

研究報告書

「語彙制限に基づくパーソナライズされたテキスト生成」

研究期間：2018年10月～2020年3月
研究者番号：50171
研究者：梶原 智之

1. 研究のねらい

深層学習の発展により、大規模なテキストデータを用いた訓練を経て、流暢なテキスト生成ができるようになってきた。本研究では、次のステップのテキスト生成として、特定のドメインやユーザを想定したパーソナライズされたテキスト生成を実現する。特に、人と人および人と機械の円滑なコミュニケーションを支援するために、ユーザの読解能力に応じたテキスト平易化やフォーマル／カジュアルといったスタイル変換などのパーソナライズされたテキスト生成の課題に取り組む。

2. 研究成果

(1) 概要

テキスト平易化を含むスタイル変換は、同一言語内の翻訳問題であると考えられることができる。これらのタスクは、複数言語間の機械翻訳と次の3点が異なる。

- A) 一部の単語のみを編集したい
- B) 難しさや丁寧さのスタイルを適切に制御したい
- C) 小規模な訓練データしか利用できない

【テーマ A】入力言語と出力言語が異なる機械翻訳では入力文の全ての単語を編集するが、スタイル変換では一部の単語のみを編集する。多くの単語は入力文からコピーするだけでよく、機械翻訳モデルを流用する既存のスタイル変換モデルには、編集すべき単語までコピーしてしまうという問題があった。そこで本研究では、編集したい表現を確実に編集するスタイル変換モデルを提案した。この成果は、自然言語処理のトップ会議である ACL に採択された。

【テーマ B】機械翻訳では入出力間の同義性と出力の流暢性をできる限り高めたいが、スタイル変換ではこれに加えてスタイルを適切に制御したい。例えばテキスト平易化では難しさのスタイルを扱うが、ユーザにとって難しすぎてもいけないが易しすぎてもいけない。機械翻訳モデルを流用する既存のテキスト平易化モデルには、テキストの難易度を明示的に考慮しておらず、難しさの細かな制御ができないという問題があった。そこで本研究では、文レベルの大域的な難易度と単語レベルの局所的な難易度を考慮するテキスト平易化モデルを提案した。

【テーマ C】機械翻訳では数百万文対から数千万文対の大規模な訓練データを利用できるが、スタイル変換では数万文対の小規模な訓練データしか利用できない。そこで本研究では、疑似的な同義文対を大規模に生成し、この疑似データで事前訓練したスタイル変換モデルを真のデータで再訓練するという転移学習の手法を提案した。提案手法を用いると、真の

データが 1,000 文対しか利用できない極端に少資源の設定でも高品質なスタイル変換を実現できることが明らかになった。この成果は、人工知能のトップ会議である AAAI に採択された。

(2) 詳細

テキストの難しさや丁寧さを扱うスタイル変換において、パーソナライズされたテキスト生成を実現するために、(A)ユーザが編集したい表現を確実に編集する技術、(B)スタイルを細かく制御する技術、(C)小規模な訓練データから高品質なスタイル変換を行う技術、の 3 テーマに取り組んだ。これらの研究を通して、トップ会議 2 件を含む査読付き国際会議 3 件および論文誌 1 件、受賞 1 件を含む国内会議 5 件の成果を発表した。

研究テーマ A 「ユーザが編集したい表現を確実に編集する技術」

入力文中の多くの単語をそのまま出力するスタイル変換タスクにおいて、機械翻訳モデルを流用する既存のスタイル変換モデルには、必要な編集を行わず編集すべき表現まで出力文に過剰にコピーしてしまうという問題があった。業績 5-(1)-4 では、編集すべき表現の検出器と負の語彙制約に基づくテキスト生成器を組み合わせ、この少置換問題に対処した。

スタイル A のテキストとスタイル B のテキストがあるとき、Pointwise Mutual Information (PMI) を用いて、各単語の各スタイルにおける出現しやすさを推定することができる。テキストをスタイル A からスタイル B に変換したいとき、スタイル A との PMI が高い単語は編集すべき単語であると考えられる。テキスト生成の際には、ビーム探索の中でこれらの単語にマスクをかける。つまり、マスクされた単語の生成確率が最大である場合、次に確率の高い単語を代わりに出力する。このように、編集すべき単語の検出と、それらの単語の出力を避けるテキスト生成器の組み合わせによって、編集したい表現の過剰コピーを防ぐ。

難解な英文を平易に言い換えるタスクおよびカジュアルな英文をフォーマルに言い換えるタスクにおける実験結果は、スタイルにもドメインにもモデル構造 (Recurrent Neural Network および Self-Attention Network) にも依存せず、提案手法が常にスタイル変換の性能を改善することを示した。業績 5-(1)-4 の成果は、自然言語処理のトップ会議である ACL に採択された。

研究テーマ B 「スタイルを細かく制御する技術」

難解なテキストを平易に言い換えるテキスト平易化において、先行研究ではテキストの細かな難易度が考慮されていなかった。難解な文と平易な文の対を用いて機械翻訳モデルを訓練する既存のテキスト平易化モデルは、難解→平易の 2 段階の難易度の変換のみが可能であった。業績 5-(1)-1 および 5-(1)-3 では、文レベルの大域的な難易度と単語レベルの局所的な難易度を考慮することによって、難易度を細かく制御することを可能にした。

本研究では、小学 2 年生から高校 3 年生までの学年ラベルが付与されたテキストを用いて、難易度を制御可能なテキスト平易化モデルを訓練した。目標の学年を表す特殊トークンを入力文の文頭に追加することで、文レベルの大域的な難易度を考慮した。これによって、同じ入力文であっても目標の学年に合わせて出力文の難易度を変化させることができる。また、研究テーマ A でも利用した PMI を用いることによって、学年ごとの単語の出現しやすさを推定することができる。そこで、各単語を目標の学年との PMI によって重み付けすることによって、単

語レベルの局所的な難易度も考慮したテキスト平易化モデルを構築した。

難解な英文を平易に言い換えるタスクにおける実験結果は、文の難易度を考慮することによってテキスト平易化の性能が改善し、単語の難易度も考慮することによって性能がさらに改善することを示した。詳細な分析の結果、文の難易度を考慮することによって出力文の文長を適切に調整することができるようになり、単語の難易度を考慮することによって目標学年に適した単語を積極的に出力できるようになった。業績 5-(1)-3 の成果は査読付き国際会議にて発表し、その発展版である業績 5-(1)-1 の成果は論文誌にて発表した。

研究テーマ C 「小規模な訓練データから高品質なスタイル変換を行う技術」

同一言語内の翻訳問題であるスタイル変換は、複数言語間の機械翻訳とは異なり、数万文対ほどの小規模な訓練データしか利用できない。業績 5-(1)-2 および 5-(3)-1 では、疑似的な同義文対を大規模に生成し、スタイル変換モデルの事前訓練を行った。このモデルを目的スタイルの真の訓練データ上で再訓練することで、小規模な訓練データから高品質なスタイル変換モデルを構築することができ、少資源問題に対処できる。

本研究では、目的言語の大規模なテキスト(例えば Wikipedia は多くの言語で大量に利用できる)から、疑似的な同義文対を自動生成した。目的言語のテキストを、別の言語に機械翻訳し、目的言語に翻訳し直す。この折り返し翻訳によって、意味を保持したままわずかに表現を変化させることができる。元のテキストと折り返し翻訳されたテキストの対は、疑似的な同義文対であるので、この対を用いて系列変換モデルを訓練することによって、汎用的な言い換え生成モデルを獲得できる。この文対は、特定のスタイルに依存しないため、この時点ではスタイル変換を行うことはできないが、このモデルを目的スタイルの文対を用いて再訓練することでスタイル変換モデルを得ることができる。スタイル変換モデルは、入力文と意味的に等価な文を生成する能力・文法的に正しい文を生成する能力・目的のスタイルに適した文を生成する能力の 3 つの能力が必要であるが、スタイルに依存しない疑似的な同義文対からでも意味と文法に関する能力は訓練できる。このような事前訓練済みモデルは、小規模な訓練データから効率的にスタイルに関する知識を獲得できる。

難解な英文を平易に言い換えるタスクおよびカジュアルな英文をフォーマルに言い換えるタスクにおける実験結果は、スタイルにもドメインにもモデル構造 (Recurrent Neural Network および Self-Attention Network) にも依存せず、提案手法が常にスタイル変換の性能を改善することを示した。詳細な分析の結果、目的スタイルの真のデータが 1,000 文対と極端に少ない設定においても、提案手法の適用によって高品質なスタイル変換が実現できることが明らかになった。業績 5-(1)-2 の成果は、人工知能のトップ会議である AACL に採択された。

3. 今後の展開

本研究では、テキストの難しさや丁寧さといったスタイルを制御することで、パーソナライズされたテキスト生成に取り組んだ。テーマ C の成果によって、スタイル変換の全体的な性能を改善することに成功し、テーマ B の成果によってスタイルの細かな制御が可能になり、テーマ A の成果によって対象ユーザにとって必要な表現の編集を行えるようになった。本研究の成果をもとに、ウェブ上の百科事典やニュースを対象ユーザ向けにわかりやすく自動変換し、個人に最適化さ

れた学びを提供できるように研究を進めていきたい。

4. 自己評価

1.5年間のACT-I研究期間に、スタイル変換のテーマにおいて3つの成果を発表することができた。いずれも、論文誌やトップ会議で成果を発表し、学術的に大きな貢献ができた。これらの研究発表の他にも、このテーマでの学会および大学での招待講演や解説記事の執筆などをACT-I研究期間に経験することができ、若手研究者としての個の確立という点で十分な成果があった。

5. 主な研究成果リスト

(1) 論文(原著論文)発表

- | |
|--|
| 1. 西原大貴, 梶原智之, 荒瀬由紀. テキスト平易化における語彙制約に基づく難易度制御. 自然言語処理, Vol.27, No.2, 2020. (to appear) |
| 2. Tomoyuki Kajiwara, Biwa Miura, Yuki Arase. Monolingual Transfer Learning via Bilingual Translators for Style-Sensitive Paraphrase Generation. In Proceedings of the Thirty-Fourth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2020), 2020. (to appear) |
| 3. Daiki Nishihara, Tomoyuki Kajiwara, Yuki Arase. Controllable Text Simplification with Lexical Constraint Loss. In Proceedings of the ACL 2019 Student Research Workshop (ACL 2019 SRW), pp.260-266, 2019. |
| 4. Tomoyuki Kajiwara. Negative Lexically Constrained Decoding for Paraphrase Generation. In Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2019), pp.6047-6052, 2019. |

(2) 特許出願

研究期間累積件数:0件

(3) その他の成果(主要な学会発表、受賞、著作物、プレスリリース等)

- | |
|---|
| 1. 梶原智之, 三浦びわ, 荒瀬由紀. スタイル変換のための折り返し翻訳に基づく事前訓練. 情報処理学会第241回自然言語処理研究会, No.16, pp.1-8, 2019. (若手奨励賞) |
| 2. 小町守, 梶原智之. 言語学習支援のためのニューラル言い換え生成. 人工知能学会誌, Vol.34, No.4, 特集「深層学習による言語生成」, pp.451-459, 2019. (解説記事) |