

記憶装置付きニューラルネットワークモデルによる構造化知識を用いた 質問応答・対話

村山 友理

本研究では、構造化知識を用いた質問応答及び対話に取り組んだ。自然言語表現と Linked Open Data 形式で記述された知識ベースを結びつけるために、自然言語文を知識ベース検索用のクエリ言語 SPARQL に変換することで知識への問い合わせを行う様々な研究が行われてきたが、これらにおいて自然言語文から生成したクエリが正しい答えを返すかは保証されていない。そこで、本研究では先行研究のアプローチを踏まえて、自然言語文から抽出したエンティティを知識側の語彙と対応付け、エンティティ間のリレーションを知識を繰り返し参照することで獲得することに重点を置いた SPARQL クエリの自動生成手法を提案する。KNP による述語項構造・係り受け解析と、データ主導による RDF トリプルの変形を用いた自然言語文から SPARQL クエリへの変換手法により、クエリが完成されれば答えを返すことが保証される。また、基本型、Degree 型、Count 型、List 型の 4 つの質問タイプを設定し、それぞれの質問タイプの自然言語質問文及び、より一般化した、それらを組み合わせた質問文に対してそれぞれ適切な SPARQL クエリを生成することができた。質問タイプを設定することにより、正確なクエリを容易に生成し、自然言語文が意図する質問に回答することを可能にした。

現在、自然言語処理では Transformer を用いた研究が主流であるが、いくつかの問題点も指摘されている。その中の一つとして、Transformer の長期的な情報保存についての問題は Differentiable Neural Computer (DNC) が解決したが、別の問題として Transformer のような汎用言語モデルは、大規模テキストデータで事前学習を行うことで、さまざまな自然言語処理タスクを解くことができる一方で、知識利用や演算処理などの能力は大量のコーパス学習から暗黙的に得られるとされ、正しさは保証されないという問題がある。そこで、本研究の Research Question として、DNC をベースに Transformer と知識利用・演算処理を行うアーキテクチャを組み込むことで、知識と演算を必要とする自然言語処理タスクでの性能の向上を目指す。本研究の目的は、計算機の原理であるチューリングマシンをニューラルネットワークで模した DNC に、Transformer と知識利用・演算処理を行うアーキテクチャを組み込んだモデルを構築し、知識と演算を必要とする自然言語処理タスクを扱えるか検証を行うことである。

提案モデルを構築する前に、DNC を日本語対話に適用する予備研究を行った。文脈を考慮した対話の研究は、言語として英語を扱ったものが大半であり、日本語を対

象としたものは少ない。また、日本語による対話のデータセットはいくつか存在するが、明示的に文脈理解を問うようなデータセットではない。そこで、本研究では既存の英語のデータセットである bAbI データセットを参考に、喫茶店での注文の場面を想定した日本語注文対話データセットを作成し、課題の解決を試みる。作成したデータセットに対し DNC を適用することで、文脈を用いた日本語注文対話システムを構築する。実験を行なった結果、平均テスト誤り率として低い値を得ることができた。

文脈理解と知識活用は対話にとって重要であるが、これらの課題を扱った研究は未だあまり進められていない。また、対話のアーキテクチャとして Seq2Seq や、T5, BART といった sequence-to-sequence なモデル（相手の発話を入力として応答となる発話を生成するモデル）が主流になっている。一方、より自然で知的な対話を行うには文脈理解や知識活用が必要であるが、そのための長期間におけるデータ保存の能力には限界があると議論されてきた。そこで、文脈情報などの長期の情報を保持するために、DNC などの記憶装置付きニューラルネットワークモデルが提案されている。これらのモデルは記憶装置を付け加えたことにより従来のモデルに比べてより複雑な情報処理を行えるようになり、文脈を踏まえた対話においても高い精度を実現している。本研究では、DNC を基盤とした、文脈を捉えつつ、分散表現による構造化知識を用いた手法を提案する。一貫性があり、かつ大規模な知識を要求する質問応答で構成された CSQA データセットを用いた実験では、全体の評価事例における予測単語が不正解であった割合を表す誤り率によって提案モデルとオリジナルの DNC モデルを評価した結果、全体の結果は DNC より下がってしまったが、10 項目中 5 項目で結果が向上した。また、Dialog bAbI データセットを用いた実験では、DNC, rsDNC, DNC-MD に対して知識を扱うメモリを追加した提案モデルがオリジナルモデルを上回った。特に、各モデルは知識を要求するタスクで、それぞれおよそ 14%, 20%, 7% 向上した。Movie Dialog データセットの実験では、rsDNC, DNC-DMS に対する提案モデルがオリジナルモデルより良い結果になった。

知識グラフを埋め込み空間内に表現し、論理計算を行う質問応答手法として Conditional Theorem Provers や Query2Box が提案されている。しかし、これらの手法では限られた計算のみしか扱うことができない。本研究では、DNC と、さらに DNC を改良した rsDNC と DNC-DMS に対して、質問応答タスクにおいて重要な要素である知識利用と演算処理を新たに組み入れ、構造化知識に対する演算処理を含んだ質問文について正しい答えを生成するために任意の演算を用いて能力を向上させることを目指す。アメリカの地理に関する知識と演算処理を要求する GEO データセットとそれを

拡張したデータセットにおいて，BERT をファインチューニングした結果より，DNC モデルをベースに BERT と知識を扱うメモリと演算を行うユニットを追加した提案手法の結果がすべて平均 top-1 accuracy と平均 top-10 accuracy の両方で向上した．さらに，rsDNC を改良した提案手法は GEO データセットにおける平均 top-1 accuracy で最も良い結果を達成し，総合的に DNC より高いスコアを得た．

キーワード：自然言語処理，構造化知識，深層学習