

食知識に基づく連想型レシピ提案対話システム

Associative Dialog System for Recipe Recommendation Using Food Knowledge

山上 勝義 *1*2
Katsuyoshi Yamagami

遠藤 充 *2
Mitsuru Endoh

清丸 寛一 *3
Hirokazu Kiyomaru

黒橋 禎夫 *3
Sadao Kurohashi

*1産業技術総合研究所
Advanced Industrial Science and Technology

*2パナソニック株式会社
Panasonic Corporation

*3京都大学
Kyoto University

One of the problems when using the dialog system is that users do not know what utterances the system can understand to convey their preferences. To mitigate the problem, we developed an associative dialog system for recipe recommendation which utilizes food knowledge base. In addition to providing expressions candidates that system can accept, it also repetitively generates and respond with linguistic expressions related to foods associated with user input.

1. はじめに

我々は対話技術の実用化を目指してタスク志向の対話技術の開発をすすめている。レシピ提案をタスクとしたチャット型の対話実証実験システム CookChat[1][2] を構築、運用している。CookChat の運用を通じて得られた対話ログやアンケートなどの分析から技術課題を探り出しつつ改良を行っている。

フィードバックから得られた主な課題として、「あっさり」「パーティ向き」などの料理に関する印象や状況に関する要望を表したユーザ発言を十分に理解できない点がある。これについては、基本料理の知識ベースを構築し、料理にまつわる語彙知識を充実させ、ユーザ発言における語彙理解のカバー率を改善しつつある [3]。

一方で、翠らの研究 [4] で指摘されているように情報検索型タスクの対話システムにおいては、

- 対話システムがどのような観点でコンテンツを検索し絞り込むことができるのかをユーザが知りえないこと
- ユーザ自身も自分の嗜好を表す観点到気づいているとは限らないこと

といった課題がある。

本研究では、この課題に対して、基本料理に関する知識 [3] を用いて、料理から連想される言語表現（連想表現）を提示することで、対話システムが持つコンテンツ検索の観点をユーザに理解させるとともに、ユーザ自身が意識していなかった観点についての嗜好情報を取得する対話システムを試作した。

2. 連想型レシピ提案対話システム

2.1 連想型レシピ提案対話システムの概要

試作した対話システムの概要について述べる。図 1 に連想型レシピ提案対話システムでの対話動作の例を示す。ユーザと対話システムとの対話は以下の流れで進んでいく。

STEP1 ユーザが料理に関して思い浮かんだ表現をテキストで入力する (例:「おふくろの味」)



図 1: 連想型レシピ提案対話システムの対話動作の例

STEP2 対話システムは、入力された表現と関連が深い料理名を応答文で提示し、どのような料理を連想したかをユーザに示す

STEP3 対話システムは、料理に関係する表現（連想表現）を複数提示し、ユーザに料理の嗜好の観点を伝える

STEP4 所定の対話ターン数に達するまで、**STEP1**に戻り提示された連想表現から選択するか、あるいは、ユーザが思いついた次の表現を入力する

STEP5 **STEP4**で所定の対話ターン数に達すると、それまでにユーザが入力した表現からレシピに関する嗜好を推

連絡先: 山上 勝義, 産業技術総合研究所, 東京都江東区有明 2-4-7 臨海副都心センター yamagami.katsuyoshi@aist.go.jp

定し、その嗜好に近い順にランキングしてレシピをリストで提示する

STEP6 ユーザはレシピのリストから気に入ったレシピを選択する、あるいは、対話を継続するかを選択する。対話継続の場合は **STEP1** に戻る。

上記の対話動作の **STEP1** ～ **STEP4** までは連想型対話のフェーズである。このフェーズでユーザが入力した（あるいはボタン選択した）連想表現からユーザのレシピの嗜好を理解して、**STEP5** ～ **STEP6** のレシピ提案フェーズで理解した嗜好に基いてレシピをリスト形式で提案する。このように、最初にユーザが入力した表現をきっかけとして、対話システムが連想的に料理に関する表現を提示し、ユーザの料理に関する興味・嗜好を探り出す形で対話が進行する。

以前の CookChat では、

1. ユーザが入力したテキストに含まれる料理に関するキーワードとレシピに付与されたキーワードを照合することでユーザへ提案するレシピの候補を絞り込む
2. さらに、決定木アルゴリズムで、最も絞り込みが進むキーワードを選択し、そのキーワードについてユーザの嗜好を質問して、絞り込みを進める

という流れで、ユーザの嗜好に合ったレシピを提案していた。CookChat が 1 で理解する、あるいは、2 で質問するキーワードのバラエティが少ないため、どんな表現が理解されるか分からないという課題に加え、繰り返し使っていると提案されるレシピが固定化するという課題もあった^{*1}。

本連想型レシピ提案対話では、この課題についても考慮し、以前の CookChat よりも料理に関する観点の幅を広げ、ユーザの嗜好のバラエティを捉えやすくすることを狙った。

2.2 基本料理知識ベース

ユーザが入力した連想表現を理解し、対話システムが新たな連想表現を提示するために基本料理知識ベース [3] を利用した。

【ぶり大根】
[同義語]ブリ大根 鰯大根
[材料]<大根>生薑.7ブリ.2水.2米飯.1みりん.9酒.9醤油.9砂糖.7だし.4食塩.3
[調理法]<煮る>
[属性]酒のアテ(105/付け合せ).5家族の人気メニュー(201/対象).5
大人が好き(201/対象).5家庭的(221/場所)あたたまる(231/効果・機能).5
あまじょっぱい(251/味).5美味しい(251/味).5トロトロ大根(252/食感).5
ブリブリ(252/食感).5生臭い(254/香り).5よく染みてる(261/印象).5
美味しく作るのにはコツがある(261/印象).5部屋が臭くなる(261/印象).5
プロの技(301/作り手).5煮崩れ(311/調理法・工程).5
美味しいけど難しい(322/難易度).5面倒くさい(322/難易度).5

図 2: 基本料理知識ベースの記述内容の例

図 2 に基本料理知識ベースの知識記述例を示す。1 行目は料理名で、2 行目以降がこの料理名（ぶり大根）に関する知識の記述部分である。[] で囲まれた部分は、料理名に関する知識の種類名である。【同義語】は料理名の同義表現の知識、【材料】は料理に用いられる材料の知識、【調理法】は料理の調理方法の知識、【属性】は料理の同義語・材料・調理法以外の知識である。知識の右側の小数点付きの数字は、料理がその知識をも

*1 レシピの候補数が 500 未満で少ないことに起因している

つ信頼度を表している。< > で囲んだ部分はその料理特有の知識（代表知識）であることを表す。代表知識の信頼度は 1.0 が付与されているものとして扱う。さらに【属性】の知識には下位の種類があり（ ）で囲んだ部分が下位の種類名^{*2}である。

連想型レシピ提案対話では、同義語、材料、調理法、属性のすべての知識をユーザが発話したレシピの嗜好を表す表現とのマッチング対象として扱う。また、この属性の知識をユーザに提示する連想表現の候補として用いる。属性の知識にはクラウドソーシングによって収集した料理に関する様々な観点の印象表現が含まれるので、ユーザが発話するレシピに関する嗜好表現を幅広く捉え、かつ、ユーザに多様な観点の連想を促すことが期待できる。

2.3 連想型レシピ提案対話システムの構成と動作

図 3 に連想型レシピ提案対話システムの構成と動作のフローを示す。

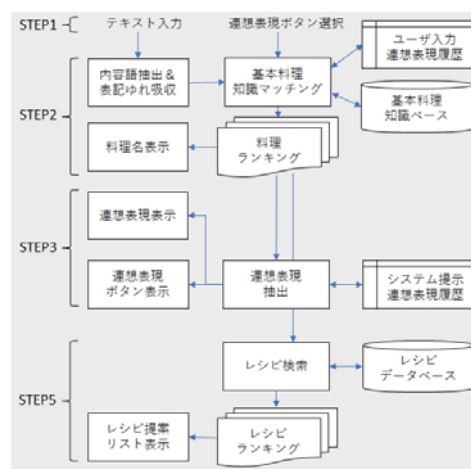


図 3: 連想型レシピ提案対話システムの構成と動作のフロー

内容語抽出・表記ゆれ吸収

ユーザのテキスト入力を形態素解析し、機能語以外の単語連鎖を内容語として抽出し、基本料理知識ベースの類義語関係を参照して表記ゆれを吸収した連想表現に変換する。

基本料理知識ベース

基本料理知識ベースの料理の中から、料理がもつ知識と連想表現がマッチング（完全一致または部分一致）した料理を抽出し、マッチした知識に付与された信頼度を抽出した料理のスコア^{*3}として料理のランキングを生成する。

料理名表示

料理ランキング上位の 2 つの料理名をシステムが連想した料理として応答文生成して表示する。

連想表現抽出

料理ランキングの料理上位 3 つの料理のそれぞれについて、最も信頼度が高い知識を抽出する。このときシステムが提示した連想表現の履歴を参照して既に提示したものは抽出対象からはずす。

*2 ' / ' の右側が下位の種類名であり、' / ' の左側の番号は下位の種類の体系化のために付与された番号である

*3 ユーザが入力した連想表現の履歴にある連想表現に関してもマッチングし、それぞれのマッチングでのスコアを合計する



図 4: 連想型レシピ提案対話システムでの対話例

連想表現表示

抽出した知識 (3 つ) をユーザに提示する連想表現として応答文生成して表示する。

連想表現ボタン表示

抽出した知識 (3 つ) をユーザが選択可能なボタンとして表示する。

レシピ検索

料理ランキングの各料理の料理名とレシピデータベース内のレシピ名をマッチングさせ、完全一致または部分一致したレシピを抽出する。料理名がマッチした料理のスコアをレシピのスコアとして、レシピのランキングを生成する。前記のマッチングが失敗した場合は、別途料理の上位下位関係を記述したオントロジーを用いてオントロジーの葉ノードの料理名とマッチングさせ、マッチングした料理名の上位概念の料理カテゴリ表現を用いてレシピを検索する。

レシピ提案リスト表示

レシピのランキングの上位 5 つを提案するレシピとして表示する。

上記の処理フローに従って動作する連想型レシピ提案対話システムの対話例を図 4 に示す。この対話例では、「節約」、「もやし」、「大根」はユーザがテキスト入力で行った発話、「いろいろな味付けができる」はユーザがシステムが表示した連想表現のボタンを選択した発話である *4。

「節約」というユーザの発話に対して「もよしのナムル」「豆腐ハンバーグ」という基本料理が「節約」を知識としてもつ

料理として検索され提示される (基本料理マッチング、料理名表示)。それら料理がもつ信頼度の高い知識を連想表現として「焼肉」「さっぱり」「家で食べる味じゃない」が抽出し表示する (連想表現抽出、連想表現表示)。この対話ターンを 4 回繰り返した後、ユーザが入力した連想表現の履歴からランキングした基本料理の料理名とレシピ名をマッチングさせてレシピのランキングを生成し表示する (レシピ検索、レシピ提案リスト表示)。なお、この対話例では、レシピ検索の際に基本料理名とレシピ名のマッチングに失敗したため、オントロジーで上位概念化してレシピ検索した結果を表示している。

3. 評価実験

従来の CookChat (以降、絞り込み型と記載) と試作した連想型レシピ提案対話 (以降、連想型と記載) のユーザ体験を比較するため、操作した上での主観評価を行った。

クラウドソーシングで募集した 20~55 歳の男女 100 名を、絞り込み型を操作する評価者 50 人 (評価者群 A)、連想型を操作する評価者 50 人 (評価者群 B) とした。評価者は、絞り込み型、連想型をそれぞれ 3 回ずつ操作し、各操作では異なる料理をイメージしてレシピの嗜好に関する発話を入力する。さらに、操作の後に対話システムの使用感に関するアンケートに回答する。

表 1 にアンケートの項目を示す。項目のカテゴリは 7 種類あるが、各カテゴリに対して対話システムの機能性を問う観点 (機能性評価項目) と対話システムの自然性を問う項目 (自然性評価項目) に分けて質問した。評価者は各項目に関して、

- 全くそう思わない → 1
- あまりそう思わない → 2
- どちらとも言えない → 3
- そう思う → 4
- かなりそう思う → 5

*4 ボタン表示はユーザが選択した後、選択したボタン表示の吹き出しに変わる。

表 1: 評価者へのアンケート項目

	機能性評価項目	自然性評価項目
エージェントの発話の質	Q1 分かりやすい応答ができていたと思いましたか?	Q2 人間らしい応答ができていたと思いましたか?
	Q3 やりとりが円滑に行えたと思いましたか?	Q4 思い通り話せましたか?
対話の円滑さ	Q5 何を発話すればよいか、すぐに分かりましたか?	Q6 どう会話を始めたらよいか躊躇しましたか?
	Q7 エージェントを違和感無く利用できたと思いましたか?	Q8 エージェントと親しみを持って会話できたと思いましたか?
エージェントへの親近感	Q9 エージェントの提供する情報にあなたは満足しましたか?	Q10 エージェントとの会話にあなたは満足しましたか?
	Q11 またシステムを利用してみたいですか?	Q12 またエージェントとお話してみたいですか?
対話の満足度	Q13 異なる表現の入力も正しく理解されたと感じましたか?	Q14 いろんな言い回しをちゃんと理解できたと感じましたか?

の 5 段階で回答する。

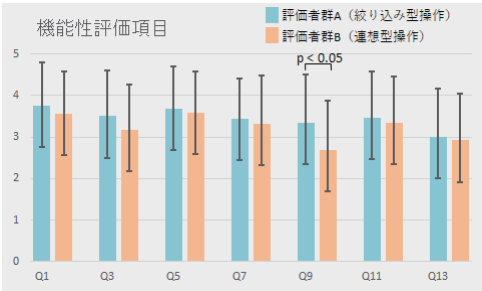


図 5: 機能性評価項目の比較

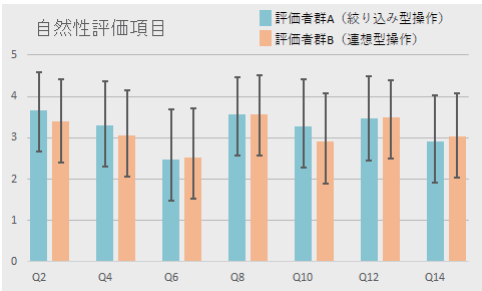


図 6: 自然性評価項目の比較

図 5 と図 6 に、折り込み型を操作した評価者群 A の回答結果と連想型を操作した評価者群 B の回答結果 (1 ~ 5 のスコアの平均と標準偏差) の比較を示す。各質問項目に関して、左側のバーが評価者群 A の回答結果、右側のバーが評価者群 B の回答結果である。図 5 は機能性評価項目に関する比較、図 6 が自然性評価項目に関する比較である。

評価者群 A と評価者群 B の各質問項目に関する回答結果 (1~5) をも検定したところ、Q9 のみ 5%水準有意で、評価者群 A より評価者群 B の方が回答結果のスコアが低くなった (平均値で 3.34 と 2.68)。他は有意差は無かった。

表 1 に示す質問項目以外のアンケートの設問として、対話システムを使用した感想を問う自由回答記述も設定した。表 2 に連想型の評価者の自由回答の一部を示す。Q9 の質問項目のスコアが低い評価者の自由回答には「イメージしていたレシピとはずれたレシピが提案された」という内容の回答が多かった。

ポジティブな回答からは、それほど具体的なレシピのイメージを持っていなかったユーザに対しては、ユーザ自身が自覚していなかった嗜好について探り出すという我々が狙った連想型の対話の効果があったことが分かる。一方で、ネガティブな回答からは、具体的なレシピのイメージを持っていたユーザは、自身の発話で明確にレシピが絞り込まれることを期待しており、

表 2: 連想型の評価者の自由回答 (一部)

ポジティブな回答
・ とくに食べたいものが決まらないときに連想して行って、決めるのもいいなと思った。
・ 頭にある雰囲気やさっしてレシピを選んでくれるのが楽しい。
・ 何を作るか困った時に役に立ちそうなのでこのサービスを使いたいと思った。
・ 曖昧な言葉でも反応してくれるし、ちゃんと好みを具現化してくれるので使いやすいと思いました。
・ お餅グラタンなど、まったく予想していなかったレシピが表示されて楽しい。
ネガティブな回答
・ どうしてもこちらの意図とは異なる単語をピックアップされるようだ。
・ 最初に入力した言葉に対するシステムの返事が、想像力を間違った方向に使い選択の幅を違う方向に広げて行っているように感じた。
・ 連想を繰り返しているうちに、最初のワードとは全く関係のないレシピに落ちてしまう。
・ 自分の予想とはかけ離れた方向の提案が出てきてしまうので、戸惑いました。
・ 会話があまり成り立っていなかったと思った。一番最初に入力した材料や料理のジャンルのなかから見つけてほしい。

連想型の対話で我々が狙った効果を感じなかったと思われる。ユーザが料理の嗜好として発話する表現を、どの程度強い絞り込み条件として扱うかの制御が必要であることが分かった。

4. まとめと今後の課題

食知識に基づく連想型レシピ提案対話システムを試作しユーザの主観評価を行った。主観評価の結果は、従来の折り込み型のレシピ提案対話に対して連想型のレシピ提案対話が好評価とはならなかったが、評価者の一部は、我々が狙った効果を感じたことが確認できた。今後、ユーザが料理の嗜好を発話する際の「絞り込み度合い」の意図を推測し、嗜好の重みの強さに反映させるなどのアプローチを検討する予定である。

参考文献

[1] 山上 勝義, 遠藤 充, 牛尾 貴志, 堀井 則彰.: “対話サービスプラットフォームの開発”, 人工知能学会全国大会 (第 31 回) 論文集, (2017)

[2] 遠藤 充, 牛尾 貴志, 山上 勝義, 堀井 則彰.: “発話とコマンドの系列を制御する対話エージェント”, 人工知能学会全国大会 (第 31 回) 論文集, (2017)

[3] 清丸 寛一, 黒橋 禎夫, 遠藤 充, 山上 勝義.: “料理レシピとクラウドソーシングに基づく基本料理知識ベースの構築”, 言語処理学会第 24 回年次大会 (NLP2018), (2018)

[4] 翠 輝久, 大竹 清敬, 堀 智織, 柏岡 秀紀.: “意思決定を支援する音声対話システム”, 言語処理学会第 18 回年次大会 (NLP2012), pp. 658-661(2012)