

令和 3 年 5 月 21 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K11435

研究課題名（和文）発話・応答テキストの自動品質推定による大規模対話データ構築

研究課題名（英文）Large-scale conversation corpus creation by automatic quality estimation

研究代表者

荒瀬 由紀（Arase, Yuki）

大阪大学・情報科学研究科・准教授

研究者番号：00747165

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：深層学習をベースとするニューラル対話モデルにより流ちょうな応答文生成が可能となった。しかし文としては流ちょうであるものの、話者の発話の内容を十分に考慮した応答の生成には至っておらず、対話を破綻させる、もしくは面白みのない応答を生成する問題が指摘されている。本研究では、ユーザの発話内容に則しつつ情報量の多い応答を生成するモデルを開発し、さらにニューラル対話モデルの発展に資する対話コーパスを構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発したユーザの発話内容に則しつつ情報量の多い応答を生成できるモデルは、これまで当該研究分野で広く認識されていた問題を解決するものであり、学術だけでなく産業的貢献も大きい。また本研究で構築した対話コーパスは、これまで重要性を認知されながら手つかずであった、ユーザ発話に隠された言外の意図の推定を可能とするものであり、対話システム研究に新たな扉を開く、顕著な学術的貢献を持つ。

研究成果の概要（英文）：Neural conversation models based on deep neural networks have significantly improved fluency in response generation. However, these fluent responses are not necessarily satisfactory. Previous studies have revealed that automatically generated responses would break down a conversation between a user and system. Furthermore, even though these automatic responses are acceptable, they tend to be less attractive to users and may degrade user engagements. To address these problems, we developed novel neural conversation models that are sensitive to users' utterances and generate meaningful responses. Further, we created a conversation corpus that opens up a new door to the conversational system's research. It contributes to advancing natural language understanding technology to infer users' hidden intents from their indirect utterances.

研究分野：自然言語処理

キーワード：対話システム 応答生成 ニューラル対話モデル 対話コーパス

1. 研究開始当初の背景

深層学習モデルの発展により、対話システムにおける応答生成にニューラルモデルが用いられるようになった。このようなニューラル対話モデルは応答文の流ちょう性を大きく改善し、また煩雑なルールに依存することなく、発話・応答の対を収集した対話コーパスを用いた **end-to-end** の学習によりモデルを構築することを可能とした。一方で、文としては流ちょうであるものの、話者の発話の内容を十分に考慮した応答の生成には至っておらず、対話を破綻させる、もしくはユーザにとって面白みのない応答を生成する問題が指摘されている。また深層学習モデルの訓練には大規模な対話コーパスが必要となるが、そのような対話コーパスは存在せず、研究者は **Twitter** のような SNS から対話データを独自に収集することでコーパスを構築する必要があった。このような独自コーパスを前提とした研究は再現性が低く、研究分野全体で再利用可能な対話コーパスが望まれている。

2. 研究の目的

1 で述べたニューラル対話モデルにおける課題を解決することを目的とし、(1) ユーザの発話内容に則し、かつ情報量の多い応答を生成するモデルの開発、および (2) ニューラル対話モデルの発展に資する対話コーパスの構築、に取り組む。

3. 研究の方法

(1) ユーザの発話内容に則し、かつ情報量の多い応答を生成するモデルの開発

ユーザの発話内容を考慮しない応答には、情報量が多いがユーザの発話内容とは関係が薄い応答と、応答としては妥当だが「はい」「そうですね」のような対話コーパス中で頻繁に用いられる汎用的な表現を用いており面白みのない応答、の 2 種類が存在する。前者はユーザとシステムの対話を破綻させる要因となる深刻な問題であり、後者はユーザが対話システムとの対話に飽きてしまい、対話システムにおけるユーザエンゲージメントを低下させる要因となる。本研究ではそれぞれの問題に対応するため、①対話破綻の事前検出技術の開発、②ユーザの発話内容に則した情報を含む応答生成技術の開発、に取り組んだ。

①対話破綻の事前検出技術の開発

対話破綻検出チャレンジ¹にて公開されているアノテーションデータを利用し、入力された発話に対する応答が対話を破綻させるかどうか分類する分類器を開発した。アノテーションデータに含まれる発話・応答ペアの観察により、対話を破綻させる応答の特徴として、応答文内において不自然な単語の組み合わせが用いられるなど局所的な問題があること、発話の文脈に対する一貫性・整合性が欠如していることが明らかとなった。そこで、局所的な特徴の検出に強い **Convolutional neural network (CNN)**、系列を考慮することで文脈を考慮した文のベクトル化に効果的な **Recurrent neural network (RNN)** をそれぞれ訓練した。これら **CNN・RNN** モデルをアンサンブルすることで高精度な対話破綻検出を実現した。応答文の局所的特徴に加えて発話を文脈として考慮することで、高い検出性能を達成できた。

本技術をさらに発展させるため、適切と期待される応答のタイプ（対話行為）の推定に取り組んだ。人間同士の対話においては、自然な応答のタイプにはパターンが存在すると考えられる。例えば「質問」に対する応答のタイプとしては「回答」が期待される。このようなパターンから外れた応答は対話破綻につながる恐れがある。そこで、応答として期待されるタイプを対話の履歴に基づいて推定する手法を開発した。具体的には、対話履歴中の発話テキストをエンコードする **RNN** と、発話のタイプをエンコードする **RNN** を使い、それぞれの出力を組み合わせた推定を行うことで、応答として期待されるタイプを予測する。本手法により、既存研究を上回る最高精度の予測を実現している。

これらの技術を用いることで、生成した応答文が対話破綻を起こすかどうかを対話システムにおいて事前に検出できる。対話破綻を起こす危険がある場合は、別の応答候補を利用することで破綻を回避できる。

¹ <https://dbd-challenge.github.io/dbdc3/data/>

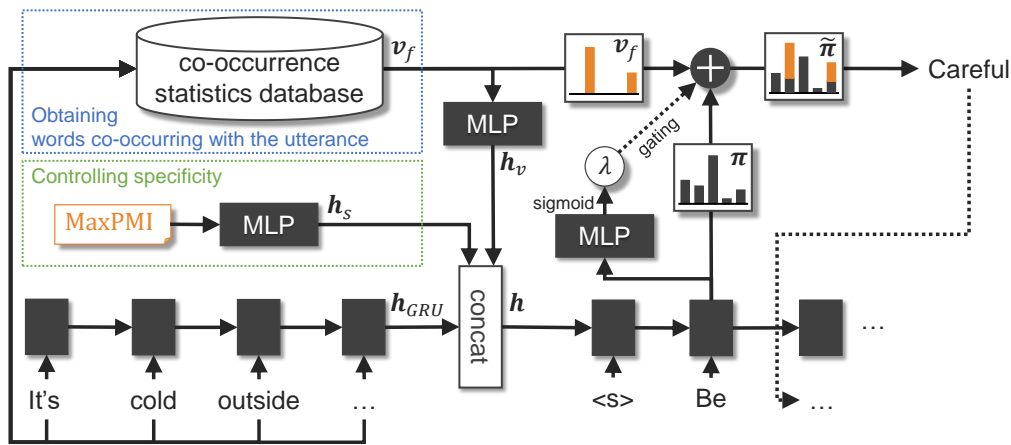


図 1 ユーザの発話内容に則した情報量の多い応答の生成

②ユーザの発話内容に則した情報を含む応答生成技術の開発

前述の通り、ニューラル対話モデルでは対話コーパス中で頻繁に用いられる「はい」「そうですね」のように話者の発話の内容に依存しない汎用的な応答を過剰に生成する問題が指摘されている。そこで本研究では、無難な応答を抑制し、入力文に対する関連度が高く、かつ情報量の多い応答を生成することを目的とする。

提案手法の概要を図 1 に示す。対話データから任意の単語対の正の自己相互情報量 (PPMI) を事前に計算し、データベースに保存する。そして入力発話文に対して共起しやすい特徴的な単語が出力されやすくなるように応答生成器に対し制約を与える。また PPMI に基づいて発話文と応答文の共起を測る MaxPMI という尺度を設計し、これを学習データに自動的に付与することで Distant Supervision を導入する。これによって入力文と MaxPMI に対する応答文の一意性が高まると期待される。推論時には任意のスコアを入力することで生成文の情報量を制御できる。また、MaxPMI の上限値は入力文によって一意に定まるため、この値を入力すれば入力文に対して情報量が最大となる文を出力することも可能である。自動評価および人手評価により、既存手法と比較して高い品質の応答生成を実現し、ユーザの発話に即し情報の多い応答生成を行えることを示した。

上述の技術の発展として、応答の情報量のひとつとして感情値を考慮するモデルを開発した。人間が他者に親密さを感じる主要な要件として、自身の発話に対して反応を示されること、そして主観的な意見を受け取ることの 2 点があることが示されている。これら要件を満たす応答を対話システムが生成できれば、ユーザエンゲージメントの向上につながると期待される。前者については上述の技術で実現できる。本研究では後者の技術の開発に取り組んだ。具体的には、ポジティブもしくはネガティブな感情値を持つ主観的な応答を生成する手法を開発した。ニューラル対話モデルのデコーダにおいて、所望の感情値 (ポジティブもしくはネガティブ) に該当する単語と一般的な単語それぞれの生成確率およびその重みを計算し、組み合わせることで出力単語を決定する。提案手法により生成した応答の例を表 1 に示す。既存手法が汎用的な応答を生成している一方、提案手法ではユーザの発話の内容に則し、かつ主観的な応答を生成できていることが分かる。人手評価の結果、提案手法は既存手法に比べ、72% のケースにおいてより感情的な応答を生成できることを示した。

User	菅野は日本のエースになるよ
Baseline	そうなの？
Positive	菅野は良いですよ！
Negative	菅野は無理ですね！
User	初めてピカチュウ捕まえた！可愛い！！
Baseline	え、まじでいいよ！
Positive	ピカチュウの色違いがなかなか可愛いですよ
Negative	ピカチュウの色違いが、なかなか難しいですよ

表 1 ユーザの発話に即した感情的な応答の生成

(2) ニューラル対話モデルの発展に資する対話コーパスの構築

研究開発当初の予定では、対話システム構築に利用可能な大規模対話コーパスを構築する計画であった。しかし自然言語処理においては 2018 年以降、Web 等からクロールした大規模なテ

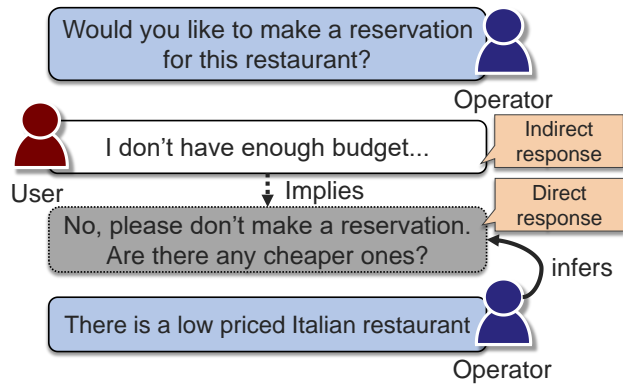


図 2 対話における間接的発話と本来の意図

キストコーパスでニューラルモデルを訓練した事前学習済みモデルを小規模なデータで転移学習するアプローチが高い性能を達成することが明らかとなり、現在はこの転移学習ベースのアプローチが主流となっている。そこで本研究では大規模対話コーパスを構築するという方針を転換し、転移学習を念頭において、小規模かつ高品質な対話コーパスの構築を行った。

既存の対話コーパスでは、発話・応答文の表層的な意味を前提としていた。しかし実際の対話においては、ユーザは自身の意図を必ずしも直接的に表現せず、間接的な発話を行う。図 2 にレストラン予約サービスにおけるオペレータとユーザの対話例を示す。予約に進んで良いかと問うオペレータに対し、ユーザは「予算が足りなくて…」という応答をしている。表層的な解釈のみではオペレータは自身の質問に対する回答を得られていないため、もう一度同じ質問を繰り返さざるを得ない。しかし実際にはオペレータはこのユーザの発話が「料金の安い別のレストランを探して欲しい」という意図を示唆していることを理解し、別の候補を推薦するであろう。このような間接的発話から隠された意図、すなわち直接的な発話、を理解する問題は、既存の対話コーパスでは対象とされていなかった。

本研究ではこのように高度な意図理解の実現を目指し、71,498 の間接的・直接的応答のペアを収集したコーパスを構築した。これは事前学習済みのニューラルモデルを用いた転移学習を行う上で十分な量と言える。さらに現在最高性能を達成している既存研究の本コーパスにおける性能を調査、分析を行った。その結果、これら既存研究では間接的な発話に対する応答の品質は顕著に低下することが明らかとなり、本対話コーパスを用いることで対話システム研究の発展に貢献することが示された。

4. 研究成果

3-(1)①で述べた対話破綻検出技術は自然言語処理分野の主要国際論文誌である *Computer Speech & Language*、また *Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: Student Research Workshop* にて発表している。

3-(1)②のユーザの発話に即した情報量の多い応答生成技術に関する成果は、自然言語処理分野の最重要国際会議の一つである *Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing* において、*Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2020* に採択されており、また国際ワークショップである *Workshop on NLP for Conversational AI* で発表している。

3-(2)で構築した対話コーパスは研究利用を前提としてインターネット上で公開する予定である。また成果をまとめた論文は *Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing* に投稿、査読中である。これまでにユーザの隠れた意図を推定できる対話システムは存在しなかった。今後は本研究で構築したコーパスを活用し、ユーザの意図を柔軟に理解できる対話システムの研究開発に取り組む予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Junya Takayama, Eriko Nomoto, and Yuki Arase	4. 巻 54
2. 論文標題 Dialogue breakdown detection robust to variations in annotators and dialogue systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Computer Speech & Language	6. 最初と最後の頁 31～43
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.csl.2018.08.007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 2件／うち国際学会 4件）

1. 発表者名 K. Chikai, J. Takayama, and Y. Arase
2. 発表標題 Responsive and Self-Expressive Dialogue Generation
3. 学会等名 Workshop on NLP for Conversational AI（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Takayama and Y. Arase
2. 発表標題 Relevant and Informative Response Generation using Pointwise Mutual Information
3. 学会等名 Workshop on NLP for Conversational AI（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Tanaka, J. Takayama, and Y. Arase
2. 発表標題 Dialogue-Act Prediction of Future Response based on Conversation History
3. 学会等名 Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: Student Research Workshop（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒瀬由紀
2. 発表標題 人工知能における「対話」と「共感」
3. 学会等名 第2回日本心身医学関連学会合同集会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中昂志, 高山隼矢, 荒瀬由紀
2. 発表標題 対話システムにおける履歴を考慮した応答の対話行為推定
3. 学会等名 第33回人工知能学会全国大会 (JSAI2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三浦びわ, 梶原智之, 荒瀬由紀
2. 発表標題 スタイル変換のためのリファレンスなし教師あり学習
3. 学会等名 NLP若手の会 第13回シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 J. Takayama and Y. Arase
2. 発表標題 Consistent Response Generation with Controlled Specificity
3. 学会等名 Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高山隼矢, 荒瀬由紀
2. 発表標題 自己相互情報量を用いた特徴語彙予測に基づく雑談応答生成
3. 学会等名 言語処理学会第25回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中昂志, 高山隼矢, 荒瀬由紀
2. 発表標題 雑談対話システムのための未知語に頑健な興味推定手法
3. 学会等名 情報処理学会第235回自然言語処理研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Arase
2. 発表標題 Responsive and Self-Expressive Dialogue Generation
3. 学会等名 Lecture series at LIMS (招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------