

助動詞を考慮した自然論理タブロー法

高尾 大樹[†] 加藤 芳秀[‡] 松原 茂樹[‡]

名古屋大学大学院情報学研究科

名古屋大学情報連携統括本部

daiki.takao@db.ss.is.nagoya-u.ac.jp

1 はじめに

含意関係認識とは、テキスト T が正しいとしたとき仮説 H も正しいと推論できるか否かを判定するタスクである。自然言語処理における重要なタスクの一つであり、質問応答や情報検索、テキスト要約など幅広い分野への応用が期待されている。

Muskens[2] は、自然論理を用いて推論を行う手法を提案している。自然論理とは、自然言語のレベルで一方のテキストからもう一方のテキストを推論するための論理体系である。この手法には、テキストを述語論理などの形式論理の論理式に変換することなく、単調性などを考慮した推論を自然な形で行うことができるという利点がある。また、Abzianidze[1] は英語 CCG パーザの導出木からの具体的な変換方法と新たな推論規則を提案している。実際に推論システムも実装しており、テストセットを用いた実験においても、高い正答率を示している。

自然論理を日本語に適用した例としては、高尾ら [3] がある。この手法は、推論手法としてタブロー法を組み合わせることで、係り受け構造の状態量子や形容詞などを考慮した推論ができる。その一方で、助動詞によって表される過去や推量などの意味を扱うことができないという問題が残っている。

そこで本稿では、高尾らの自然論理タブロー法を拡張し、助動詞を扱うことができる手法を提案する。本手法はタブローの各ノードに助動詞の情報を保持するリストを追加することにより、助動詞を含む文に対する推論を実現する。

2 自然論理タブロー法

本節では高尾らの自然論理タブロー法を概説する。この手法では、入力されたテキスト T と仮説 H に対して係り受け構造を与え、それに基づき推論する。係り受け構造の基本単位をチャンクと呼び、それぞれのチャンクに対して形態素の種類や格情報などの推論を行うために必要となる情報を付与する。

推論は、係り受け構造に基づくタブロー法の規則を適用することにより進行する。タブロー法とは、証明したい文や論理式の反例が充足不能であることを証明することにより、間接的に目的の文や論理式を証明する反駁法の一つである。含意関係を証明する場合は、テキスト T を真、仮説 H を偽として充足不能であるこ

とが証明できるかを見る。

推論規則の一部を図 1 に示す。この手法におけるタブローの各ノードは真偽値と係り受け構造の対からなり、タブローの枝上に規則の上部にマッチするノードが存在するとき、規則の下部を生成する。これらの規則において T は真、 F は偽、 X は任意の真偽値であり、 c は実体を表す定項、 x は任意の格情報、太字はその語と同じ意味を持つチャンク、 N 及び V は体言や用言であるチャンクを主辞とする係り受け構造をそれぞれ指している。

例として、 T が「犬が走る」と「犬が走るならば全ての猫は逃げる」、 H が「その猫は逃げる」である場合を考える。

まず前処理として各文を係り受け構造に変換すると以下の通りとなる。ただし、 ϕ は省略された量化詞を、 $(D H)$ は係り受け構造 D の主辞が係り受け構造 H の主辞へ係るような係り受け構造をそれぞれ表すものとし、推論に直接関係してこない情報は省略している。

((ϕ 犬_が) 走る)
 (((ϕ 犬_が) 走る) ならば) ((**全て** 猫_は) 逃げる))
 ((その 猫_は) 逃げる)

T が H を含意するかを推論するために、 T に対応するノードに真を、 H に対応するノードに偽を割り当て、図 1 の規則に従って推論した結果得られるタブローを図 2 に示す。

[3] のノードに対して「その」に関する規則を適用することで、[4]、[5] のノードが生成される。次に、[2] のノードに対して「ならば」に関する規則を適用することで、[6]、[8] のノードが生成される。さらに推論を進めていくと、最終的に [1] と [6]、[4] と [9]、[5] と [11] のノードそれぞれに対して枝を閉じる規則を適用することで、タブローの全ての枝が閉じられる。よって、 T が真、 H が偽であるときに矛盾が生じることから、 T と H に含意関係が成立するといえる。

このように、高尾らの手法では係り受け構造の状態量子などの意味を考慮した推論が可能である。しかし、助動詞を考慮した規則を設計していないため、過去を表す助動詞「た」や推量を表す助動詞「う」などが文末に存在する場合、規則が適用できずに推論がとまってしまう問題がある。

$T: C : [L]$ $F: C' : [L]$ $\quad $ \times <p>ただし, $C = C'^{*1}$</p>	$T: ((\text{全て } N_x)V) : [L]$ $F: ((c_{\text{は}} N_-) \text{だ}) : [] T: (c_x V) : [L]$ <p style="text-align: center;">c は任意</p>	$X : ((\text{その } N_x)V) : [L]$ $\quad $ $T: ((c_{\text{は}} N_-) \text{だ}) : []$ $X : (c_x V) : [L]$ <p>ただし, c は未割り当て</p>
$T: ((V \text{ならば})V') : [L]$ $\quad \swarrow \quad \searrow$ $F: V : [] \quad T: V' : [L]$	$T: ((c_{\text{は}} (M N_-)) \text{だ}) : [L]$ $\quad $ $T: ((c_{\text{は}} N_-) \text{だ}) : [L]$ <p>ただし, M は <i>subsecutive</i>^{*2}</p>	$T: ((\text{ある } N_x)V) : [L]$ $\quad $ $T: ((c_{\text{は}} N_-) \text{だ}) : []$ $T: (c_x V) : [L]$ <p>ただし, c は未割り当て</p>

図3 推論規則の例

$X: (V A) : [L]$ $\quad $ $X: V : [A, L]$	$X: (A A') : [L]$ $\quad $ $X: A : [A', L]$
--	--

図4 助動詞に関する規則

適用するノードの助動詞リストを新しく生成するノードにも引き継ぐが、定項の割り当てにあたるノード生成など一部のものはリストを引き継がない。

文末の助動詞を処理するために今回新しく設計した推論規則を図4に示す。ここで L はリスト内の要素を、 A は助動詞のチャンクをそれぞれ表す。

4 適用例

例として、 T が「犬が走る」と「犬が走るならば全ての猫は逃げるだろう」、 H が「その猫は逃げるだろう」である場合に、本手法により助動詞を含む文間の含意関係を推論する流れを説明する。

まず初めに、前処理を行うと以下のような係り受け構造が得られる。なお、断定を表す助動詞の「だ」が終止形の状態で用言のあとにつく場合、推論に影響がないと考えて前処理の段階で削除している。

((ϕ 犬_が) 走る)
 ((((ϕ 犬_が) 走る)ならば)((全て 猫_は) 逃げる))う)
 (((その 猫_は) 逃げる)う)

次に、 T が H を含意するかを推論するために、 T に真を、 H に偽を割り当てて推論を行う。推論の結果得

^{*2} 性質 M を持つ実体の集合を $\llbracket M \rrbracket$ とすると、 $\llbracket (M N) \rrbracket \subseteq \llbracket N \rrbracket$ が成立するとき、 M は *subsecutive* という。

られるタブローを図5に示す。

図5において、タブローの各ノードに助動詞のリストが追加されており、 $\boxed{2}$ および $\boxed{3}$ に図4の末尾の助動詞をリストに退避する規則を適用することで $\boxed{4}$ 、 $\boxed{5}$ がそれぞれ生成されている点だが、図2のタブローと大きく異なる。また、図3のタブローを閉じる規則は、リストが一致するノード間でしか適用できないので、助動詞の違いによる誤った推論を防ぐことができる。図6に示す、 H を「その猫は逃げた」とした場合のタブローにおいてタブローの枝が閉じていないことからこのことが分かる。

5 まとめ

本稿では、日本語助動詞を考慮した自然論理タブロー法による推論手法とその適用例を示した。今後の課題として、受け身の「れる」や使役の「せる」の意味を考慮した言い換え規則など、助動詞の意味を解釈するための新しい推論規則の設計が挙げられる。また、テストセットを用いた実験による本手法の有用性の確認も考えており、現在、本稿で提案したタブロー法を実装中である。

参考文献

- [1] Lasha Abzianidze. Natural Solution to FraCaS Entailment Problems. In *Proceedings of the Fifth Joint Conference on Lexical and Computational Semantics (*SEM 2016)*, pp. 64–74, 2016.
- [2] Reinhard Muskens. An Analytic Tableau System for Natural Logic. In *Logic, Language and Meaning*, pp. 104–113. Springer, 2010.
- [3] 高尾大樹, 加藤芳秀, 松原茂樹. 係り受け構造に基づく自然論理タブロー法. 言語処理学会第23回年次大会, pp. 182–185, 2017.

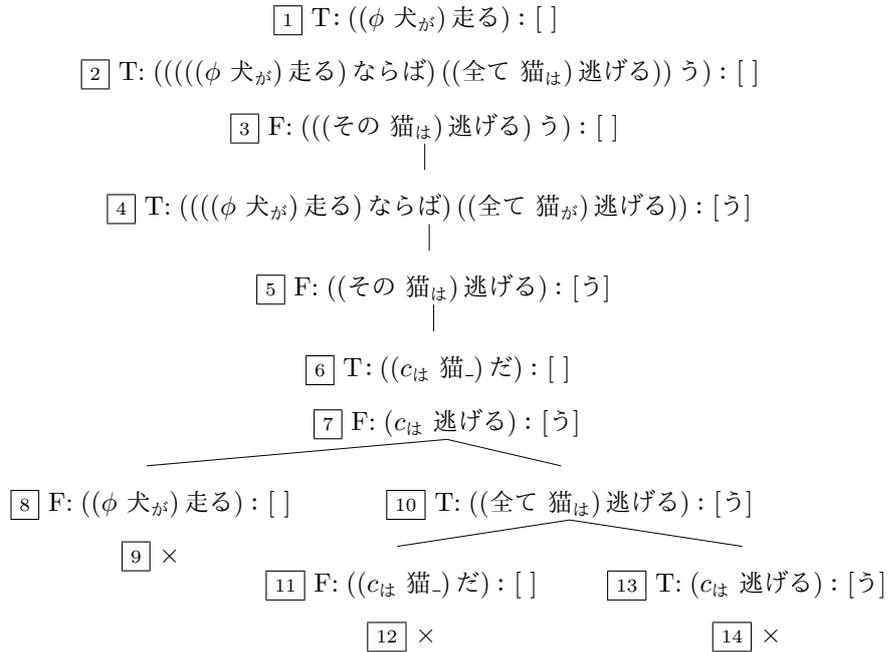


図5 助動詞が一致する例に対するタブロー

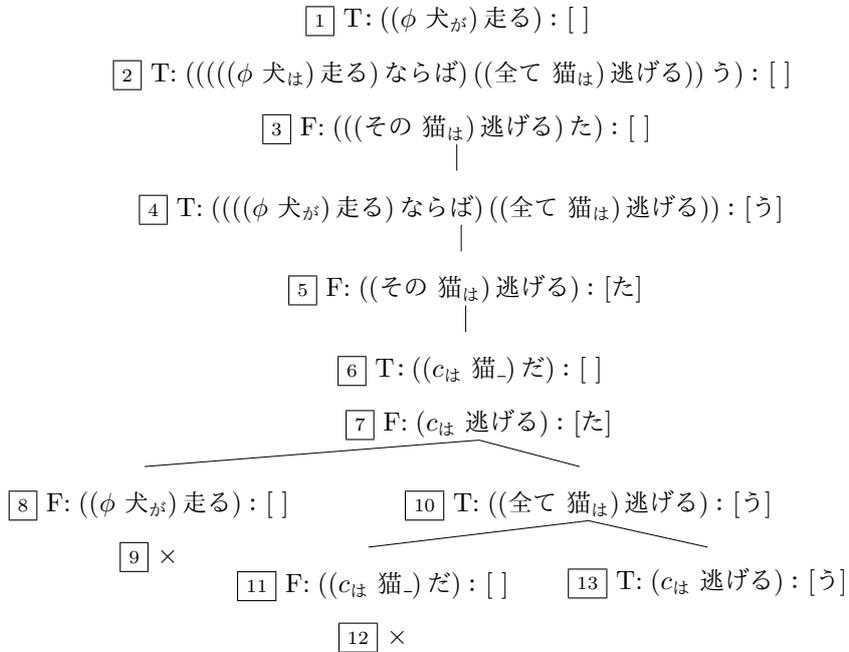


図6 助動詞が一致しない例に対するタブロー