

# ディベート人工知能における議題文の構造化と関連情報獲得

## Structuring and Expanding of Motion for Debating AI

柳井 孝介<sup>\*1</sup>

Kohsue Yanai

佐藤 美沙<sup>\*1</sup>

Misa Sato

三好 利昇<sup>\*1</sup>

Toshinori Miyoshi

柳瀬 利彦<sup>\*1</sup>

Toshihiko Yanase

丹羽 芳樹<sup>\*1</sup>

Yoshiki Niwa

\*1 日立製作所基礎研究センタ

Center of Exploratory Research, Hitachi Ltd.

This paper discusses how an given motion should be structured and expanded in a debating AI system. The system is required not only to extract a key phrase about discussion topic from a given motion, but also to retrieve additional information from extra databases or corpora. In this paper, we show results of preliminary experiments on motion understanding and expansion.

### 1. はじめに

著者らの研究グループでは、人と議論ができるディベート人工知能システムの研究を進めている。このシステムは、与えられた議題に対し賛成または反対の理由を述べ、その根拠や反例を提示する。たとえば、「カジノを禁止すべきか」という議題が与えられると、賛成側の場合は「ギャンブル依存症の問題を引き起こす」、反対側の場合は「地域経済の活性化につながる」、などを理由として挙げ、続いてニュース記事の中からその根拠となる事例を抽出して提示する。このようなシステムにより組織内の意思決定をより合理的なものにすることをめざしている。

ディベート人工知能は、(1) 与えられた議題の解釈、(2) 賛成または反対の根拠となる事例を大量のテキストデータ中から抽出、(3) 人が受け入れやすいように文の並び替え・言い換えをして提示、の3つのステップで構成される [柳井 14] [Sato 15]。本稿では上記のうち (1) を議論する。実応用においては、議題の解釈は、困難な課題となる。組織での意思決定をユースケースとして想定した場合、入力される議題は、「カジノを禁止すべきか」のような簡潔な文ではなく、組織が直面している複雑な状況を表現したものとなるはずである。これは、単に与えられた文をどうパースするかという自然言語処理の問題に留まらず、直面する「議題」を計算機上でどう形式的に表現するかという知識表現の問題でもある。またこの表現は、上記 (2) の根拠文を抽出するロジックで活用されやすいように構造化されるべきである。実用においては、より正確に議題を記述できるのであれば、JSON 等の自然言語文以外の形式で入力してもよい。そのため、より自然言語理解と言う意味での意味理解に注力する意味は薄れる。

本稿では上記の問題意識に基づいて、議題をどう構造化し、不足する情報をどう補って根拠や反例を探すかについて論じる。以下ではまず 2 章で「カジノを禁止すべきか」のような簡潔な議題の構造化について述べ、3 章で議題をどう拡張していくかについて考察する。

### 2. 議題の基本構造

Yih らは Freebase のようなナレッジベースを用いた質問応答システム向けの質問文解析手法を提案している [Yih 15]。ナ

レッジベースのように構造化された知識の中から回答を探すタスクの場合は、質問文中のエンティティや述語等を、ナレッジベースの構造に合うようにマッピングする方法を用いることができる。このようにユーザが入力した文を、回答を生成するために用いるデータセットと照らし合わせて、入力文を構造化していくのが有効である。

ディベート人工知能の場合においては、主題が及ぼす良い(悪い)影響を示す事例をその肯定的(否定的)の根拠として大量のテキストデータの中から抽出する。例えば、「カジノを禁止すべき」に対して賛成側の場合、カジノが悪い影響を及ぼしている事例をその根拠として大量のテキストデータの中から抽出したい。以下では、ディベートのデータベースである Debatabase[deb] から 4 つの議題を例として挙げ、根拠文の構文構造を想定しながら、議題の構造化の方法を設計する。根拠文を抽出するテキストデータとして英文ニュース記事のデータベースである Gigaword [Napoles 12] [gig] を用いて議論する。  
**This house would privatize the supply of water:** 例えば、privatization of water service によって、水の供給が絶たれる地域がどうか、などが記述された文を根拠文として抽出したい。したがって、topic:privatization of water service, polarity:+1 と、議題が構造化されていると根拠文かどうかの判定の処理がやりやすい。ここで、topic は議題文中の主題を表し、polarity:+1 は、topic に対して良い影響を示している文を抽出することを意味する。同様に polarity:-1 は悪い影響を示している文を抽出することを意味する。この polarity は通常のテキスト検索では用いられない情報である。

**This house would ban smoking in public spaces:** 本議題では同様に、topic:smoking, polarity:-1 となる。public space は根拠文の前後に出現していれば、より議題の状況に一致した根拠となるため、context:public spaces と構造化する。public spaces という表現が出現していなくても、smoking の悪い影響が記述されていれば根拠とみなせるため、context:public spaces は根拠文と議題の関連性をより正確に推定するための補助情報として使う。

**This house would restrict advertising aimed at children:** 単に advertising の悪い影響を探すだけでは、広告を出すのはコストがかかる、など本議題に関係のない事例が見つかる可能性があり、children を対象としていることが重要な情報となる。したがって、topic:advertising, polarity:-1 に加えて、target:children と構造化されている必要がある。実際の根拠文の中では、“Advertisements prompt children to do

表 1: 議題の構造化の評価結果

データ	人手で適切に構造化できた数	ルールで適切に構造化できた数	根拠を見つられた数
ルール開発用	96%(=48/50)	86%(=43/50)	74%(=37/50)
評価用	100%(30=30)	83%(=25/30)	76%(=23/30)

something” のような構文で表れている。

**This House would ban teachers from interacting with students via social networking websites:** 本議題においては, social networking websites の悪い影響を抽出する必要があるため, topic:social networking websites となる。また teacher を対象としているため, target:teacher となる。

同様に Debatabase の 50 の議題に関して検証し, 以下の構造で議題を表すこととした\*1。

topic 議題の中の主題

stance 良い影響か, 悪い影響か

target 主題に関係する対象

context 文脈

上記構造の妥当性を検証するために, Debatabase の 50 の議題を基に, 自然言語で書かれた議題を上記構造に変換するルールを開発した。続いて開発したルールを評価用の議題に対して適用し, (1) 開発したルールで適切に構造化できたか, (2) 構造化した情報を用いて検索して根拠を見つけれられたか, を調べた。ルールによる構造化は, Stanford Core NLP [Manning 14] [scn] でパースして得られた構文木に対して, 正規表現を部分的に模した木構造型のパターンでパターンマッチすることにより実装した。(2) に関しては, ルールで構造化した情報を用いて, 情報系研究者でない日英翻訳のスキルを持った評価者が, 議題に対する根拠文を Gigaword から見つけれられるかどうかで評価した。述語項構造をインデックス化したセンテンス検索を用いて, 検索結果の上位 100 件の中に含まれるかどうかで検証した。意味解釈の問題としてどう構造化できるかではなく, 根拠抽出可能なように構造化できるかを評価したいため, (2) の評価を行った。

表 1 に評価結果を示す。ルールで適切に構造化できた議題に関しては, 85%以上は根拠を見つけることができている。一方, ルールでの構造化で 17%は誤って構造化していることから, より大規模の議題を基にルールを開発する必要があること, また根拠を探すと言う観点での理想的な構造と, 言語処理で可能な構造の間にギャップがあることが分かる。

### 3. 議題の拡張

前節で論じたように, 回答を生成するために用いるデータセットと照らし合わせて, 議題文を構造化していくのが有効で

\*1 context は, 時間や地域などより細分化可能であるが, 根拠を示す事例を探すときには同じような使われ方をされると考えられるため, 本稿ではこれ以上の細分化をしない。また context の中には, 議題を特定するために必須の情報と, 必須ではない補足的な情報があるが, 現時点では言語処理的に区別するのが困難なため, 本稿では区別せず扱う。

ある。これを一段深めると, 議題文中の情報が, 抽出したい根拠文の構文構造の中で, どのような論理の関係で現れるかを考えることになる。本稿では, 初歩的な論理関係について考察する。以下では, 議題として「カジノを禁止すべきか」を例として議論する。テキスト検索では, クエリ展開は, 単に同義語展開を意味することが多いが, ディベート人工知能においては, 同義語展開の他に以下のようなケースがあると考えられる。

**包含する概念** ギャンブルの悪い影響を述べている文を根拠として提示することが考えられる。これは「ギャンブル」が「カジノ」を包含する概念であるため, ギャンブルがもたらす悪い影響は, カジノがもたらす悪い影響としても論理的に成立するからである。

**インスタンス** 世の中でカジノの悪い影響だと考えられているような考え(例えば, 犯罪が増えるなど)に対して, あるカジノ(カジノの具体名称)では, その悪い影響が生じていない事実を, 定説を崩す反例として提示することが考えられる。これは, カジノが, カジノという概念のインスタンスであり, ある命題に対し, 1 つでも成立していない例を挙げることができれば, 論理的にはその命題は成立しないからである。上の例では, カジノでその悪い影響が生じていなければ, 他のカジノでその悪い影響が生じる別の原因があるか, または, その悪い影響を封じ込める別の方法があるということが結論づけられる。一方で, 厳密には論理的に成立しないが, ある特定のカジノが悪い影響をもたらしていることを示す事例も一般的に人は根拠と考えることが多い。

**代替手段** Somasundaran らは iPhone と blackberry など, 競合する 2 つの対象を比較する場合の, 意見の極性を判定する手法を提案している [Somasundaran 09]。例えば, iPhone と blackberry を比較する場合, iPhone に対する否定的なコメントは, blackberry に対して肯定的とみなせる。意思決定において, あることを実現するための代替手段が 1 つしかなければ, 一方に対して否定的な事実は, もう一方に対して肯定的な根拠と考えることができる。二者択一でない場合も, 厳密には成立しないが, 人は同様に根拠と考えることが多い。

以上から, 議題から抽出した topic に関して, 包含する概念, インスタンス, 代替手段を求めることができれば, 上記のロジックを用いて根拠を抽出することができる。

そこで, 予備実験として, 包含する概念, インスタンス, 代替手段をどの程度獲得できるかを, (1) WordNet [Miller 95] から抽出した場合と, (2) DBpedia [dbp] に対して SPARQL で検索した場合と, (3) Gigaword から木構造型のパターンで抽出した場合で検証した。casino, social networking website, generic drug に関して, 包含する概念, インスタンス, 代替手段を抽出して, 情報系研究者でない日英翻訳のスキルを持った評価者が主観で可か不可かを判断した。判断の基準は, 主題に関連する根拠が見つけれられそうかどうかとした。表 2 に評価結果を示す。今回の簡単な検証では, 精度 (precision) は高いとは言えないが, Gigaword から木構造型のパターンで抽出した場合でも, よく抽出できていることがわかる。一方で SPARQL をより複雑にすることで, DBpedia からの抽出性能を向上可能と思われる。

表 2: 議題の拡張の評価結果。抽出したもののうち、評価者が適切と判断したものの割合。casino の Gigaword から抽出したインスタンスに関しては、3001 の表現が抽出されたのでランダムに選んだ 300 のみを評価した。

手法	包含する概念	インスタンス	代替手段
		[casino]	
WordNet	66%(=4/6)	-(=0/0)	-(=0/0)
DBpedia	50%(=1/2)	83%(=31/37)	12%(=2/16)
Gigaword	37%(=14/37)	72%(=218/300)	50%(=4/8)
		[generic drug]	
WordNet	50%(=1/2)	-(=0/0)	100%(=1/1)
DBpedia	33%(=1/3)	100%(=16/16)	0%(=0/287)
Gigaword	0%(=0/1)	89%(=124/138)	100%(=5/5)
		[social networking website]	
WordNet	-(=0/0)	-(=0/0)	-(=0/0)
DBpedia	0%(=0/2)	95%(=334/351)	0%(=0/996)
Gigaword	100%(=1/1)	100%(=79/79)	-(=0/0)

#### 4. おわりに

本稿では議題文の構造化と関連情報取得について論じた。本稿で論じたように、ディベート人工知能における議題文解析は、テキスト検索のクエリ展開や、ナレッジベースを用いた質問応答における質問文解析とは性質の異なるものである。本稿で議論した議題の解釈はまだ初歩的なものであり、現実の意思決定の場での議題を解釈・表現するにはより複雑なモデルが必要であると考えられる。例えば、今回の評価で適切に構造化できなかった議題として以下がある。

This house believes that the payment of welfare benefits to parents should be tied to their children's school attendance records.

このような議題に関しては、根拠文がどのようにテキスト中に出現するのとも現時点ではよく検証できておらず、そのため、どのように構造化されるべきかも明確ではない。今後はより複雑な議題文の解釈に取り組んでいく予定である。

#### 参考文献

[dbp] DBpedia: <https://http://wiki.dbpedia.org>

[deb] DEBATABASE: A WORLD OF GREAT DEBATES: <http://idebate.org/debatabase>

[gig] LDC Annotated English Gigaword: <https://catalog.ldc.upenn.edu/LDC2012T21>

[Manning 14] Manning, C. D., Surdeanu, M., Bauer, J., Finkel, J., Bethard, S. J., and McClosky, D.: The Stanford CoreNLP Natural Language Processing Toolkit, in *Proceedings of 52nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: System Demonstrations*, pp. 55–60 (2014)

[Miller 95] Miller, G. A.: WordNet: A Lexical Database for English, in *Communications of the ACM*, Vol. 38, pp. 39–41 (1995)

[Napoles 12] Napoles, C., Gormley, M., and Durme, B. V.: Annotated English Gigaword LDC2012T21, AKBC-WEKEX '12, pp. 95–100, Association for Computational Linguistics (2012)

[Sato 15] Sato, M., Yanai, K., Miyoshi, T., Yanase, T., Iwayama, M., Sun, Q., and Niwa, Y.: End-to-end Argument Generation System in Debating, in *Proceedings of ACL-IJCNLP 2015 System Demonstrations* (2015)

[scn] Stanford CoreNLP: <https://nlp.stanford.edu/software/corenlp.shtml>

[Somasundaran 09] Somasundaran, S. and Wiebe, J.: Recognizing Stances in Online Debates, in *Proceedings of the Joint Conference of the 47th Annual Meeting of the ACL and the 4th International Joint Conference on Natural Language Processing*, pp. 226–234 (2009)

[Yih 15] Yih, tau W., Chang, M.-W., He, X., and Gao, J.: Semantic Parsing via Staged Query Graph Generation: Question Answering with Knowledge Base, in *Proceedings of the Joint Conference of the 53rd Annual Meeting of the ACL and the 7th International Joint Conference on Natural Language Processing of the AFNLP* (2015)

[柳井 14] 柳井 孝介, 柳瀬 利彦, 三好 利昇, 丹羽 芳樹, 佐藤 美沙: ディベート人工知能のためのアーキテクチャ, 第 7 回データ指向構成マイニングとシミュレーション研究会 (2014)