

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K11475

研究課題名(和文) 記憶を利用した文脈を考慮した自然言語処理の開発

研究課題名(英文) Context-sensitive Natural Language Processing with Memory Mechanism

研究代表者

柳本 豪一 (Yanagimoto, Hidekazu)

大阪府立大学・人間社会システム科学研究科・准教授

研究者番号：80326280

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)：深層学習により、機械翻訳の翻訳精度が改善するなどの計算機上で言語を扱う研究に大きな発展が見られた。さらに人工知能による成果を社会に還元するためには、より自然な言語表現でコミュニケーションを行える手法の開発が重要である。本課題では前後の文脈を考慮した言語生成を実現することで、より自然な自然言語処理の実現を目指した。この研究により、先行する発話内容に応じて変化する対話システムを開発することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義としては、深層学習による言語生成に対して、外部からの制御可能性を示すことができ、深層学習システムのブラックボックス化を解消する糸口を提示することができた。社会的意義としては、先行する発話に応じて人工知能システムからの応答が変わることにより、計算機と協働して作業を行えることを示すことができたため、システムに対する不透明性を解消することで、社会への人工知能成果の還元に貢献するものである。

研究成果の概要(英文)：Deep Learning contributes to improving natural language processing. Especially, in machine translation, it improves translation accuracy dramatically. Based on these results, we need to accelerate implementation of intelligent systems for social services. Especially, it is important to communicate a computer with more natural language expression. In this research, we realize language generation according to preceding contexts and try to construct more flexible natural language processing. Speaking concretely, we are able to construct a neural conversation system that changes reply utterances according to the preceding utterances.

研究分野：機械学習を用いた自然言語処理

キーワード：自然言語処理 機械学習

1. 研究開始当初の背景

深層学習を利用した自然言語処理(Sequence-to-Sequence モデル)が機械翻訳などの分野で著しい成果を出していた。これらの手法は、原言語から目的言語に文単位で変換するという構造を持っており、本質的に文間の文脈を考慮できる構造とはなっていなかった。このため、さらなる進歩をもたらすためには、文間の文脈を考慮したシステムを構築することが一つのアプローチを開発することが必要であると考えた。

文間の文脈を考慮することは先行する文を考慮した言語産出を行うことである。これを実現するためには、先行文脈を保存しておく記憶機構がシステム構築には必要であり、言語産出段階で適宜、必要な先行文脈を利用する仕組みを組み入れたシステムを開発する必要があった。

2. 研究の目的

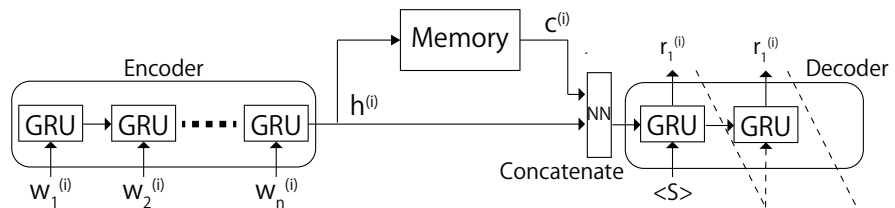
本研究では、先行文脈を考慮した言語産出を実現するため、先行文脈を保存する記憶機構と、動的に先行文脈を考慮するための注意機構を組み合わせた回帰ニューラルネットワークの構築を目的とした。これにより、一文を超えた文間、または文章全体に見られる文脈を取り込んだ形で、文章要約や対話生成システムを開発することを目指した。

また、記憶機構における記憶の管理を行うため、忘却に基づいた記憶の管理、記憶の圧縮、などを行うことで、効率的な先行文脈の保存と活用できるシステムの構築を目的とした。具体的には、現在から離れた文脈の削除、重複した先行文脈の削除、などにより効率的な先行文脈の効率的な管理を目指した。

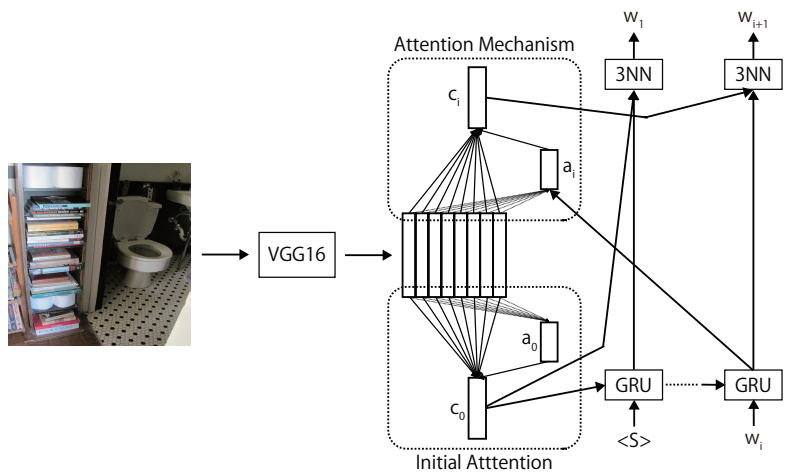
応用分野としては、文書要約、見出し文生成、対話生成などを対象として、文脈、特に文間文脈を考慮した言語産出が可能かという点から評価を行った。また、先行文脈を考慮する仕組みに汎化性があることを明らかにするため、多言語や他のタスクへの応用による評価を目指した。

3. 研究の方法

機械翻訳などの自然言語処理で目覚ましい成果を出していた Sequence-to-Sequence モデル(S2S モデル)をベースに、記憶機構と注意機構を組み合わせた発話応答生成システムを設計した。具体的には、記憶機構では S2S モデルによりベクトル化された先行発話を記憶として保存し、先行文脈として利用することとした。注意機構では、S2S モデルの言語産出モジュールの内部状態に応じて、記憶の重要度を表す重みを計算し、その重みに応じて記憶機構に保存された先行発話を組み合わせることで言語産出モジュールの内部状態を補正し、先行文脈を考慮した発話を生成するようにした。S2S モデルは回帰ニューラルネットワークを用いて実装した(右図参照)。



研究期間中に Transformer を用いて大規模訓練データにより学習された BERT や GPT-2 などのプレトレーニングモデルが文間の関係を適切に扱えることが明らかになってきた。特に、Next Sentence Prediction というタスクでモデルを学習することで、2 文間の関係を扱うことができるようになっていた。この研究成果により、陽に先行文脈を管理することなく、文脈を扱えることを明らかにしていた。このため、陽に先行文脈を管理する本手法は、単に文脈を考慮した言語産出だけではなく、人と協働して専攻文脈を選択可能とする言語産出を行う手法として捉え直すこととした。具体的には、この手法をキャプション生成に応用し、キャプションを生成する前提条件である画像の特徴量を先行文脈と見做すこととした。画像の特徴量は、CNN を用いた画像認識システムを利用して作成する(右図参照)。画像の注目点の情報を強調するように重みを設定することで、画像情報から言語産出のための情報を作成するシステムの開発を行うことで、提案手法の汎用性を確認した。



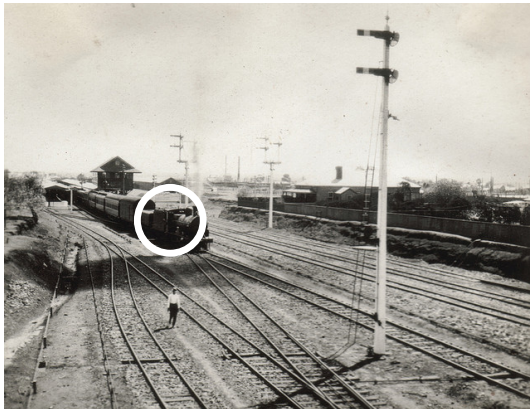
4. 研究成果

記憶機構を組み込んだ対話システムを開発することで、同一発話に対しても先行する発話に応じて発言を変更できることが確認できた。特に、会話が進むにつれて、同じ質問であっても、回答が変化しており、先行する発話を考慮して、単純な応答の繰り返しが発生しないようになっている。これにより、より自然な文脈に応じた言語産出を実現することができた。長い会話において過去の発言と一貫性がある応答をすることが可能となるなど、大幅な対話生成の改善が見られた(右図参照)。

研究期間中には、BERT や GPT-2 などに代表される Transformer を用いた大規模訓練データにより学習されたプレトレーニングモデルにおいて、Next Sentence Prediction を学習することで2文間の文脈を考慮するようになってきた。

この方向性は、本研究テーマに似た方向性を持っているアプローチであり、教師信号を必要としない大規模な学習データを用いた訓練による網羅性の点で研究の立ち位置を検討する必要があった。本研究では特に先行文脈を考慮した個人適応に応用が可能であるため、人と協働した言語産出という点に研究としての強みがあると判断し、人の意図を反映した言語産出という観点を導入した研究開発も行った。このため、画像キャプション生成への応用を行なった。画像キャプションでは、画像の特徴量により産出される言語が制限されるため、先行文脈と似た特徴を有している。また、本手法では陽に先行文脈を管理しているため、画像特徴量上の注目すべき点を指定することで、キャプションの生成をコントロールすることが可能であると考えた。このアイデアに基づいて、画像を先行文脈として捉え、注目点を人が指定することで異なるキャプション生成が行えることを確認した(下図参照)。単純なキャプション生成では、一つの画像から一つのキャプションしか生成できないが、この手法では注目点によりキャプションがコントロールできる点が頭頂である。これは、先行文脈を記憶として保存し、言語産出の段階で必要な文脈を積み付けにより調整することで、先行文脈を考慮した言語産出を行うという手法に汎用性があることを示すものである。さらに、この結果より、ブラックボックス化されやすい人工知能システムと人が協働するための仕組みとして有効であることが明確になった。

Human > Hi.
System > Hello ...
Human > What's up?
System > Just watching you.
Human > How are you?
System > Great.
Human > Do you have time now?
System > No. I, uh, I'm not even sure if I want to.
Human > What are you going to do today?
System > I don't know.
Human > Do you like me?
System > Yes.
Human > Why do you like me?
System > I do.
Human > Can you promise that you really like me?
System > Of course not.
Human > How are you?
System > You said you would've said it.



a train traveling down tracks near a station. a person walking a down a road next sign.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 0件）

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Yohei Hiyama, Hidekazu Yanagimoto | 4. 巻 23 |
| 2. 論文標題 Word Polarity Attention in Sentiment Analysis | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Artificial Life and Robotics | 6. 最初と最後の頁 311-315 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 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 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Hidekazu Yanagimoto, Kiyota Hashimoto | 4. 巻 16 |
| 2. 論文標題 GCNN with Self-Attention Is Better tha GRU with Self-Attention for Sentiment Analysis | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 ICIC Express Letters | 6. 最初と最後の頁 497-504 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 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 該当する |

〔学会発表〕 計15件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 15件）

| |
|---|
| 1. 発表者名 Zhao Xiamei, Hidekazu Yanagimoto |
| 2. 発表標題 Text Entailment Generation with Attention-based Sequence-to-sequence model |
| 3. 学会等名 IIAI AAI ESKM2020（国際学会） |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Hidekazu Yanagimoto, Maaki Shozu |
| 2. 発表標題 Multiple Perspective Caption Generation with Attention Mechanism |
| 3. 学会等名 IIAI AAI ESKM2020（国際学会） |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Maaki Shozu, Hidekazu Yanagimoto |
| 2. 発表標題 Attention Analysis in Caption Generation |
| 3. 学会等名 ESKM2019 (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Hidekazu Yanagimoto |
| 2. 発表標題 Aspect-based Sentiment Analysis with Convolutional Neural Network |
| 3. 学会等名 AROB2019 (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Moe Yoshimasu, Hidekazu Yanagimoto |
| 2. 発表標題 Code Generation with Sequence to Sequence Model |
| 3. 学会等名 AROB2019 (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Maaki Shozu, Hidekazu Yanagimoto |
| 2. 発表標題 Attention Visualization in Neural Image Caption Generation |
| 3. 学会等名 AROB2019 (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Hidekazu Yanagimoto, Kiyota Hashimoto, Makoto Okada |
| 2. 発表標題 Attention Visualization of Gated Convolutional Networks with Self- Attention in Sentiment Analysis |
| 3. 学会等名 iCMLDE2018 (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Makoto Okada, Hidekazu Yanagimoto, Kiyota Hashimoto |
| 2. 発表標題 Sentiment Classification with Gated CNN for Customer Reviews |
| 3. 学会等名 iSAI-NLP2018 (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Makoto Okada, Hidekazu Yanagimoto, Kiyota Hashimoto |
| 2. 発表標題 Sentiment Classification with Gated CNN and Spatial Pyramidal Pooling |
| 3. 学会等名 ESKM2018 (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Hidekazu Yanagimoto |
| 2. 発表標題 How we behave at an international conference: Human indoor flow detection and its integration with Big Data |
| 3. 学会等名 ESKM2018 (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Hidekazu Yanagimoto |
| 2. 発表標題 Gaussian Process Regression with Neural Kernel Function |
| 3. 学会等名 AROB2020 (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Hidekazu Yanagimoto, Kiyota Hashimoto |
| 2. 発表標題 Attention in Terms of Part-of-Speech for Sentiment Analysis |
| 3. 学会等名 AROB2022 (国際学会) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Hidekazu Yanagimoto |
| 2. 発表標題 Neural Conversation with Memory Mechanism |
| 3. 学会等名 IIAI AAI ESKM2021 (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Hidekazu Yanagimoto |
| 2. 発表標題 Deep Learning should Meet Linguistic Knowledge or Not |
| 3. 学会等名 ISAIL 2022 (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Hidekazu Yanagimoto, Kiyota Hashimoto |
| 2. 発表標題 GCNN with Self-Attention Is Better Than GRU with Self-Attention for Sentiment Analysis |
| 3. 学会等名 ICICIC2021 (国際学会) |
| 4. 発表年 2021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 |
|-------|---------------------------------|--|----|
| 研究協力者 | 橋本 喜代太 (Hasimoto Kiyota) | プリンスオブソクラー大学・Faculty of Technology and Environment・Professor | |

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 |
|---------|---------|