

個人の味覚を考慮したレシピの調味料分量調整手法

Recipe quantity adjustment method based on indivisual preference

木戸 勇太^{1*} 水本 旭洋¹ 諏訪 博彦¹ 荒川 豊^{1,2} 安本 慶一¹

Yuta Kido¹, Teruhiro Mizumoto¹, Hirohiko Suwa¹, Yutaka Arakawa^{1,2}, Keiichi Yasumoto¹

¹ 奈良先端科学技術大学院大学 / Nara Institute of Science and Technology

² JST さきがけ / JST PRESTO

Abstract: In recent years, the number of people using online recipe services for cooking has increased with the spread of the smartphone. In a recent survey, more than 60% of housewives answered that they use the opportunity to use online recipe sites more often. It is difficult to match food taste to user's preference as each online recipe page shows a recipe to realize just one taste even though there are countless numbers of recipes in an online recipe service. As a preliminary experiment, we investigated the degree of individual difference in taste preference. As a result, one-third of the subjects preferred to adjust the amount of hot water used for a Miso Soup by -20 % or + 20% of the specified amount of the original recipe. The results of the two conducted experiments lead to the decision, that there is a need for a system that can help to adjust the optimal amount of seasoning to personal taste and to support the addition of the exact amount of seasoning. The purpose of this research is, therefore, to increase daily meal satisfaction through the realization of a system, that improves the taste of food based on an online recipe closer to the user's preferable taste without burdening the user. To realize this system, the following three problems are approached: (1) building an individual preference model for food taste, (2) determining the seasoning quantity based on the individual preference model. Existing Research focuses on recommending recipes according to personal taste. However, there is no research on the usage of a system which supports the adjustment of the recipe based on personal preference. Therefore, we develop a system that extracts the user's preference by assessing the individual taste through a questionnaire in a learning model and adjusting the amount of seasoning in the base recipe accordingly, which solves the problem (1) and (2). As a validating experiment, we analyzed the user preference models based on feedback before and after adjusting the seasonings. The results showed that the preference model estimation using a two-week timeframe whose results show that the longer timeframe also increased the accuracy of the preference model, to a point, that the individual preference model can be built correctly.

1 はじめに

近年、スマートフォンの普及に伴い、Allrecipeやクックパッドなどのオンラインレシピの利用者が増加している。実際、クックパッドでは2013年時点で月間利用者数は2600万人程度であったが2016年2月時点で6000万人に到達した。クックパッドの調査[1]によると、回答者の60%以上がオンラインレシピを使用する機会が増えたと答えている。また、料理本や雑誌を買うのをやめた主婦は50%を超えていることがわかっている[2]。これらのことから、料理時に使用するレシピとしてオ

ンラインレシピサイトを用いることが主流となっていると言える。しかし、ユーザごとに嗜好が異なるため、オンラインレシピに掲載されているレシピ通りに料理したとしても食べる人の嗜好と一致するとは限らない。そこでどのくらい個人間に味の嗜好に差が生じるのかを調べるために、予備実験として濃度を変えた味噌汁を5種用意し、一番嗜好に沿うものを選択してもらう実験を行った。その結果、個人間の味の嗜好にレシピ規定量の+20%、-20%の濃度が適量であったと答えた人が被験者全体の3分の1を占めるほどばらつきが存在していたことを確認した。このことから、食事の満足度は人の味の嗜好に近いことが重要だが、オンラインレシピに掲載されたレシピの分量通りに料理したも

*連絡先: 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科
〒630-0061 奈良県生駒市高山町 8916 番地 5
E-mail: kido.yuta.kn3@is.naist.jp

のではユーザの味の嗜好に完全に対応できてはいないと言える。

本研究では人の味の嗜好を分析し、分析した嗜好に合わせた味付けを可能にすることで人の食事の満足度を向上させることを目的としている。そのためには、(1) どのように個人の嗜好を把握するのか、(2) どのように嗜好に対応した味付けを作るのかの2点の課題が挙げられる。既存研究において嗜好に近いレシピの推薦を行うシステムは数多く存在するが、味の嗜好をシステムが把握し、味の嗜好を基にレシピの分量を調整する研究や調味料の投入を嗜好に合わせ支援する研究は存在しない。そこで、(1)を解決するための提案手法として、味に5つの基本味である五味(甘味, 苦味, 酸味, 塩味, 旨味) [3][4]について味の嗜好をモデル化することを行う。また(2)を解決するための提案手法として、構築した味の嗜好モデルを基にレシピに記載された分量を調整することで味付けを作る。上記の提案手法を実現するために、食事毎に評価を基にその都度味の嗜好モデルを調整し、嗜好モデルを基にレシピデータの調味料分量を調整するシステムを構築し、料理中の使用を容易とするためにスマートフォン上で動作するアプリケーションを開発した。アプリケーションにて食事に対して評価する際は、味覚を構成する五味についてそれぞれ5段階で評価を行う。1は、薄い2は少し薄い、3は適量、4は、少し濃い、5は濃いを示す。五味について5段階で評価されたデータを蓄積し、分析が行われる。分析結果を基にアプリケーション上で調味料の分量を調整し、表示する。食後の都度評価を基に味の嗜好モデルの調整を行っていくシステムとなっている。

開発したシステムによる食事後のユーザの評価データを基に味の嗜好の分析を行った結果、1度の味の嗜好モデル分析実験では、過半数の被験者の嗜好モデルに近づけることができた。評価データ数ことでさらに詳細な味の嗜好に近づけると考えたために実験期間を2週間とする追加実験を行った。2週間を実験期間とする13度の味の嗜好モデル分析実験では、7日目の嗜好モデルと14日目の嗜好モデルを構成する五味の各要素の値の差が6.5%以内であったため1人の被験者に関しては、7日間でユーザの味の嗜好を把握することができた。

2 予備実験

個人毎に味の嗜好にどの程度差があるのかを調査するために予備実験を行う。本章では実施した予備実験の方法と結果、考察について述べる。

本実験では、被験者24人に対して、お湯の量を変えることで濃度を調整したインスタント味噌汁を5種用

表 1: 嗜好のばらつき調査結果

味付: 調整した湯量	被験者数
濃い: -20%	6
少し濃い: -10%	6
レシピ記載量: $\pm 0\%$	1
少し薄い +10%	9
薄い +20%	2

意し、一番味の嗜好に近いものを選択してもらう。評価対象としてインスタント味噌汁を選択した理由は、インスタント味噌汁は、1食分の材料(適切な味噌やお湯の量)が一定であり、また、お湯の分量調整のみで濃度の調整を行えるためである。インスタント味噌汁のパッケージに記載されているお湯の分量を基準に、128ml (-20%), 144ml (-10%), 160ml (パッケージに記載されている分量), 176ml (+10%), 192ml (+20%)と、お湯の分量を調整した5種類の味噌汁を用意する。各被験者には、濃度がわからないようにランダムに配置された味噌汁を試飲した後、最も好みの味噌汁を選択してもらう。

表1は、各濃度の味噌汁に対して、好みと答えた被験者の人数を表している。パッケージに記載されているお湯の分量に従って調理した味噌汁より濃度が濃い味噌汁(+20%, +10%)が最も好みと回答した被験者は12人、濃度が薄い味噌汁(-20%, -10%)が最も好みと回答した被験者は11人であった。一方で、パッケージに記載されている分量に従い調理した味噌汁が最も好みだと答えた被験者は1人だけであった。上記の結果から、味の嗜好は個人ごとに異なっており、料理を個人の好みの味に近づけるためには、レシピ通りに調理するのではなく、それぞれの味の嗜好に合うように分量を調整することは有用だと言える。

3 関連研究

2章の予備実験から個人の味の嗜好にはばらつきがあることがわかった。本章では、個人のような料理に対する嗜好を考慮した料理支援の関連研究について述べる。

Z.Liら[5]の研究では軽い料理・脂っこい料理など料理分類の嗜好を基に独自のアルゴリズムを用いてレシピの推薦を行うシステムを提案している。この手法では、コンテンツベースのフィルタリングと協調フィルタリングを組み合わせたハイブリッド推薦アルゴリズムを用いて軽い料理が好きかどうかといった嗜好について考慮し、似た嗜好の人の好むものを推薦する。

山本ら[6]は肉料理や魚料理といった料理分類の嗜好を基にレシピ推薦を行うシステムを提案している。こ

の手法では、料理作成履歴から嗜好のレシピを抽出するモデルと嗜好のレシピ以外のレシピに挑戦した確率を基にレシピ推薦を行う。高畑ら [7] は、ユーザの材料の嗜好を反映させたレシピを推薦する研究を行っている。この研究で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。加えて、嗜好は「好き」だけでなく「嫌い」も存在することにも着目しレシピ推薦する手法を提案している。

嗜好を考慮したレシピ推薦を行う研究は数多く存在する。既存研究では一口に嗜好と言っても、料理や、材料の嗜好に焦点を当てるものであった。しかし、人の満足度には味の嗜好を考慮するのが良いことがわかっている [8] が、考慮している研究は無い。

4 提案手法

人の満足度を向上させる為に味の嗜好について考慮する必要性について 2 章で述べた。しかし既存研究において、味の嗜好を考慮したものは無い。そこで目的を達成するために考えられる課題としてはじめに (1) どのように嗜好を把握するかということが挙げられる。また、加えてレシピの味付けを個人の嗜好に合わせた味付けにするためには (2) どのように嗜好に合わせた味付けを作るのかという点についても考慮する必要がある。

本章では、それぞれの課題を解決するための提案手法を述べ、手法を実現するために開発したシステムの全体の構成について述べた後、システムを構成する各要素について述べる。

(1) どのように嗜好を把握するか

味の嗜好を把握するために、味を構成すると言われている 5 つの基本味（甘味、塩味、酸味、苦味、旨味）に着目した。それぞれの基本味について個人毎の嗜好の度合いを分析し、嗜好モデルを構築する。嗜好モデルを構築するために、各調理において嗜好モデルを基に調整された料理に対するユーザの評価を収集する。そして、収集したユーザの評価を嗜好モデルにフィードバックしていくことで、嗜好モデルを徐々に個人の嗜好に近づけていく。本研究では次式を用いて嗜好モデルの構築を行う。

$$M_i = \begin{cases} 0 & (i = 1) \\ M_{i-1} - \frac{F_{i-1}}{i-1} & (i > 1) \end{cases} \quad (1)$$

$$-2 \leq F_i \leq 2 \quad (2)$$

M_i は i 日目の嗜好モデルを表しており、前日の嗜好モデル M_{i-1} と前日の料理に対するユーザの評価 F_{i-1} 、

そして、システム利用日数により導出される。システムの利用開始日 M_1 において嗜好モデルは 0 (レシピ通りが最適) である。また、各日の料理に対するユーザの評価 F_i は、弱い:-2, 少し弱い:-1, 適切:0, 少し強い:1, 強い:2 を示す 5 段階の値を取る。ユーザの嗜好は急に変化しないという仮定のもと、サービスの利用開始直後には、大まかな嗜好に近づけるために、嗜好モデルが大きく変動するように評価値の影響を大きくし、利用日数に応じて評価値の影響を少なくすることで、徐々に細かな嗜好モデルを構築していく。

(2) どのように嗜好に対応した味付けを作るのか

ユーザの嗜好にあった味付けを決定するために、把握した嗜好モデルを基にオンラインレシピに記載された分量を調整する。しかし、オンラインレシピは数多く存在し、クックパッドのようなユーザ参加型のものであれば、投稿したユーザの嗜好が反映されたレシピとなってしまう、味付けの調整が難しい。そこで、オーグス総研が運営しているボブとアンジーという管理栄養士が監修しているレシピサイトの味付けを標準的な味付けとし、味の嗜好を基に調整する手法を提案する。ボブとアンジーに提供いただいたデータの調味料の分量を嗜好モデルの構成要素である甘味、苦味、酸味、塩味、旨味を基に調整する。具体的には、甘味の嗜好を基に砂糖、みりん、苦味の嗜好を基にコーヒーの粉末、酸味の嗜好を基にお酢、塩味の嗜好を基に塩、醤油、旨味の嗜好を基にだしの分量の調整を行う。調整する分量は以下の式により決定する。

$$\text{Adjusted amt.} = \text{Amt. of seasoning} \times M_i \times 0.1$$

Adjustedamt : 嗜好に合わせた調整分量

Amt.of seasoning : レシピ記載の調味料分量

そして調整分量は、個人の嗜好モデル値を基に 10% レシピ量から調整した分量とする。

4.1 システム構成

各課題を提案手法にて解決するために開発したシステム構成の全体像を図 1 に示す。本システムは、スマートフォンアプリケーション、サーバにより構成されている。また、サーバは、レシピデータベース、評価データベース、嗜好分析機構、および分量調整機構で構成されている。スマートフォンを使用して料理や料理の手順、材料を確認することができ、食後に都度、食事に対しての評価を行う。評価したデータはサーバ内の嗜好データベースに蓄積される仕組みになっている。

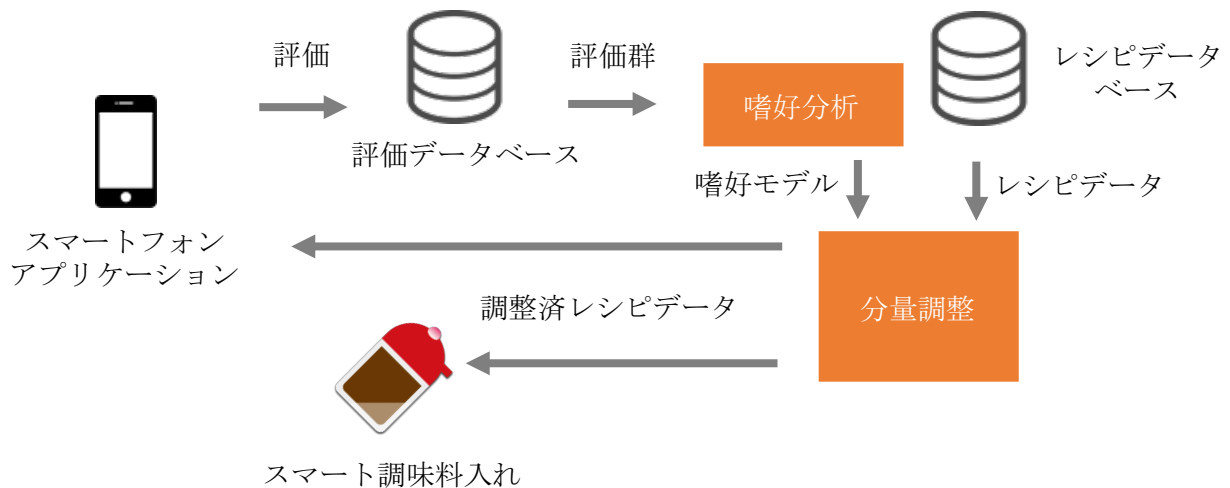


図 1: システム概要図

4.2 スマートフォンアプリケーション

本アプリケーションは、ユーザの料理の味の嗜好モデルデータをサーバに送信し、サーバ内で分析された味の嗜好モデルを基にレシピの分量を調整し表示する。評価を行う際は、味の基本味五味に関してそれぞれ1～5の5段階で行う。五味の要素それぞれに対し1であれば弱い、2であれば少し弱い、3であれば適切、4であれば少し強い、5であれば強いと評価する。全5項目を評価後に確定ボタンをタップし、評価終了するとデータはサーバに送信され、評価データベースに記録されるようになっている。

4.3 データベース

本研究では、味の嗜好を分析するための評価データと分量を調整するためのレシピデータを格納するためのデータベースを Apache CouchDB というドキュメント指向のオープンソースデータベースを用いて開発した。WebApi は JavaScript で記述している、レシピデータベース、評価データベースから構成される。レシピデータベースには 4000 件のレシピ名・レシピの写真・材料・手順が格納されている。評価データベースにはスマートフォンアプリケーションからの評価データが料理後に随時蓄積される仕組みになっている。

4.4 味の嗜好分析機構

味の嗜好分析機構は、過去の評価データから味の嗜好モデルを構築する機構である。甘味、塩味、酸味、苦味、旨味に対しての評価と食事の嗜好モデルの値を式1を利用し、嗜好モデルの値を調整していく。

4.5 分量調整機構

分量調整機構は、構築した味の嗜好モデルに応じて調味料の分量を調整する機構である。味の嗜好モデルの5つの構成要素を式3を基に使用するレシピの調味料の分量を調整する。

4.6 スマート調味料入れ

嗜好通りの味付けを実現するためには、調整された分量を正確に投入することが必要である。そこで調整された分量を正確かつ容易に投入するためにスマート調味料入れを開発する。機能としては、システムによって調整された分量を投入した際にリアルタイムでLEDを用いて教示することである。この機能を実現するために、投入中にリアルタイムで投入量の推定を行うことを必要とする。リアルタイムでの投入をするために、図2に示すように調味料入れ自体にジャイロセンサと加速度センサを備えた機構を備え付ける。使用した調味料入れは90度以上傾いた際に投入が始まるため、90度以上傾いた時間と単位時間当たりの投入量を掛け合わせて推定を行っている。開発したスマート調味料入れの投入量の推定の精度について大さじ1-4杯をそれぞれ10回ずつ投入し平均誤差を導出したところ、大さじ1杯時に最大誤差6.5%で推定できた。

5 評価実験

提案したシステムによりユーザの嗜好を分析し、ユーザの嗜好に近い調味料の分量調整ができるのかを調査するために実験を行った。その結果についてまとめ、考察を述べる。

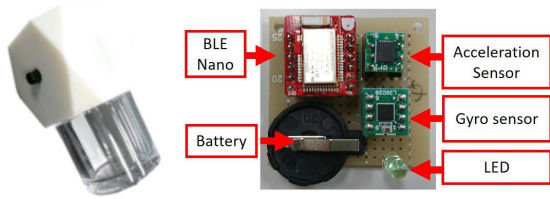


図 2: スマート調味料入れ

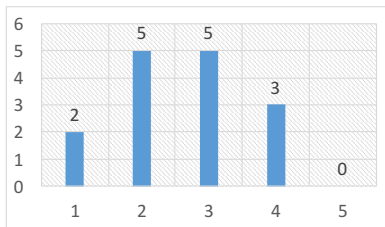


図 3: 1 度目の塩分評価結果

5.1 1 度の味の嗜好分析

5.1.1 実験方法

レシピ通りに調理した肉じゃがを 15 人の被験者に食事してもらい、食事後に塩分の味付けについて 5 段階で評価をしてもらう。その結果を図 3 に示す。評価は、1~5 段階から選択し、1 は塩味が最も不足していたことを示し、5 は最も超過していたことを示し、3 は適していたことを示す。15 人中 5 人がレシピ通りの味付けが嗜好であったと判断したため、5 人を除いた 10 人において実験を行う。1 度目の評価を基に塩分の分量調整を行った肉じゃがと料理の中で煮物という分類が同じであるちくわと小松菜の煮物の食事後に塩分の味付けに対して評価を行ってもらう。

5.1.2 実験結果

図 4 に、調整後の塩分の味付けに対する評価を示す。表 2 に示すように分量調整前の評価では、被験者のうち適していると判断し 3 と評価をした人は 5 人、被験者の内 2 人が最も薄かった 1 と評価し、最も超過していたと評価したのは 3 人であった。これらの評価を基に調整した後の評価では、4 人の被験者が味付けが適していたと答えた。また、1 度目の評価より向上した被験者が 5 人存在した。

5.1.3 考察

1 度の味の嗜好分析を行った評価実験では、被験者の半数の味の嗜好に近づけることができた。このこと

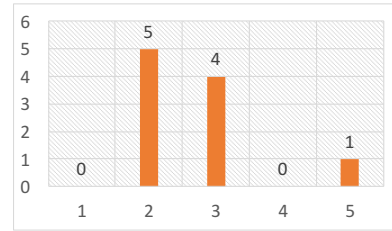


図 4: 2 度目の塩分評価結果

表 2: 評価推移

評価	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
レシピ通りの味付け	1	1	2	2	2	2	2	4	4	4
調整した味付け	2	3	2	2	3	2	2	3	5	3

から提案手法は有用と判断し、味の嗜好を分析する回数を増やす追実験を行った。

5.2 13 度の味の嗜好分析

5.2.1 実験方法

本実験は、多くの評価データを取得することで、詳細な味の嗜好を分析するために行う。14 日かけて実施する。ユーザは任意で選択したレシピを調理することが可能である。調理した食事を食べた後にスマートフォンを用いて味の基本味である五味について 5 段階で評価を行う。評価データに基づき、提案するシステムで味の嗜好モデルを構築し、嗜好モデルを基に味を調整する。被験者は調整された味付けの食事を食べ評価する。これら動作を 14 回繰り返す。

図 5 は、被験者の味覚（甘味、苦味、酸味、塩味、旨味）についての嗜好モデルの数値を示している。縦軸が各味に対するの強弱を表しており、0 が標準的数値を示す。0 を越えていれば、その味について濃い味付けを好むことを示し、また 0 を下回る場合は薄い味付けを好むことを示している。図 5 によると、苦味を除いて全て 7 日目まで大きく嗜好モデルの数値は変化した。しかし、最終日の味の嗜好モデルは、7 日目に作成された嗜好モデルと大きく変わらなかった。このことから 1 人の被験者において実験開始から 7 日間で、被験者の嗜好モデルを推定することができた。

5.2.2 実験結果

5.2.3 考察

2 週間の期間で行った評価実験では、7 日目から 14 日目の間構築された嗜好モデルに 6.5% 程度の差がみられなかったことから 7 日目時点で味の嗜好モデルを調整し、構築できたと考える。しかし本実験では、1 人の

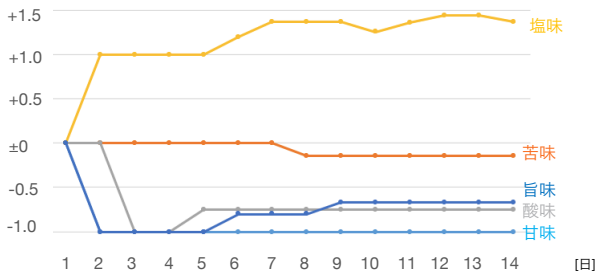


図 5: 1/3 度の味の嗜好モデル値数値の推移

被験者を対象としたが、他の被験者に対しても、ユーザの味の嗜好にあった嗜好モデルが構築可能か、どの程度の期間を要するのかについては確認する必要がある。

6 おわりに

オンラインレシピのレシピごとに記載されている味付けは 1 通りであるため、そのレシピに従ったとしても、何千万と有するユーザの嗜好に合った料理ができるとは限らない。そこで予備実験として個人毎の味の嗜好にどの程度ばらつきがあるのか独自に調査したところ、レシピの規定量より濃度から -20%, +20% 調整したものを適量と判断した被験者は全体の 3 分の 1 を占めていた。そこで、本研究は人の嗜好に合う味付けを可能とすることで、満足度を向上させ、食生活を豊かにすることを目的としている。

そのために、課題となったことは 2 点 (1) どのように嗜好を把握するか (2) どのように嗜好に対応した味付けを作るのかである。そこで、(1) (2) を解決するために、味の基本味である五味について食事毎に評価を行い、その都度嗜好モデルを調整することができ、嗜好モデルを基にレシピデータの調味料分量を調整することを繰り返し、モデルを調整していく手法を提案した。

開発したシステムによる食事後のユーザの評価データを基に味の嗜好の分析を行った結果、1 度の味の嗜好分析実験では、過半数の被験者の味の嗜好に近づくことができた。

そこで、評価データを増やし、2 週間という期間で行った味の嗜好モデル分析実験では、7 日目の嗜好モデルと 14 日目の嗜好モデルを構成する味の 5 要素の各要素の値の差が 6.5% 程度であったために 7 日間でユーザの嗜好を把握することができたと考える。

また、今後の課題を 2 点挙げる。1 点目は、本システムが、クックパッドのような様々な人が作成したレシピのデータを使用できるようにすること。現段階では、レシピデータを作成した人の嗜好に依存しないように管理栄養士が作成したレシピのみを扱うものを使用している。しかし、レシピデータの嗜好自体をも分析す

ることができれば可能になる。2 点目は、評価実験の被験者を増やすことである。今回の評価実験では、1 人の味の嗜好分析を行った。その結果 7 日目には、味の嗜好モデルの構築を行うことができた。今後は被験者を増やし、味の嗜好モデルの構築が可能かどうか、味の嗜好モデル構築にかかる日数の個人差を調査していく。

謝辞

本研究で使用したレシピデータを提供して頂いた株式会社オーグス総研様に感謝の意を表する。

参考文献

- [1] クックパッド. クックパッド、月間利用者数が 6,000 万人を突破!, 2016.
- [2] Panasonic. An attitude survey for cooking and kitchen.
- [3] C. Pfaffmann. The sense of taste. Vol. 1, 1959.
- [4] Y. Kawamura and M. R. Kare (eds). Umami: A basic taste. 1987.
- [5] Z Li, J Hu, J Shen, and Y Xu. A scalable recipe recommendation system for mobile application. In *2016 3rd International Conference on Information Science and Control Engineering (ICISCE)*, pp. 91–94, 2016.
- [6] Shuhei Yamamoto, Noriko Kando, and Tetsuji Satoh. Continuous recipe selection model based on cooking history. In *Social Informatics, Lecture Notes in Computer Science*, pp. 138–151. Springer, Cham, November 2016.
- [7] 高畑麻理, 上田真由美, 中島伸介. 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. (E3). 日本データベース学会, 2011.
- [8] 鈴野弘子, 鈴木恵子, 石田裕, 笹田陽子. 要介護高齢者施設における食物形態の実態とその物性評価. (63), pp. 469–480. 日本家政学会, 2012.