

# 深層学習に基づく論文タイトル生成手法とその応用

大部 達也<sup>†</sup> 大園 忠親<sup>†</sup> 新谷 虎松<sup>†</sup>

<sup>†</sup>名古屋工業大学大学院情報工学専攻

## 1 はじめに

論文執筆に慣れていない人に対して、論文内容を的確に表すタイトルの作成を支援するために、タイトル候補の提示を行うシステムが求められている。本研究では、論文のタイトルの単語はアブストラクトに含まれていると考え、アブストラクトからのタイトル生成に文書要約の手法を適用する。

本稿では、RNNを用いた論文タイトル生成手法について述べる。また、CNNを用いた Discriminator による、タイトル評価手法を示す。最後に、論文執筆支援システムへの適用方法を説明する。

## 2 DNN に基づく論文タイトル生成・評価

本研究では、深層学習に基づく抽出型タイトル生成、生成型タイトル生成、およびタイトル評価を実現した。文書要約には、辞書から単語を選ぶことで要約文を生成する生成型の要約と、原文中から文書単位(単語、文など)レベルで抽出することで要約文を生成する抽出型の要約があり、本研究では RNN を用いた生成型と抽出型の両手法によるタイトル生成を試みる。両手法では、RNN のユニットとして GRU を用いる。また、CNN を用いた Discriminator により文のタイトルらしさを判定する。

図 1 に本研究における論文執筆支援の概要を示す。①アブストラクトから 2.1 で示す生成型タイトル生成により②タイトル候補を生成し、2.2 で示す抽出型タイトル生成により③キーワードを抽出する。2.3 に示すタイトル評価により④キーワードの抽出と⑤タイトル領域の可視化を行う。また、作製したタイトルからタイトル評価により⑥タイトル評価値を得る。

### 2.1 生成型タイトル生成

深層学習を用いた文書要約手法として、Encoder-Decoder モデルおよび Attention 機構を利用した手法がある [1]。Encoder-Decoder モデルでは学習時に作成した辞書から次に生成する語を決めるため、未知語の

Generating Article Titles with Deep Learning and its Applications

<sup>†</sup>Tatsuya OHBE, <sup>‡</sup>Tadachika OZONO and <sup>‡</sup>Toramatsu SHINTANI

<sup>†</sup>Department of Computer Science, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology.

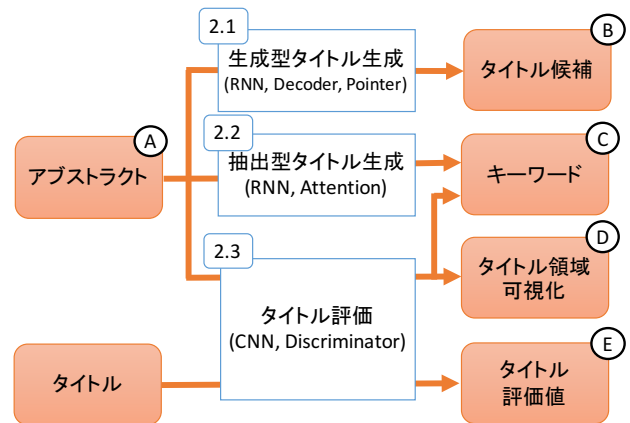


図 1: 本研究における論文執筆支援

扱いが問題となる。この問題を解決する手法として辞書から単語の生成を行うのではなく、原文中の単語を直接指す手法がある。Vinyals らは Attention 機構を応用して Encoder 側の要素を指し示す手法 (Pointer Networks) を提案している [2]。また、Gulcehre らは辞書からの単語の生成に加えて、Pointer Networks による原文中の単語を指す手法を併用した、未知語に頑健な Encoder-Decoder モデルを提案している [3]。

生成型の手法では、Encoder-Decoder 言語モデルを用いてアブストラクトからタイトルを生成する。アブストラクトの各単語を Encoder によりエンコードし、終端記号が入力されるとデコードを開始する。Decoder では入力された単語と一つ前の時刻の隠れ層から次に生成する単語を決定する。時刻  $t$  における Decoder の出力  $D(t)$  は、時刻  $t$  における隠れ層  $h_t$  および Attention ベクトル  $c_t$  を用いて抽出型手法と同様に示される。生成型手法の時刻  $t$  における Attention ベクトル  $c_t$  は、アブストラクトの単語数を  $n$  とするとエンコード時の各時刻の隠れ層  $h_i$  を用いて次の式で示される。

$$c_t = \frac{\sum_{i=1}^n h_i * \exp(\text{dot}(h_i, h_t))}{\sum_{i=1}^n \exp(\text{dot}(h_i, h_t))}$$

また、アブストラクト中の未知語に対応するために、Pointer を用いてアブストラクト中の単語を指す。Pointer においては、Attention ベクトルに対して直接 softmax 関数を適用することでエンコード時のある一

時刻，すなわちアブストラクトの一単語を指す．時刻  $t$  における Pointer の出力  $P(t)$  は次の式で示される．

$$P(t) = \text{softmax}(c_t)$$

## 2.2 抽出型タイトル生成

抽出型の手法では，アブストラクトから抽出した単語とテンプレートを併用してタイトルを生成する．抽出型手法では，アブストラクト中の各単語をタイトルに出現するか出現しないかの二値に分類する．アブストラクト中の各単語について Encoder によりそれまでの単語をエンコードする．エンコードされたベクトルに対して softmax 関数を適用することでタイトルへの出現の有無を分類する．時刻  $t$  における抽出手法の出力  $E(t)$  は，時刻  $t$  における隠れ層  $h_t$  および Attention ベクトル  $c_t$  を用いて次の式で示される．

$$E(t)\{0, 1\} = \text{softmax}(W_s h'_t)$$

$$h'_t = \tanh(W_{c1} h_t + W_{c2} c_t)$$

ここで， $W_s$ ， $W_{c1}$  および  $W_{c2}$  は重み行列をあらわす．抽出型手法の時刻  $t$  における Attention ベクトル  $c_t$  は，それまでの各時刻の隠れ層  $h_i$  を用いて次の式で示される．

$$c_t = \frac{\sum_{i=1}^t h_i * \exp(\text{dot}(h_i, h_t))}{\sum_{i=1}^t \exp(\text{dot}(h_i, h_t))}$$

## 2.3 タイトル評価

タイトル評価のために CNN を用いた Discriminator を使用する．Discriminator は画像生成手法の GAN で用いられており，生成された画像の真贋の判定を行う．タイトルに含まれる単語の単語ベクトルから， $k \times L_{max}$  の行列を得る．ここで， $k$  は単語ベクトルの次元をあらわし， $L_{max}$  はアブストラクトの最大長をあらわす．タイトルの行列に対して 1 次元の畳み込みを適用する．その後，Global Max Pooling を行い，softmax によりタイトルか否かの 2 値に分類する．この softmax の出力をタイトル評価値として用いる．

Discriminator をアブストラクトの一部に適用することでタイトル領域の抽出が可能になる．アブストラクト中の各 n-gram ( $n=2 \sim 30$ ) からタイトルらしい文字列をタイトル評価器により判定する．また，同様の手法でタイトルに出現するキーワードの抽出を行う．各 n-gram のタイトル評価値を用いて，タイトルである確率の高い n-gram をタイトルに出現するキーワードとして抽出する．

## 3 論文タイトル生成に基づく

### 論文執筆支援システム

図 2 に提案手法を応用した論文執筆支援システムの実行例を示す．本システムでは，**Ⓐ**に入力されたアブ

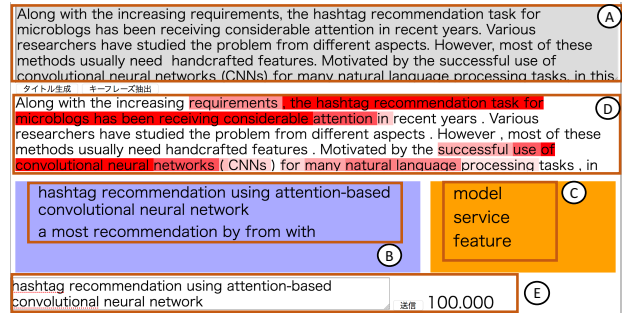


図 2: システム実行例 (アブストラクトは Yuyun et al., Hashtag recommendation using attention-based convolutional neural network, IJCAI2016 より抜粋)

ストラクトから，2.1 に示した生成型タイトル生成で生成したタイトル候補が**Ⓐ**に表示される．2.2 に示した抽出型タイトル生成および 2.3 に示したタイトル評価に基づくタイトル領域抽出によって抽出されたキーワードが**Ⓒ**に表示される．アブストラクト中の単語はタイトル評価によって求められたタイトルである確からしさに基づき，背景が強調され，**Ⓓ**に表示される．複数の n-gram に出現する単語は多重に強調される．また，**Ⓔ**にタイトルを入力することで，タイトル評価によるタイトル評価値が表示される．

## 4 おわりに

本稿では，RNN を用いて論文のアブストラクトからタイトルを生成する手法について述べた．また，CNN を用いたタイトル評価とアブストラクトからのタイトル領域抽出を提案した．さらに応用例として，論文執筆支援システムについて説明した．本システムにより，論文執筆に慣れていない人のタイトル作製支援が可能になる．

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP15K00422, JP16K00420 の助成を受けたものです．

### 参考文献

- [1] Rush, A. M., Chopra, S. and Weston, J.: A Neural Attention Model for Abstractive Sentence Summarization, *Proceedings of the 2015 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, pp. 379–389 (2015).
- [2] Vinyals, O., Fortunato, M. and Jaitly, N.: Pointer networks, *Advances in Neural Information Processing Systems*, pp. 2692–2700 (2015).
- [3] Gulcehre, C., Ahn, S., Nallapati, R., Zhou, B. and Bengio, Y.: Pointing the Unknown Words, *Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, pp. 140–149 (2016).