庫内部の各棚の下に荷重センサを設置することで計測を行う。これにより、ユーザがわざわざ食材の重さを量ることなく食材を管理できるようになる。

3.4 推薦フレームワーク

“献立生成”では食事を行う者各々に応じた献立を生成し、“各制約条件の推薦度への反映の重みの決定”で推薦度の計算を行う際の各制約条件の反映の度合いを決定し、“献立候補ごとに推薦度を計算”において“献立生成”で生成した献立の推薦度を評価して推薦度の高い順に推薦を行う。結果を表示し、ユーザはその日に調理したい献立を選ぶ。選ばれた献立は履歴としてユーザープロフィールDBに記録され次の推薦に利用される。

3.4.1 献立生成

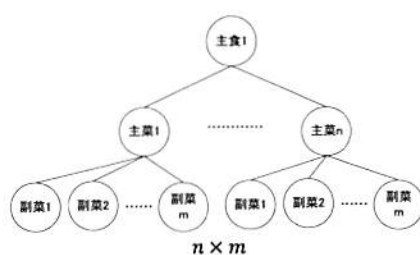


図3 献立生成の基本方針

献立生成では、本手法に必要である家族に対して推薦を行うための献立の生成を行う。生成は単品料理を組み合わせることで実現する。また、料理を主食、主菜、副菜といったカテゴリにあらかじめ分けておく。今回は献立の生成を図3のような全探索で行うことを基本方針とする。まず、推薦対象者全員に対して同じ主食の料理を1つ取得する。

次に同じように対象者全員に対して主菜を取得し、献立チェックを行う。献立チェックは、生成過程において、新しい主菜、副菜がセットされた場合に毎回行われる。献立チェックにおいて特別な指示がない場合には同様に副菜を取得し献立チェックを行い何も指示がない場合には献立候補として出力する。さらに別の副菜についても同様のことを行いすべての副菜について行った後は次に新たな主菜を取得し、またすべての副菜ごとに評価を行うということを繰り返す。このようなことをすべての主食、主菜、副菜について行うことで献立の候補を生成する。

3.4.2 献立チェック

前述の献立生成において、家族のメンバ間の料理を分ける場合や相性の良くない料理の組み合わせを推薦対象から排除するための献立チェックを行うためにルールベースによる推論を用いる。ルールベースによる推論は、ワーキングメモリ、推論エンジン、ルール群からなる推論エンジンである。ワーキングメモリとルール群のデータを用いて推論エンジンで推論を行う。献立チェックでは献立候補の料理に使われている食材を基に推論を行っていく。

```
Rule: Maindish check 1
IF son's maindish has ひらめ
THEN son's maindish is replaced

Rule: Sidedish check 1
IF son's sidedish has ほうれん草
THEN son's sidedish is replaced
```

図4 主菜・副菜に対する献立チェックのルール例

主菜・副菜のチェックをするルールの例を図4に示す。このチェックでは、家族1人1人の嫌いな食材を献立候補から除外することが目的である。ルールの前件部は予めユーザプロフィールDBに記録されている嫌いな食材のデータを基に図4のように生成される。例えば、献立生成中に家族全員に対して主菜にひらめを使った料理が設定されたとする。すると、子どもの献立チェック時にルールがワーキングメモリ内に“son's maindish has ひらめ”というデータを発見し、子供の主菜を別の料理に変更する指示を行う。

```
Rule: Menu check 1
IF ?x ?y has レバー
?x ?z has みょうが
THEN skip this menu
```

図5 メニューチェックのルール例

次に、メニューチェックについてのルールの例を図5に示す。このチェックでは生成中の献立において科学的に食べ合わせの悪い食材の組み合わせがあった場合にはその献立を候補から除外することが目的である。ルールの前件部は予め食べ合わせの悪い食材の組み合わせが記述されてい

る。例えば献立生成中に、主菜にレバー、副菜にみょうがが使われている料理がセットされた時に、ルールがそれを見つけて出し、生成途中のこの献立を候補から除外するよう指示を行う。

3.4.3 推薦度計算

ここでは、3.4.1項で生成された献立候補に対して推薦度の計算を行う。ある献立候補の推薦度 r を次のように定義する。

$$r = w_N \times N + w_{EA} \times EA + w_{FF} \times FF \quad (1)$$

$$\begin{cases} N_{before} = \sum_i n_i \\ EA_{before} = \sum_i ea_i \\ FF_{before} = \sum_i ffi \end{cases} \quad (2)$$

$$n_i = \frac{1}{(\sum_j |(pi_{ij} - ri_j) / ri_j|) + 1} \quad (3)$$

$$ea_i = \sum_k v_k \times fs_{ik} \quad (4)$$

$$ffi = \sum_l s_{il} \quad (5)$$

N , EA , FF はそれぞれ、栄養バランス、賞味期限の近い食材の使用量、好きな食材の使用量の評価値 N_{before} , EA_{before} , FF_{before} を正規化した後の値である。3つの制約にはそれぞれ重み w_N , w_{EA} , w_{FF} が与えられ、これらの重みによりその時の推薦において優先されるべき制約ができる限り高い数値をとれるよう調整される。 w_N は3.4.5項 w_{EA} と w_{FF} は3.4.6項で詳しく述べる。 n_i , ea_i , ffi は人 i のそれぞれの制約の評価値である。

n_i は人 i の献立の栄養素 j の量 pi_{ij} の摂取基準量 ri_j からの誤差の総和について逆数をとったものである。なお、今回は、評価に用いる栄養素に炭水化物、タンパク質、脂質、ビタミンCを用いる。また、これ以降、栄養素の摂取量に関する基準は厚生労働省の日本人の食事摂取基準[5]を用い、各食時の栄養摂取の基準には高橋ら[6]の朝食：昼食：夕食：間食 = 1.0:1.5:1.7:0.4の割合で分けることとする。 ea_i は人 i の献立で使われておりかつ冷蔵庫に存在する食材 k の量 fs_{ik} とその食材 k の賞味期限の重み v_k の積である。今回、 v_j には赤澤ら[2]の食材の最終利用日からの期間と賞味期限をもとに算出される値を用いる。そして、 ffi は人 i の献立に含まれる好きな食材の量の合計である。好きな食材は予めユーザプロフィールDBに記録されているデータを基にする。

3.4.4 重みの決定

ここでは3.4.1項で生成した献立の推薦候補に対して3.4.3項における推薦度の計算時に推薦度に用いる各指標をどの程度反映させるかを決定する。今回は、栄養バランス、賞味期限に近い食材の使用量、好きな食材について重みを決定する。例えば、日々、栄養バランスを考えて料理を作っていたため冷蔵庫内にさまざまな食材が残ってしまうといったことが考えられる。栄養バランスを重視した献立を重視する一方で、賞味期限の迫った食材が多い場合にはそれらを優先して使用した献立を作るといような柔軟な制

御を行うための方法を提案する。これにより栄養バランスの良い食事を推薦するだけでなく、食材の無駄を減らすことや好きなものを時には多く入れるというようにできる限り家庭の食事状況にあった推薦を行えるようになる。

3.4.5 栄養バランスについての重み

今回、栄養バランスの評価時の重みを求めるのにファジイ推論を用いる。栄養の摂取量は必ずしも基準値丁度でなければならないというわけではない。つまり、クリスプな判断がしにくいものである。そこでファジイ推論によって、曖昧な感覚を数値として表し、栄養バランスについてどの程度優先すべきかを表す重みを求める。

3 人家族を想定した推論ルールの例を図 6、前件部のメンバシップ関数を図 7 に示す。今回、推論には 1 人 1 人の前日の食事の食事摂取基準に対する誤差の和をそれぞれについてメンバシップ値に変換して推論を行う。図 6 のルールは家族全体として前日の栄養摂取のバランスが悪い場合を想定し、その日に推薦される献立の栄養バランスが良くなるよう重みを高めに設定するというようなルールである。図 7 のようにメンバシップ関数が人によって違うのは、栄養バランスをどのくらい優先するべきかが人によって異なるためである。推論には簡略化推論法を用いる[7]。後件のメンバシップ関数は low = 0.1, middle = 0.45, high = 1 と定義した。最終的に各指標に関する重みを 0 から 1 の間の数値で出力する。

IF
Father's Nutrition is not good AND
Mother's Nutrition is bad AND
Son's Nutrition is not good
THEN w_N is high

図 6 重みづけルールの例

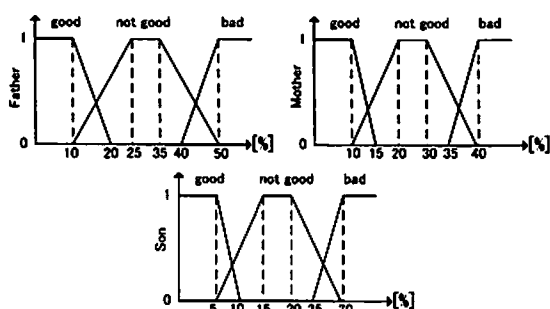


図 7 前件部のメンバシップ関数

3.4.6 その他の制約の重み

3.4.5 項に続き、残りの賞味期限の近い食材の使用量、好きな食材の使用量の評価時の重みを以下の式で求める。

$$w_{EA} = \frac{ef_{all}}{fridge_{all}} \quad (6)$$

$$w_{FF} = 1 - \frac{f_{all}}{m_{all}} \quad (7)$$

式(6)において $fridge_{all}$ は推薦を行うときに冷蔵庫の中にある食材の総量で、 ef_{all} はその中でも賞味期限が 1 日以内の食材の総量を表す。つまり、賞味期限が 1 日以内の食

材が多ければ多いほど賞味期限の近い食材が献立に使われるように重みが高くなる。

また、式(7)において m_{all} は前日に食べた家族全員の献立全体の重量で、 f_{all} は前日に家族全員が食べた好きな食材の総量である。つまり、式(7)は前日に好きな食材を食べた量が少なければ少ないほどその日に好きな食材を食べるように重みが高くなる。

4. まとめ

本論文は、栄養バランスや手持ちの食材、食材の好き嫌いといった多様な制約を考慮することで家族向けの献立推薦を行うシステムの提案を行った。料理をカテゴリごとに分け全探索を行いながら、個人個人に対して適切な推薦を行うために食事を行う人の嫌いなものや食べ合わせの悪い食材のようなハードな制約についてはルールベースによる推論を用いて献立の推薦候補を生成する方法について提案した。そして、栄養バランス、食材の賞味期限、好きな食材といったソフトな制約に対しては評価値の計算時に重みを導入した。特に、栄養バランスについてはファジイ推論を用いて評価値計算時の重みを計算することで個人差のある栄養摂取に柔軟に対応できるようにした。最後には、3 つの制約に対して評価値の算出による献立の推薦を行うことのできる限り家庭の食事状況にあった推薦を目指した。

5. 今後の課題

今後は具体的な家族設定を行ったうえで実験を行い評価する必要がある。現状では夕食の推薦に限定しており、今後 1 日分の献立を推薦できるようにする必要がある。個人個人に最適なメンバシップ関数を見つけることも重要である。現状の推薦度が高くてもある一人だけ評価値で損をする可能性を排除するため、家族全体の推薦度の評価式に個人の献立に対する評価式を加えることも必要になるだろう。

参考文献

- [1] クックパッド, <http://cookpad.com/>
- [2] 赤澤康幸, 宮森恒, “冷蔵庫食材を考慮した料理レシピ検索システムの提案”, データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, 2011.
- [3] 加島智子, 石井博昭, “ラフ集合による個人嗜好対応型献立作成の提案”, 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, vol.2008, no.41, pp.1-4, 2008.
- [4] 加茂田玲奈, 上田真由美, 船富卓哉, 飯山将晃, 美濃 導彦, “食材管理のための荷重特徴を用いた食材同定”, 信学技報, vol.111, no.479, pp.181-186, 2013.
- [5] 厚生労働省:「日本人の食事摂取基準」(2010 年版) <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/sessyu-kijun.html>
- [6] 高橋孝子, 富澤真美, 伊藤公江, 森野真由美, 上西一弘, 石田裕美, “首都圏在住の既婚勤労男性の 1 日のエネルギー摂取量の配分の実態”, 日本栄養・食糧学会誌, vol.61, no.6, pp. 273- 278, 2008.
- [7] 水本雅晴, “シングルトン型ファジイ推論について”, バイオメディカル・ファジィ・システム学会大会講演論文集, no.9, pp.108-111, October 1996.