

質問応答と類推応答による物語との対話システム EVE

白石仁[†] 五十嵐聡^{††} 原田実^{††}

本研究では、人間と計算機の自然な対話を実現することを目的に、質問応答と類推応答を用いて物語中の人物と対話できる対話システムEVEの研究開発を行った。EVEはユーザの発話に対して意味解析を行い、モダリティをもとに質問応答型推論か類推応答型推論から適切な応答推論方式を選択し、応答を生成する。質問応答型推論は、質問応答システム Metis を利用して、発話文や地の文から質問に対する回答を生成する。類推応答型推論では、ユーザの発話と意味的に類似した発話を、グラフ類似度を基に物語内の発話から検索し、この類似発話に対する物語内での応答発話に対して、ユーザ発話と類似発話の対応関係を応答発話に適用して得られた発話を生成する。小説は「シャーロック・ホームズ」の短篇集を用いた。

Dialogue System Eve talking with characters of story by question answering and analogy

Jin Shiraishi[†] Satoshi Igarashi^{††} Minoru Harada^{††}

In the present study, the conversation system Eve to be able to talk with the person in the story by using the question answering and the analogy response to achieve a natural conversation of man and the computer was developed. Eve performs the semantic analysis to the user's utterance, selects an appropriate response inference from the question answering type response inference or the analogy type response inference based on the modality, and generates the appropriate response. The question answering type response inference generates the answer to the question from the utterance sentence and the sentence of ground by using question answering system Metis. The analogy type response inference generates the response transformed from the response to the utterance in the story which has the highest graph similarity to the user utterance by applying the correspondence relation between the user utterance and the similar utterance in the story. A short collection of "Sherlock Holmes" was used as a novel.

[†] 青山学院大学大学院理工学研究科

^{††} 青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科

1. 序論

自然言語による応答生成システムは、精神科のセラピストを装い、ユーザが入力した文章に対して質疑応答を行う ELIZA[1]や、端末画面の中の「積木の世界」に存在するブロック、円錐、球などの物体を、ユーザの指示に従い操作する SHRDLU[2]など、昔から研究が行われていた。計算機との自然言語による対話は、より正確に、そしてより人らしくコミュニケーションを行えるようにと様々なシステムで試行されている。例えば、質問を6種に分け、固有表現を利用して予め用意した回答から最適なものを表示するといった、質問応答技術を利用したインタラクティブな観光案内システム[3]がある。原田研究室でも、推論ルールと領域知識を全て自然語文によって表現し、これをベースに、ユーザ発話に対して応答発話を推論する対話システム EVE[4,5]の開発を行っている。ここでは、入力文を推論ルールによってより小さな問題へと分割して解を検索する過程でプランニングシステム手法の一つである STRIPS の考え方を採用している。問題点は推論ルールや領域知識を人間が作成するので量的な限界があることである。

このようにユーザとコンピュータが対話を行うためには、自然言語による発話内容の意味を正しく理解し、コンピュータ内の『ユーザ発話に対する反応の意図や目的をモデル化した応答推論方式』に従って応答を生成しなければならない。コンピュータとの会話というのは、人類の夢の一つでもあり、発展の目覚ましい分野である。しかし、人の発話に対して『反応の意図や目的をモデル化した応答推論方式』を開発することは非常に難しい。そこで本研究では、小説内の発話とそれに対する応答の対およびそこに出現する言葉間の小説内での関係を、このモデル化した応答推論方式ととらえて、これら知識を基にユーザ発話から応答発話を構築する対話応答システム EVE（前作と区別するために正確には EVE2012）を開発した。

2. 意味解析

ユーザ発話における表記の揺れを吸収し、文の意味を登録された語意と深層格レベルで把握するために、発話を意味解析システム SAGE[6]で意味解析する。SAGE は日本語を文節（の形態素）ごとにそれらの意味や品詞や深層格（他の文節との役割的关系）などを保持したリストの集合として表現する。これは、文節を頂点、係り受け関係にある文節間の深層格を辺と考えると、図 1 のような意味グラフとして表現される。語意には EDR 辞書の約 40 万個の概念 ID を採用している。現状の精度は、語意 96%、深層格 93%である。

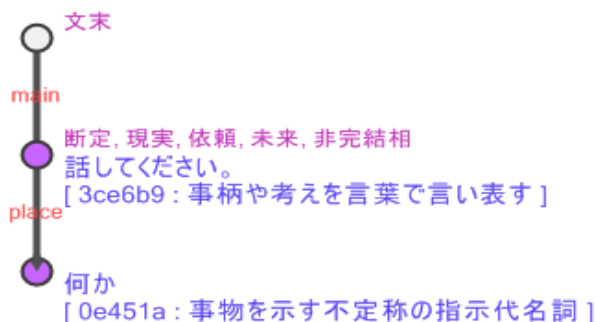


図 1 SAGE の解析結果を示す意味グラフ

3. 応答生成システム EVE における応答推論

本研究では、小説に書かれた対話をユーザ発話から応答発話を生成する知識源とし、ユーザ発話に対して『反応の意図や目的をモデル化した応答推論方式』として、質問に対して回答を生成する質問応答型推論と、小説内の類似対話から応答を構築する類推応答型推論を提案する。対話知識源として小説を選んだのは、発話の状況が地の文として記載されているからである。

EVE では最初にユーザ名を入力する。ユーザ名は応答生成に用いられる。

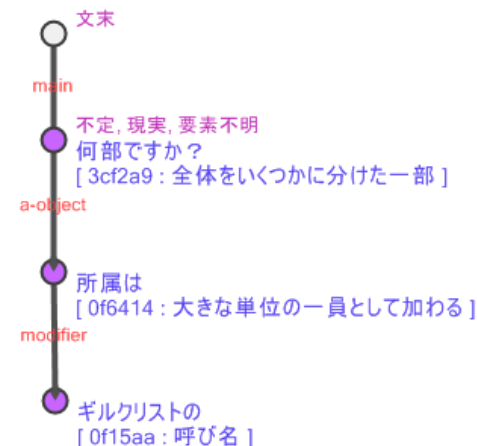


図 2 質問を含んだ Sage の解析結果を示す意味グラフ

ユーザ名を入力したらこちらから自由に発話を入力する。この入力された発話を入力発話と呼ぶ。入力発話のモダリティや主述語の語意を解析することによって質問応答型推論か類推応答型推論を選択して、それぞれの推論方式に従って応答を生成する。

ユーザ発話を SAGE で意味解析し、文末の述語節のモダリティを解析し、図 2 の「ギルクリストは何部に所属していますか?」のように、「不定」のモダリティを含めば質問と解釈し、質問応答型推論によって応答を推論する。質問から小説を知識源として回答を生成するには質問応答システム Metis[8]を利用する。質問ではない入力発話は、類推応答型推論を行う。

4. 質問応答型推論

ユーザ発話が質問の場合は質問応答システム Metis[8]の質問応答エンジンを利用して応答を構築する。Metis は、自然言語で入力された質問文と知識文を Sage で意味グラフに変換して 2 つのグラフを照合し、両グラフの共通部分グラフの大きさ

によって2つの文の類似性を算出する。そして、質問グラフの質問箇所に対応する知識グラフのノードを回答として抽出し、抽出した回答の正当性をグラフの類似度に基づいて評価する。現状の精度は60%となっている。Metisのデータベースを小説にすることにより、その質問に対して小説をもとに適切な回答が取得できる。

質問に対する生成応答の元となる知識を取得する。図3は知識取得の流れを表している。意味グラフからキーワードを抽出し取得、その取得したキーワードから検索文字列を作成する。作成した検索文字列がデータベース内に存在するかを検索し、これにより知識を取得する。質問文の解析終了後、質問に対する生成応答の元となる知識を取得する。その流れを記載する。

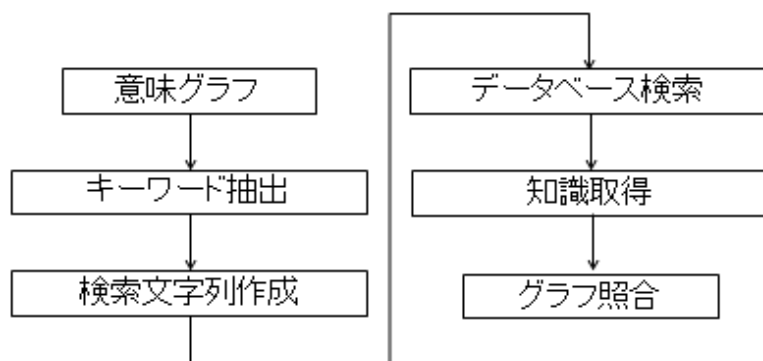


図3 知識取得までの一連の流れ

4.1. キーワード取得

意味グラフ内のキーワードを抽出し取得する。キーワードはグラフの文節ノードを構成する形態素単位で抽出する。これにより、例えば「野球チーム」というような複合語が文節ノードとなった場合、「野球」と「チーム」が検索キーワードになり、類似表現として「野球のチーム」というような表現も同様に検索可能である。キーワードの取得にはLucene[9]を用いる。抽出したキーワードは全ての組み合わせが

求められる。検索文字列の作成に使用され、検索文字列は、「野球 AND チーム」のような形となる。この検索文字列を使用して小説データベース内の検索を行う。

4.2. 小説データベース検索

2011年度における質問応答型推論では知識データベースとして小説の本文を用いる。作成したデータベースを小説データベースと呼ぶ。この小説データベースは、発話以外の地の文章を含めた全ての文章である。予め小説の一文一文を各々のテキストファイルとして作成し、Luceneによるインデックス作成時にはあらかじめ小説本文全てを意味解析し、それをデータベースとしてインデックスを作成する。インデックスもキーワードと同様に、形態素単位である。また、EDR[10]概念体系辞書を用いて、キーワードを変換し類似度の高い語意も同じものとして扱える。もともとLuceneではノード本来の言葉の意味については概念体系木を用いて類似度を求めているため、概念が同じならば「好き」と「好んでいる」のようなキーワードとデータベース内の文中と表記が一致していなくても同じものであると判断できるが、知識文をデータベースより収集する「好き」というキーワードで検索を行うため「好んでいる」という文は見つけることができない。ここからEDR辞書を用いることで近い意味をもつものであれば同時に検索を行うことができるのである。ここから得られた知識をグラフ化したものが知識グラフである。

4.3. 質問応答型推論による応答生成

質問応答を生成する手順として、まずは質問に対する意味グラフとキーワード検索された知識グラフの2つのグラフを照合する。このグラフ照合によりグラフ類似度を算出し、この類似度を判定材料として回答抽出を行う。グラフ照合はノードペアとアークペアを使用し、比率としてはノードペアの方が大きい。グラフ類似度の計算式は $(1-\alpha) \times \text{ノードグラフ類似度} + \alpha \times \text{アークグラフ類似度}$ によって求められる。

意味グラフと知識グラフの組み合わせで最も高いグラフ類似度を算出したものを回答抽出に用いる。回答抽出とは質問の内容に沿った正しく回答が抽出できているかを判断し、抽出する回答の整形を行う処理である。回答抽出は factoid 型と non-factoid 型 (why 型, how 型, definition 型, Yes/No 型) の質問タイプにより方法が異なる。図 4 に質問応答型推論の応答生成例を示す。

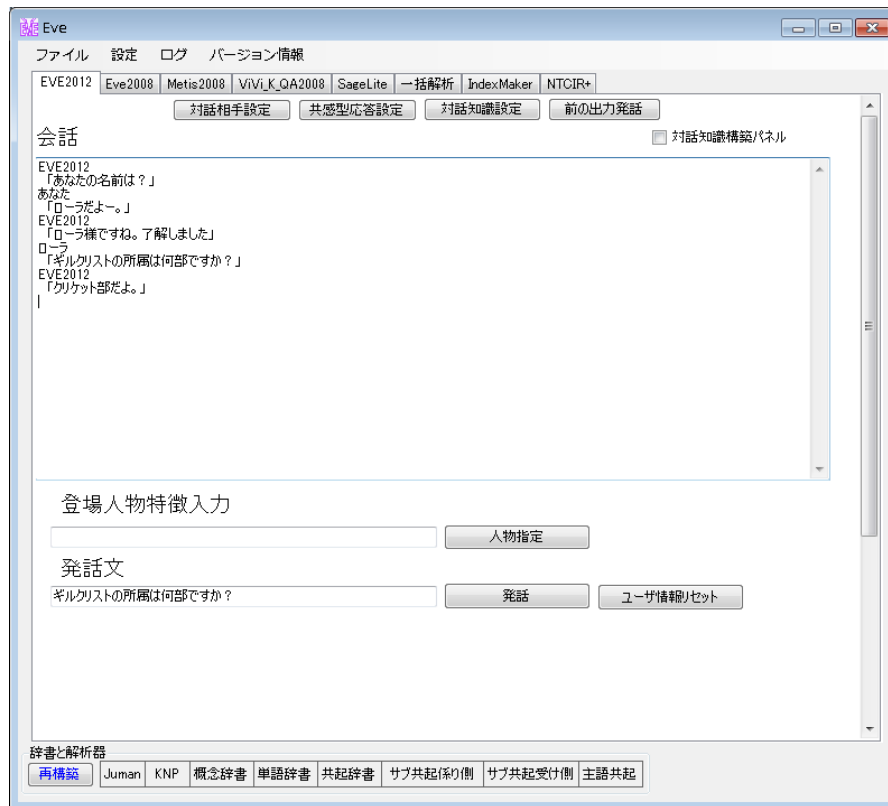


図 4 質問応答型応答の応答生成例

5. 類推応答型推論

類推応答型推論の処理の流れを図 5 に示す。まず小説の全ての発話に対し、発話ごとで行われている対話状況の情報を対話知識として格納する。格納される情報は、発話を発している人物、発話相手、状態や場所、心的状況がある。ユーザが入力発話 A を入力すると、対話知識からこれに類似した類似発話 B を取得し、小説内の対話において、この類似発話 B に対する応答を類似応答 C として求める。最後に、類似発話 B から類似応答 C が得られる推論の類推として、入力発話 A から応答発話 D を生成する。入力発話 A から類似発話 B を取得する類似発話検索は、質問応答型推論と同様に Metis 内の意味グラフ照合を用いて、小説内のすべての発話の中で入力発話 A と最も高いグラフ類似度を持つ発話として類似発話 B を求める。ただし、小説内の各発話には多数の文が存在することもある一方で、ユーザの入力発話は短いことが多いので、類似発話 B を求める際の検索対象は、小説内の各発話の最後の 2 文に限定した。また、発話 A・B 間で類似している文節対を照合対 A・B とする。

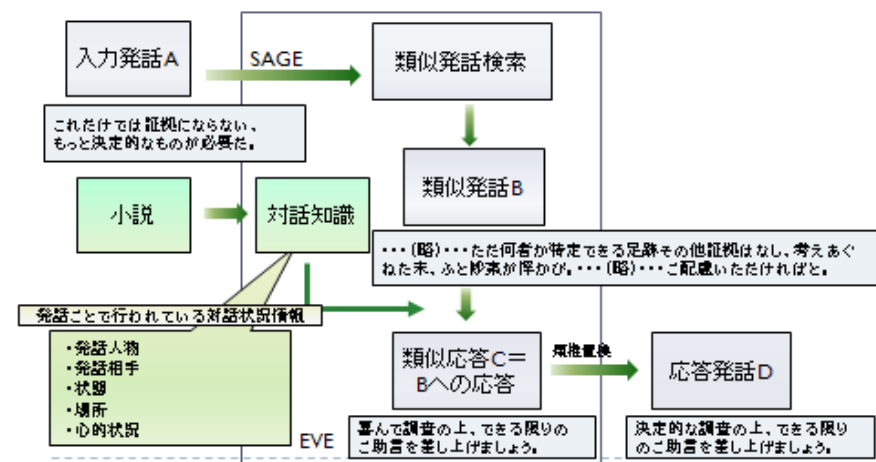


図 5 類推型応答の概要

5.1. 類推応答型推論による応答生成

類似発話 B から類似応答 C が得られる推論の類推として、入力発話 A から応答発話 D を生成する方法として、発話 B・C 間には文節レベルで当然多くの差異 B・C がある、言い換えれば発話 B にはない文節が発話 C には多く出現する。これらは発話 C の発話者が発話 B を受けて自らの意図や目的に応じて推論して得た結果である。この推論の過程をすべてモデル化することは難しい。そこで我々は、差異 B・C のうち、発話 B ではなく発話 C において登場した固有表現を表す差異文節群 B・C にも注目し、その他の文節は発話 B から発話 C が生成される時は常に出現するものと考え、この発話推論のモデルの不変部分と考えることにした。固有表現からなる差異文節群 B・C のみをモデルの可変部分と考え、この中に登場する文節 N がなぜ出現したのかの理由を考え、言い換えれば、小説内における文節 Nc の発話 B や発話 C の発話者との関係 R と求め、発話 A の発話者であるユーザにとってこの関係 R にある文節 Na を求めて、発話 C 内において文節 Nc を文節 Na に置換して応答発話 D を求める。

入力発話A 発話人物(ユーザネーム) ローラ	明日は花火大会で、わたくしも行くつもりだ。
類似発話B 発話人物 シャーロック・ホームズ 発話相手 ワトソン	前置きとしては、シャーロック・ホームズ先生、明日はフォーテスキュー奨学金の試験初日で、わたくしも試験官のはしくれ。
類似応答C 発話人物 ワトソン 発話相手 シャーロック・ホームズ	そうですともシャーロック・ホームズ先生、どうしてご存じで？
応答発話D	そうですともローラ先生、どうしてご存じで？

図 6 類推応答型推論による応答生成例 1-ユーザネームによる置換

例えば、図 6 に示すように、文節 Nc が、発話 C の発話者の相手、すなわち発話 B の発話者であった場合は、文節 Na はユーザネームとなる。

この例に様に関係 R が自明である時以外として、文節 Nc が発話 C の発話者にとっての何かの役割を表している場合の類推を実装した。すなわち、小説内で文節 Nc が何であるかを表している文があればその何を表す名詞を関係 R としてとらえる。例えば、図 7 のような対話においては、文節 Nc は「ジェイムズ・パークリ夫人」なので、これが出現している文「あなたの旧友のジェイムズ・パークリ夫人が殺人で裁かれることが濃厚なのです。」から、関係 R を役割「旧友」とする。次に、それまでのユーザとの対話の中でユーザ情報としてユーザにとって関係 R にある文節 Nc が保持されていたれば、それをを用いるが、保持されていない場合は文節 Nc を問い返して取得する。図 7 では、ユーザにとって「旧友」にあたる人物を取得するため、問い返し文を生成し、これに対して「トミーです。」と入力されたので、文節

入力発話A	私はもっと素早く犯人を捕まえない。
類似発話B	私はヘビトリと呼んでいて、このテディはそれはもう素早くコブラを捕まえる。牙のないのが一匹いるが、テディは毎晩、それを捕まえては食堂のやつらを喜ばせている。他には何か？
類似応答C	うむ、ジェイムズ・パークリ夫人が窮地にあるとわかれば、またあなたにお願いをせねばならぬやも。
関係Rを含む文	ご存じとは思いますが、この件が片づかない限り、あなたの旧友のジェイムズ・パークリ夫人が殺人で裁かれることが濃厚なのです。
問い返し文	あなたの身近の旧友という人は誰ですか？
問い返しに対する応答	トミーです。
応答発話D	うむ、トミーが窮地にあるとわかれば、またあなたにお願いをせねばならぬやも。

図 7 類推応答型推論による応答生成例 2-役割による置換

NAを「トミー」とし、類似応答 C において「ジェイムズ・パークリ夫人」を「トミー」に置き換え応答発話 D とする。

6. 結論

研究の当初、類似発話を取得する際、発話内の全文を対象にしていた。この場合、意味グラフ照合の特性上、類似ノードが文をまたいで照合することが多く、発話 A・B 間で類似度が高いのに、その間の類似性が希薄であったため文意の通じる応答が得られなかった。これを改善するために、先に述べた様に、検索対象を発話内の最後の 2 文に限定した。また、評価実験の結果から、入力発話に小説内の話題が多く入っているほうが文意の通った対話になりやすいことが分かった。しかし、入力発話短い場合は、感情的な対話が多く、文意が通じる応答も多々見られた。

謝辞

本研究の一部は、(財)テレコム先端技術研究支援センターからの助成研究「言語で推論し音声で対話応答する携帯型秘書システムの開発」の研究助成金を基に行われました。当財団に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] Weizenbaum, Joseph: "ELIZA - A Computer Program For the Study of Natural Language Communication Between Man And Machine", Communications of the ACM 9 (1) 36-45 (January, 1966)
- [2] Terry Winograd: "Procedures as a Representation for Data in a Computer Program for Understanding Natural Language", MIT AI Technical Report 235, (February 1971)
- [3] 翠輝久, 河原達也: "質問応答技術を利用したインタラクティブな観光案内システム", 言語処理学会第 13 回年次大会講演論文集, pp.1160-1163(2007).
- [4] 後藤伸男, 中川侑美, 原田実: "自然語ルールと知識をベースとした対話システム Eve の開発", 情報処理学会研究報告, Vol.2009-NL-191, No.13, pp.1-8(2009).
- [5] 後藤伸男, 原田実: "物語からの動作・発話ベースの構築と類推による応答生成", 情報処

理学会第 73 回全国大会論文集,1S-2, (2011.3)

- [6] 原田実, 水野高宏: "EDR を用いた日本語意味解析システム SAGE", 人工知能学会論文誌, Vol.16, No.1, pp.85-93(2001).
- [7] Minoru Harada, Yuhei Kato, Kazuaki Takehara, Masatsuna Kawamata, Kazunori Sugimura, and Junichi Kawaguchi: "QA System Metis Based on Semantic Graph Matching", Proc.of the 6th International Conference on NII Test Collection for IR Systems(NTCIR6), Tokyo, Japan, pp.448-459(2007).
- [8] 高山真行, 今村泰香, 久保田裕章, 原田実: "NonFactoid 型質問文と回答文との意味的關係に基づく質問応答システム Metis", 情報処理学会研究報告, Vol.2010-NL-196, No.17, pp. 1-7, (2010.5).
- [9] Lucene.net: <http://incubator.apache.org/lucene.net/>
- [10] (株)日本語電子辞書研究所: EDR 電子化辞書仕様説明書 (第 2 版), (株)日本語電子辞書研究所(1995).