

推理小説を対象としたアブダクションによる犯人特定手法の提案

大谷 紀子 研究室

1872059 田中 青空

1. はじめに

アブダクションとは、既知であるルールと結論から未知である前提を導き出す推論であり、シャーロックホームズの推理法に用いられている。しかし、現状 AI でアブダクションを行うには障害がある。例えば特定の事件について推理するとき、どの範囲の情報を推理に必要な情報として取り入れるのかを判断することが難しい。すなわち汎用型 AI でない場合、アブダクションのように広い範囲の情報を扱うことは難しいと考えられている。

田村らは、仮説推論と充足可能問題の研究において、推理の知識処理プロセスを情報の抽出、仮説の推論、論理の検証という 3 つのプロセスで構成している[1]。仮説の推論における課題として、情報の抽出であらかじめ入力情報を限定したことで、導き出される仮説も限定される可能性を指摘している。情報の抽出において、小説から読み取れる観測事実の一部を対象としているが、入力情報をすべての観測事実にも拡大した場合、異なる仮説が導出される可能性が考えられる。

本研究では、推理小説から読み取れるすべての観測事実を対象とした仮説生成法の確立を目的とし、小説内から抜き出した結論とルールから前提を導く手法を提案する。

2. 提案手法

提案手法では、観測事実、背景知識、および犯行詳細を以下のように定義し、先行研究[1]での推理の知識処理プロセスにより推理結果を導く。

- ・ 観測事実: 登場人物, 被害者, 証拠, アリバイ, 死亡推定時刻, 動機など

- ・ 背景知識: 過去の犯罪事例知識, 毒薬知識などの物的証拠に関する科学的知見など

- ・ 犯行詳細: 犯人

以下では、各プロセスの詳細について述べる。

2-1. 情報の抽出

小説内からわかる観測事実をナレッジグラフとして抽出する。ナレッジグラフとは、属性や階層関係をグラフデータとして記述する形式である。本研究では場面 ID ごとに、主語、述語、目的語などの情報をまとめている。以下にナレッジグラフの属性と説明を示す。

- ・ #source : 原文
- ・ #type : 場面の種類
- ・ #hasPredicate : 述語
- ・ #subject : 主語
- ・ #what, #when, #where, #whom, #how : 場面の詳細を表す目的語
- ・ #then, #if, #because : 場面間の関係
- ・ #time : 場面の絶対時間

2-2. 仮説の推論

ナレッジグラフで記述された観測事実と背景知識を、論理プログラミング言語 Prolog によるプログラムで実行することで、推理結果を導く。

「X が Y に結婚詐欺をする」ことを述語 `marriagetrick(X,Y)`, 「X は金持ちである」ことを述語 `rich(X)`, 「X は男である」ことを述語 `male(X)`, 「X は女である」ことを述語 `female(X)` で表すと、「Y が金持ちで女, X が男なら, X は Y に結婚詐欺をする」という背景知識は、4 つの述語を用いて以下のように記述される。

marriagetrick(X,Y):-rich(Y),male(X),female(Y).

また、「サザランドは金持ちである」、「ウィンディバンクは男である」、「サザランドは女である」という観測事実はそれぞれ rich(sutherland), male(windybank), female(sutherland)と記述される。

上記のような背景知識と観測事実に記述したうえで、以下のように入力することで推理結果が得られる。

?- marriagetrick(X,Y).

2-3.論理の検証

複数の犯行詳細が導き出された場合は、仮説演繹法を利用して各犯行詳細の精度を計り、推理結果を1つに絞る。以下に手順を示す。

1. TF-IDF を用いて、背景知識と観測事実に含まれる単語の重要度を算出する。
2. 重要度の高い単語を用いて、推理に使わなかったすべての観測事実と背景知識、各推理結果をベクトルで表現し、それぞれの cos 類似度を求める。
3. 2 で求めた cos 類似度が最も高い推理結果を最終的な推理結果として出力する。

3. システムの評価

シャーロックホームズシリーズの短編推理小説 3 作品を対象とし、小説内での推理と同様の推理ができるかにより、本提案手法の有用性を評価する。対象とする 3 作品において、殺害方法や死因などが重ならないよう、系統が異なる作品を選定している。各作品のジャンルと結果を表 1 に示す。

表 1：各作品のジャンルと結果

	花婿失踪事件	背中の曲がった男	まだらの紐
ジャンル	失踪	病死	殺人
導く結果	失踪したホズマの正体	パークリの死因	ヘレンを殺そうとした犯人
正しい推理結果	ウィンディバンク	病気	ロイロット
導出された結果	ウィンディバンク	ヘンリによる殺害	ロイロット

花婿失踪事件 (A Case Of Identity) では、「変装している」「手紙の特徴が同じ」「結婚詐欺を行う動機がある」の 3 条件すべてを満たす人物を犯人と定義した。推理結果として、ウィンディバンクが一意に出力された。

背中の曲がった男 (Crooked Man) では、「殺害の動機がある」「部屋へ侵入できる」「足跡との整合性がある」の 3 条件すべてを満たす人物を犯人と定義した。推理結果として、ヘンリが一意に出力された。

まだらの紐 (SpeckledBand) では、「殺害の動機がある」「ジュリアを殺害している」「ジュリア殺害時と同じ状況である」「毒殺ができる部屋の設備をもつ」の 4 条件すべてを満たす人物を犯人と定義した。推理結果として、ロイロットが一意に出力された。

4. 考察

正しい結果を導くことができなかった原因として、小説の構成において推理披露後に初出しの情報がある点が考えられる。観測事実の対象は、ホームズの推理披露前の情報である。したがって、小説の構成としてホームズの推理披露後に初めて登場する観測事実がある場合、すべての観測事実を対象とする推理ができない。

本研究では背景知識を手入力で行っているため、背景知識の内容が入力者に大きく委ねられるという反省点が挙げられる。入力者の主観に頼らないために、背景知識の内容に客観的基準を設けるなどの改良が求められる。また背景知識数の増減による推理結果の変動を調査し、正しい推理結果を得るために必要な背景知識の特徴などを検討する余地がある。

参考文献

- [1] 田村光太郎, 外園泰智, 角田充弘, “仮説推論と充足可能問題, BERT による推理小説の知識処理”、人工知能学会第 34 回全国大会論文集, 104-GS-4-02, 2020