

コンテキストを考慮した非タスク指向型対話システムの構築

A Prototype of Open-Domain Conversational Agent with Context Awareness

功刀 雅士*¹ 若林 啓*²
Masashi Kunugi Kei Wakabayashi

*¹筑波大学 情報学群 知識情報・図書館学類

College of Knowledge and Library Sciences, School of Informatics, University of Tsukuba

*²筑波大学 図書館情報メディア系

Faculty of Library, Information and Media Science, University of Tsukuba

The capability of handling casual conversation has been an important feature in the dialogue systems because of the recent popularization of spoken language interfaces. In this paper, we focus on the context awareness in the open-domain conversational agent, which leverages the resource in community QA website. The main challenge is the detection of contextual continuity that can be switched suddenly by user's upcoming utterance. We developed a prototype system to implement the contextual change detection method which is based on the relevance scores in the search of candidate responses extracted from the community QA. In the experiment, we confirm our proposed method chooses more appropriate responses when the user's utterance implicitly refers to the continuous topic.

1. はじめに

近年、様々な対話システムが人々の身近に登場している。対話システムには何らかのタスクの達成のみを目的とするだけでなく、人間のように自然な雑談をする能力が求められている。対話システムが雑談を行う上でいくつかの課題がある。課題の1つは、どれだけ多くの話題について対応させるかという問題である。対話システムがユーザから話しかけられるであろう言葉を想定し、返答を人手で用意することは非常にコストと手間がかかる。人の手を加えることなく幅広い話題に対応する仕組みの構築が望ましい。そして、対話の文脈(コンテキスト)の変化を適切に判断することも重要な課題である。人間同士が対話を行う場合は対話のコンテキストを無意識に把握し、それに即した発言を行っている。対話システムにも人間が行っているコンテキストの把握を行うための仕組みが必要である。

上記の課題を扱った先行研究がある。稲葉ら [稲葉¹⁴, 稲葉¹²] や Higashinaka [Higashinaka¹⁴] らは, Twitter*¹ から対話システムで利用可能な発話文を抽出することで, 対話システムの扱える話題を増やす手法を提案している。Web上の情報を用いて応答文を抽出する方法から実際に対話システムの構築を行っている研究がある。小新田ら [小新田¹⁵] による研究では, Twitter から獲得した発話候補文を用いて対話システムを構築している。対話上必要であるが Twitter から獲得しきれない表現に関してはルールベースの手法による応答を行っている。ルールベース手法の応答とは, 特定の表現に対してどのような応答を返すかあらかじめ人手によって定めておく手法のことである。また, 小新田ら [小新田¹⁵] によって構築された対話システムは対話におけるコンテキストの変化に関する判断も行っている。ルールとして対話の話題転換を示す語句をあらかじめ登録しておき, 話題転換の語句が発話された場合, 対話のコンテキストが変化したとみなしている。また, 対話が一定数経過した場合もコンテキストを変える条件としている。

2. 提案手法

2.1 提案する対話システムの概要

先行研究で構築された対話システムは, 自然な対話を行うためには十分ではない。コンテキストが変化する際に必ずしも話題転換を示す語句が用いられるわけでない。一般的な会話においてはコンテキストは暗に変化していくことが多い。よって先行研究で提案されているコンテキストの変化を判断するための話題転換語句を用いた手法では不十分である。また, Twitter 発話候補文取得では実際の対話に近い応答の表現が難しい。Twitter から応答文の候補を取得した場合, 応答文に話題語が含まれている場合がほとんどである。しかし, 実際の対話には応答に話題語が含まれていない場合が多い。「背を伸ばす方法は?」という発話に対して「牛乳を飲むといいよ」と返答するやりとりがその例である。話題語を含まない応答文も適切に取得することは, 自然な対話を実現する上で必要だと考えられる。本研究では, そういった応答文を Web 上の情報から抽出することを目指す。そして話題転換用の語句に依存することなく, 発話の内容からコンテキストを判断する手法を提案する。

本研究では先行研究と同様, Web 上の情報を用いて取得した応答文を利用する手法とルールベース方式を組み合わせた対話システムを提案する。対話システムの応答に用いる文は, 過去に Yahoo!知恵袋に投稿された回答文の中から取得する。以下「Yahoo!知恵袋の情報」と表記する場合, Yahoo!知恵袋で投稿された質問文とそれに対して行われた応答文の集合を示すものとする。Yahoo!知恵袋の情報は Twitter 同様膨大な情報量があることから幅広い話題に対応できるという利点があるだけでなく, Yahoo!知恵袋の情報が質問・回答のセットになっているという点が対話システムに適している。Yahoo!知恵袋の情報は質問と回答が別になっているため発話候補文となる回答文に必ずしも話題語が含まれる必要は無い。ユーザの発話と一番類似している Yahoo!知恵袋の質問に対応する回答の中から発話候補文を抽出することで, より柔軟で内容の適した応答をすることが可能になることが示唆される。さらに, Yahoo!知恵袋の情報を検索するクエリを作成する際, 対話のコンテキ

連絡先: 筑波大学 情報学群 知識情報・図書館学類

〒305-8550 茨城県つくば市春日 1-2

E-mail: s1211492@klis.tsukuba.ac.jp

*1 <https://twitter.com/>

ストとなる話題語を補うことでコンテキストを考慮した対話システムの構築を目指す。Yahoo!知恵袋上の情報を参照すると不適切になると考えられるユーザ発話に関してはルールベース方式による応答を行う。

2.2 発話候補文取得の流れ

Yahoo!知恵袋から適切な応答文を取得する手法について述べる。本研究で提案する対話システムは、ユーザからの発話を受け取るとまず応答に用いる文章を検索するためのクエリを作成する。検索のクエリに関しては後述するが、基本的にユーザの発話を MeCab^{*2} により形態素解析した結果を用いる。例えば、「もっと背を伸ばしたい」という発話が行われた場合、検索クエリは「もっと 背 伸ばしたい」となる。検索クエリを用意した後、Yahoo!知恵袋の情報を検索し、検索結果（質問・回答セット）を取得する。検索にはヤフーの提供する「Yahoo!デベロッパーネットワーク 知恵袋質問検索 API」^{*3} を利用して検索を行い、関連する質問・回答セットを取得した。この取得した情報の中からユーザの発話に最も類似した質問を決定し、その質問に対応する回答文の中から応答文となる文を抽出する。類似性の高い質問の選択に関しては 2.3 節で詳しく述べる。回答から応答文として採用する文を選択する際には、稲葉らの先行研究で用いられたフィルタリングルール (2.4) の一部に本研究独自のルールを追加して用いている。内容を改変したのは、Yahoo!知恵袋の情報特有の対話システムにふさわしくない情報に対処するためである。その後フィルタリングにより残った回答文の中からスコア付けを行い応答を決定する。応答文に決定した文以外の候補文は、対話で話題が変わらない場合に続けて利用するために保持する。応答文の決定に関しては 2.5 節で説明する。

2.3 ユーザ発話に類似する質問の選択

2.1 節で述べたように、本研究で構築する対話システムではユーザ発話と Yahoo!知恵袋上の質問で類似度の高い情報を利用する。ユーザ発話と Yahoo!知恵袋上の質問がどれだけ類似しているかの判断には、コサイン類似度を用いる。ユーザ発話と比較する質問を形態素解析することにより得た単語頻度ベクトルをそれぞれ \vec{q}_1, \vec{q}_2 とすると、発話と質問の類似度の計算方法は以下の通りである。

$$\text{sim} = \frac{\vec{q}_1 \cdot \vec{q}_2}{|\vec{q}_1| \times |\vec{q}_2|} \quad (1)$$

2.4 発話候補文抽出用フィルタリングルール

ユーザ発話と類似度の高い質問を取得した後、質問に対応する回答文を「。」区切りで分割する。分割した文に全てにフィルタリングルールを適用し、対話システムに不適切な文を排除する。本研究で用いたフィルタリングルールの内容は、先行研究で紹介した稲葉らの研究にあるフィルタリングルールの一部に不要な文を排除するために新たに項目を追加したものをを用いる。表 1 には、用いたフィルタリングルールの一部を示した。Yahoo!知恵袋にはサービス特有の表現があり、文法的な要素で排除する上述のフィルタリングルールだけでは、不適切な文を排除できない場合がある。サービス特有の表現は例えば「ベストアンサーに選ばれました！」や「カテ違い」などが挙げられる。本研究ではそういった不適切な語を集めたストップワードを定義した。フィルタリングルールを適用するタイミングと同時にストップワードが含まれないかを確認し、不要な文を排

表 1: 稲葉らの研究で用いられるフィルタリングルールの一部

ラベル	該当文
A	話題語と名詞が連続している文
C	先頭の単語の品詞が助詞、助動詞、接続詞の文
D	末尾の単語の品詞が助詞-格助詞、助詞-係助詞、助詞-接続助詞、助詞-並列助詞の文
E	文末以外に助詞-終助詞が含まれている文

表 2: キーフレーズ抽出 API 利用の例

単語	スコア
対話システム	100
楽しい会話	68
研究	56

除する。また、質問や回答の投稿者のアカウント名が含まれないよう正規表現のパターンマッチによって削除する。

2.5 応答文の決定

ユーザ発話と類似する質問を取得した後、対応する回答文の中から応答文として採用する文を決定する。回答文は 2.4 節の操作により「。」で分割され、不要な文が削除された状態である。応答文の決定はそれらの文にスコアをつけることにより行う。先行研究でもスコア付けによって最も高いスコアを得た 1 文を選択しているが、本研究は必ずしも最大スコアの文を取得しない。本研究は対話の「コンテキスト」を考慮した対話ができることを目指している。これは一問一答のやり取りを想定したものではないため、1 文ではなく同じ話題に関する複数の文を保持しておくことが好ましい。Yahoo!知恵袋の回答文を先頭からスコア付けを行い、一定の閾値を超えた文を最初の応答文として採用する。その後出現したスコアの高い文は、同じ話題の対話が続く場合に対話システムの応答として利用できるように保持する。

スコア付けは文に含まれる単語の特徴量を用いて行う。本研究では、ヤフーの提供する「Yahoo!デベロッパーネットワーク キーフレーズ抽出 API」^{*4} を用いて各文の単語の特徴量を取得する。本 API は、日本語文を解析し特徴的な表現を抽出することができ、単語の特徴量を示すスコアの一覧を返し、スコアが高いほど文中で重要度の高い単語であることを示す。実際に「対話システムの研究をしています。楽しい会話がいいです」という文で API を実行した例を表 2 に示した。本研究では、文に含まれる単語の取得したスコアの総和を文のスコアとした。ただし、ユーザ発話に含まれる単語は基本的に重要度が高いと経験的に考えられたため、その単語の特徴量はキーフレーズ抽出 API を用いて得た最大値と同様の値とした。この段階で、ユーザ発話に含まれるスコアが上位の単語は対話のコンテキストとなる話題語として保持する。また、Yahoo!知恵袋の回答を用いた対話システムを実験していく中で、経験的に先に出現する文に重要な表現が多い傾向があると判断した。このため、回答の先頭に近い文をより重要視したスコア付けを行う。文に含まれる単語の集合を W 、各単語を w 、各単語の特徴量を x_w とすると、回答文のスコアを以下のように定義する。

$$\text{SentenceScore} = k \sum_{w \in W} x_w \quad (2)$$

*2 <http://taku910.github.io/mecab/>

*3 <http://developer.yahoo.co.jp/webapi/chiebukuro/>

*4 <http://developer.yahoo.co.jp/webapi/jlp/keyphrase/v1/extract.html>

k は回答の内、先頭に近い文を重視するために用いる．本手法では回答の i 番目の文における k を以下のように決定する．

$$k = 1.0 - \frac{i-1}{10} \quad (3)$$

2.6 ルールベース方式

本研究では，Web 上の情報を参照することが不適切な表現に対してはルールベース方式で応答を行う．ルールとして対話システムのプロフィール情報，挨拶などの慣用表現，相槌詞への応答が含まれている．

3. コンテキストの考慮

本手法で提案する対話システムは，Yahoo!知恵袋の情報の検索結果で対話のコンテキストの変化を判断する．前の対話から保持された話題語を検索クエリに加えて検索した結果，類似性の高い Yahoo!知恵袋の質問文が存在していれば同じコンテキストの対話が継続するとみなす．一方，話題語を検索クエリに加えて検索し，類似性の高い質問が得られない場合はコンテキストがそこで変化したとみなす．例えば，ユーザが「読書」の話題の対話をしている時に「頭は良くなりますか？」と発話したとする．その場合「読書」という話題語をユーザ発話に加えた検索クエリによって応答文抽出のための検索を行い，読書で頭が良くなるかについて尋ねた質問が多く得られた．つまり「読書」という話題語と「頭は良くなりますか？」という発話の内容が非常に関係性が高かったと考えられる．話題語とユーザ発話の関係性が高ければ，ユーザ発話と類似性の高い結果を得られるため，適した応答が出やすくなる．逆に「読書」という話題の中，ユーザが「味噌汁の具といえば？」と発話したとする．この場合，話題語とユーザ発話を合わせた検索クエリで検索を行っても，類似性の高い結果は得られなかった．これは「読書」という話題語とユーザの行った味噌汁の具に関する発話の関係性が低かったからであると考えられる．つまり話題語を検索クエリに加えることが不適切な場合である．話題語を検索クエリに加えて検索を行った時，類似性の高い結果が得られなければ話題語を削除し，再度ユーザ発話のみのクエリで検索を行う．話題語をクエリに加えて検索を行った結果に応じ，話題語を引き継ぐか消去するかを判断して対話を進めていくことを本研究では「コンテキストの考慮」としている．Yahoo!知恵袋の情報を検索する際にコンテキストの考慮を行い，システムが応答文を抽出する際に話題語をスコア付けによって決定する．そして，次の発話に対して新しい話題語を用いてコンテキストの考慮が行われる．こういった流れを繰り返すことによって，対話における話題の変化に対して対応が可能になり，より自然な対話を行うことができる．

2.5 節で，応答文は複数取得して保持すると述べたが，1 つ目の応答文に続く文をどのように用いるかについても説明する．本研究ではルールベース方式の応答も行っているが，その中では相槌詞に関するルールも設けられている．それは，ユーザから相槌詞が発話された場合に Web 上の情報を参照しても適切な応答文が得られないためである．ルールには相槌詞と見なせるパターンを用意しておき，検索クエリを作成する前にユーザ発話が相槌かどうかの判断が行われる．一般に相槌詞は会話の流れを円滑にするために用いられる．相槌が打たれる前後の話題は等しく，相槌の発話者は対話相手の話をさらに聞く姿勢を示している．よって，ユーザが相槌詞を発話した場合，それに対する決まった応答を返すのではなく，その前に発話した内容に続く文を応答として返すのがより自然であると考えられる．そのため本手法では，ユーザが相槌を打ち，前に行っ

表 3: 対話例

話者	発話
User	梨の名産地ってどこだっけ
System	千葉県が収穫量・出荷量 1 位です
User	ゆるキャラいるよね
System	ふなっしーは梨がモチーフだそうです
User	コーヒー好きですか？
System	好きでも嫌いでもありません
User	おいしいのに
System	「有れば飲む」程度ですね
User	カフェイン摂りすぎは良くないですか？
System	取りすぎると中毒になります
User	教えてくれてありがとう
System	お役に立ててうれしいです．仕事ですから

た応答に続く応答文が残っていた場合は，残りの応答文を順番に利用する．保持されている応答文が残っていない場合は，あらかじめルールで決められた応答を返す．

3.1 実際の対話例

本研究で構築した対話システムの実際の対話例を表 3 に示した．表 3 の対話例の前半では，本研究で重要視している「コンテキストの考慮」によって適切な対話が行われた例である．最初のユーザ発話から話題語として「梨」を保持しており，次にユーザがゆるキャラについて発話した時に「梨」に関わる「ゆるキャラ」である「ふなっしー」に関する応答を行っている．「梨」を話題語として保持しない状態で Web 上から応答文を取得した場合，「ふなっしー」に関する応答は行われなかった．コンテキストを考慮したことによって，より自然な対話ができていると考えられる．表 3 の対話例の後半では，応答文を連続して複数保持していることの効果を示している．ユーザが対話システムに対してコーヒーが好きかどうかを尋ね，対話システムは最初に好きでも嫌いでもないと答えた．これに対してユーザは「おいしいのに」と発話したが，「おいしい」という表現は，あらかじめルールで相槌詞として用意されている語句だった．この場合ユーザが相槌を打ったと対話システムは判断し，その前の応答に続いて保持していた「「有れば飲む」程度ですね」という文を応答として利用した．このように相槌を打たれた場合に同じ話題の応答を続けることでより自然な対話が行われる．また，最後に「教えてくれてありがとう」というユーザの問いかけに対しての返答はルールベース方式で行われたやりとりである．

4. 評価実験

4.1 実験の概要

対話のコンテキストを考慮することが対話において適切であるかどうかの評価実験を行った．話題語を保持する場合と保持しない場合で，どちらがより自然な対話が可能かどうかを調査した．

4.2 実験用データ

本研究で構築した対話システムを大学生 31 名に利用してもらい対話ログを収集した．集めた対話ログを用いて，コンテキストを考慮する場合としない場合でどちらが自然な対話を行うことができるかを調査するためのデータを作成した．調査するために作成したデータを表 4，表 5 に示す．このデータによる調査実験をクラウドソーシングサービス Lancers^{*5} を用いて行い，184 件の回答を得た．

*5 <http://www.lancers.jp/>

表 4: 調査用データ例 1(知恵袋-知恵袋)

話者	発話
User	イチゴがすきです
System	わたしはイチゴパフェです。甘くて美味しいです
User	名産はどこ
System	???
選択肢	文
A	イチゴといえば、栃木県が生産 No.1
B	先の方がおっしゃるように国内に名産地はありません

表 5: 調査用データ例 2(知恵袋-ルール)

話者	発話
User	海老ピラフ好きです
System	海老のドリアの方が好きです
User	まあ、おいしいよね
System	???
選択肢	回答文
A	おいしいと思いますよ
B	シーフードピラフにチキンピラフ、月に一度は炊飯器で炊きますけど、失敗したことないですよ

4.3 実験方法

調査実験では被験者は表 4, 表 5 に示した例のような調査データを見て一番下の「???'」に適当な文を選択肢から選ぶ。表 4, 表 5 にある「知恵袋-知恵袋」と「知恵袋-ルール」という表記については 4.4 節で述べる。「???'」に入る選択肢は A と B の 2 種類の文がある。この調査実験に際して、前の対話のコンテキストを考慮して対話を行うシステムと、コンテキストは考慮せず一問一答のやりとりをするシステムの 2 種類を用意した。A と B のうち一方はその前の対話の話題語を保持する対話システムによって応答された文である。もう一方の文は、前の対話のコンテキストを考慮せずに返された応答文である。

4.4 実験結果

コンテキストを考慮したプログラムが行った応答が「???'」に入る文として適切だと判断した割合は全体の 56% だった。コンテキストを考慮した場合の応答が、やや最後の応答として適している割合が高いという結果になった。

ここで、得られた情報を細かく見ていく。表 4 の選択肢を例にとる。この場合、選択肢の文はいずれも Yahoo! 知恵袋の情報から取得した応答文である。選択肢になっている 2 つの文は、一方がコンテキストを考慮した情報クエリで応答に必要な情報を検索している。つまり Yahoo! 知恵袋上の情報を用いた応答文を用いた場合、コンテキストを考慮することが適するかどうかを調査したものである。この調査を「知恵袋-知恵袋」と表記する。

表 5 の選択肢は一方がルールベース方式による応答文である。表 5 において、最後のユーザの発言はルールの中にあらかじめ用意されたルールにマッチする。よって、コンテキストを考慮しない場合は用意されたルールに基づいた応答が行われる。コンテキストを考慮する場合、その前に行った応答の続きの文が残っている時だけその文を応答として返す。表 5 の選択肢 B は、その前の応答の続きの文である。つまり Yahoo! 知恵袋上の情報を用いた応答文をコンテキストを考慮した状態で用いた場合と、ルールベース方式に則って応答を行った場合のどちらが適切かどうかを調査している。この調査を「知恵袋-ルール」と表記する。

「知恵袋-知恵袋」と「知恵袋-ルール」の 2 つの調査では結果が異なった。「知恵袋-知恵袋」の調査では、コンテキストを考慮した場合の方が適切であると判断された割合が 65% であった。この結果から Yahoo! 知恵袋の情報を応答文として利用す

る場合、コンテキストとなる話題語を付与した検索クエリを作成することが適切であると考えられる。一方「知恵袋-ルール」の調査に関しては、コンテキストを考慮した場合の応答が適切と判断した割合は 55% に留まった。「知恵袋-ルール」に関する調査に関してはコンテキストを考慮した場合がより適した応答となることは示されなかった。その一つの要因としては、ルールによって用意された応答文が人手によるものであることが考えられる。「知恵袋-知恵袋」の調査に関しては適切な文と不適切な文の差が出やすかった。コンテキストを考慮していない検索クエリの場合、情報が十分でなく適切だとわかりやすい応答文が返されてしまうことが多いからである。しかしルールベース手法による応答文は用意されたパターンにマッチさえすれば、外的な応答をすることはほとんどない。よって、「知恵袋-ルール」の調査における 2 つの選択肢はいずれも内容的には誤りが少なく、回答者によって捉え方が異なりやすかったと考えられる。ルールベース手法に基づく応答はある程度の正確性が保証できるため、ルールによる応答が適切と判断されることは否定的に捉える必要はない。

5. おわりに

本研究では、対話のコンテキストを考慮しながら Yahoo! 知恵袋の情報から得た文章を用いて対話を行う対話システムを提案した。Yahoo! 知恵袋の情報を応答として用いることが適切でない発言に関しては、ルールベース手法による応答を利用した。調査実験では、コンテキストを考慮した Yahoo! 知恵袋上の情報を用いる応答とルールベース手法に基づく応答を適切に組み合わせることで、自然なやり取りが可能な対話システムが構築出来ることを確認できた。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費(課題番号 25280110, 25540159)および筑波大学図書館情報メディア系プロジェクト研究(Research Projects of Faculty of Library, Information and Media Science)の助成によって行われた。

参考文献

- [Higashinaka 14] Higashinaka, R., Kobayashi, N., Hirano, T., Miyazaki, C., Meguro, T., Makino, T., and Matsuo, Y.: Syntactic filtering and content-based retrieval of Twitter sentences for the generation of system utterances in dialogue systems, in *Proc. IWSDS* (2014)
- [磯 13] 磯 健一, 颯々野 学: 「音声アシスト」の音声認識と自然言語処理の開発, 研究報告音声言語情報処理 (SLP) (2013)
- [稲葉 12] 稲葉 通将, 平井 尚樹, 鳥海 不二夫, 石井 健一郎: 非タスク指向型対話エージェントのための統計的応答手法 (自然言語処理), 電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム (2012)
- [稲葉 14] 稲葉 通将, 神園 彩香, 高橋 健一: Twitter を用いた非タスク指向型対話システムのための発話候補文獲得, 人工知能学会論文誌 (2014)
- [小新田 15] 小新田 亮人, 稲葉 通将, 高橋 健一: Twitter から獲得した発話を用いる対話エージェントの構築, 人工知能学会全国大会論文集 (2015)