

# 議論フレームワークを利用したオンライン議論のユーザインタフェース User Interface of Online Disputation Using Argumentation Framework

仁科 慧<sup>\*1</sup>新田 克己<sup>\*2</sup>高橋 和子<sup>\*3</sup>

Kei Nishina

Katsumi Nitta

Kazuko Takahashi

<sup>\*1</sup> 東京工業大学大学院<sup>\*2</sup> 東京工業大学情報理工学院<sup>\*3</sup> 関西学院大学理工学部

Tokyo Institute of Technology

Kwansei Gakuin University

In order to support the online argumentation, we have developed user interfaces based on a diagram. Though a diagram is convenient for effective argumentation, in case of a complex topic, the graph becomes huge and the user cannot understand whole logical structure of the argumentation. To solve this problem, summarization of a diagram is promising way. To avoid the logical semantics of a diagram change between an original diagram and a summary diagram, we focused on the semantics of Bipolar Argumentation Framework (BAF). By detecting a local part of BAF which argues the subtopic and by shrinking it to a single node, the summary BAF is constructed. We showed the condition by which semantics of BAF is maintained.

## 1. はじめに

近年、裁判に代わる紛争解決手段として調停や仲裁などの裁判外紛争解決が着目されている。さらに裁判外紛争解決による件数の増大に対処するため、オンラインの裁判外紛争解決 ODR(Online Dispute resolution)が紛争解決の利便性と経済性の向上が期待されてきている。しかしながら、現在、内外で利用されている ODR システムの多くはチャット機能や、議論結果の文書化支援機能などに重点が置かれ、議論を効率的に進める機能が十分でないように見受けられる([Vermeys 2019] など International ODR Forum の発表資料)。

一方、議論において、ダイアグラムやチャートで発言の論理関係を明示することによって、議論進行を効率的に進めることができることはしばしば指摘され、多くの議論システムが開発されてきた。われわれもダイアグラムを利用したオンライン議論システムやそれを支援する機械学習の手法を開発してきており、法科大学院の演習や交渉コンペティションの参加者による評価を受けてきた([Tanaka 2005], [Kubosawa 2012], [Katsura 2016])。

しかし、ダイアグラムを利用することによる有用性は認められたものの、議論が複雑になると、ダイアグラムが大きくなって視認性が落ち、システムの有用性が落ちてしまう問題があった。そのため、われわれは議論のダイアグラムに要約機能を持たせることによって視認性の問題の軽減法を提案した([仁科 2019])。

しかし、そのベースとなる議論フレームワークの理論は論証間の攻撃関係を考慮するだけであり、論証間の支持関係を考慮していないために表現能力が十分でなかった。

そこで、本論文では、攻撃関係と支持関係の双方を持つ議論のダイアグラムの要約機能を持たせることによって、議論インタフェースに議論の効率化を図る方法を提案する。

第 2 章では予備知識として議論フレームワークとその拡張である双極性議論フレームワークの理論を述べる。第 3 章では議論フレームワークを利用した議論インタフェースの概要を紹介し、第 4 章ではグラフの巨大化を防ぐための要約手法を述べる。

## 2. 議論フレームワーク

### 2.1 議論フレームワークと双極性議論フレームワーク

議論フレームワーク(Argumentation Framework; AF)は議論に出現している「論証」をノードで表現し、論証と論証の間の「攻撃関係(反論関係)」を有効リンクで表現したグラフ構造である[Dung 96]。論証とは「A だから B である」のように前提 A と結論 B からなる発言の単位である(A が空の場合も含む)。この論証に対し、論証「C だから A でない」や論証「D だから B でない」のようにもとの論証の前提や結論に矛盾する結論を持つ論証はもとの論証を「攻撃する(attack)」という。議論は互いの反論の応酬だと考えれば、議論全体はグラフ構造で表すことができる。

このグラフの形状から、どの論証の組が反論の組を論破しているか(議論の結論)を計算することができる。

AF を現実の応用問題に適用するため様々な拡張理論が提案されているが、その一つが双極性議論フレームワーク(Bipolar Argumentation Framework; BAF) ([Cayrol 02], [Kawasaki 2019])である。これは、論証と論証の間を攻撃関係だけでなく、支持関係も考慮したものである。「E だから A である」や「F だから B である」のようにもとの論証「A だから B である」の前提や結論を裏付けする論証はもとの論証を「支持する(support)」という。

議論全体を論証の集合  $Args$  と攻撃関係 ( $Args \times Args$ ) の集合  $Ratt$  と支持関係 ( $Args \times Args$ ) の集合  $Rsup$  で表現するとき、BAF は ( $Args, Ratt, Rsup$ ) なる組で定義できる。BAF は論証をノードとし、攻撃関係や支持関係を 2 種類の有向リンクとするグラフ構造である。

### 2.2 BAF の意味論

オリジナルの AF 理論では、2 つの論証の間関係は  $Ratt$  で与えられる(直接の)攻撃関係だけを考慮した。それに対し、BAF では  $Ratt$  だけでなく  $Rsup$  が存在するため、以下に示すようにいろいろなタイプの攻撃を考慮する必要がある。

攻撃

4つの論証 a, b, c, d に関して, 以下の攻撃関係, 支持関係があるとき, 「a は, c や d を間接攻撃している(indirect defeat)」という。

$Ratt(a,b), Rsup(b,c), Rsup(c,d)$

また, a, b, c, d に関して以下の関係があるとき, 「a や b は, d を支持つき攻撃している(supported defeat)」という。

$Rsup(a,b), Rsup(b,c), Ratt(c,d)$

さらに, 「論証 a と論証集合 S があるとき, S の要素の中に a を間接攻撃や支持つき攻撃をしている論証があるとき, S は a を「集合として攻撃している(set attack)」といい, S の中のある論証から Rsup の連鎖をたどって a に達するとき, S は A を「集合として支持している(set support)」という。

#### [BAF の意味論(許容可能)]

1 つの BAF が与えられたときに, 「どこからも有効に攻撃されなかった議論は成立が認められた」とする原則を導入すると, その議論でどの議論の組が成立し, どの議論の組が成立しなかったか(BAF から導かれる結論)を以下のように機械的に定義することができる。

論証集合 S について, ある論証 a ( $a \in S$ ) と論証 b ( $b \in S$ ) があり, {b} が a を集合として攻撃するならば, {c} が b を集合として攻撃するような論証 c ( $c \in S$ ) が必ず存在するとき, S は自己を「防御(defense)」しているという。

S が自己防御しているとき, さらに S が無矛盾ならば「d-許容可能(d-admissible)」、S が安全ならば「s-許容可能(s-admissible)」、S が無矛盾で支持に関して閉じている(closed)ならば「c-許容可能(c-admissible)」である。S が c-許容可能ならば s-許容可能であり, S が s-許容可能であれば d-許容可能である。

#### [BAF の意味論(拡大)]

X-許容可能(X は d, s, c のいずれか)な論証集合 S が, S から自己防御されるすべての論証を含むとき, S を X-完全拡大という。X-完全拡大の(集合-部分集合の関係で)極小なものを「X-基礎拡大」、極大のものを「X-選好拡大」という。基礎拡大とは, その議論において反論(すなわち攻撃)がないか, または, すべての反論を論破した論証集合である。選好拡大とは, すべての反論に再反論をした論証集合である。

### 3. 議論インタフェースと議論フレームワーク

オンライン議論は主に発言のテキスト情報を交換することで進められる。したがって, 一番基本的な機能はチャット機能である。本インタフェースは, 発言情報(図 1 左)から論理構造を抽出して議論フレームワークに基づくグラフ構造を構築し表示する(図 1 右)。議論フレームワークの構築方法にはさまざまな方法があるが, 最もシンプルな方法は, 一つ一つの発言を単位として, その発言のタイプ(「主張」「主張の認否」「過去発言への支持」「過去発言への攻撃」「質問」「回答」「ほか」と, 支持や攻撃の対象となる発言をユーザに指定させる方法である([Tanaka 2005])。発言のタイプが「主張」「過去発言への支持」「過去発言への攻撃」のいずれかである場合, その発言を利用して BAF を構築する。

BAF は当該議論の結論を決定する意味論を持ち, ユーザは議論の最中にその意味論計算することにより議論の有利不利を判断しながら, 次の発言を選択することができる。

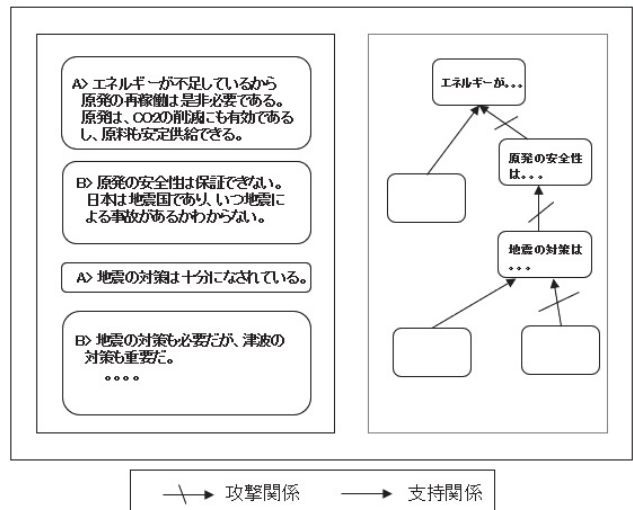


図1 オンライン議論と議論フレームワーク

### 4. 双極性議論フレームワークの要約

#### 4.1 双極性議論フレームワークの要約方法

##### (1) 議論フレームワークの要約の必要性

議論を議論フレームワークで表現する事は2つの利点がある。1つは議論の論理関係が視覚的に明示され, 議論を進行するに当たり, どの論証を重点的に議論をすべきかが示唆されるからである。2つめは議論の意味論に着目すると, 今, どの議論が成立しているか, すなわち, どの議論が説得力があるかが明確になるからである。

しかし, 議論が複雑で長時間になると, 議論フレームワークが巨大になり, 全体の議論構造がわかりにくくなるだけでなく, 意味論の計算に時間がかかることになり, 議論フレームワークの利点が失われる。

そこで, 議論フレームワークの要約により, 議論の要部でない部分グラフを1つのノードに縮約することを考える。

##### (2) 部分議論フレームワークの縮約

議論は主論点に関してその成否を争うものであると考えると, 一般に成否を争う中でサブとなる論点があり, そのサブ論点の成否が主論点の成否に影響すると考えられる。さらにサブ論点の成否を争う中でサブサブ論点の成否を争うこともある。これは議論フレームワークに対応するグラフ全体が主論点を争う議論を表し, その中にサブ論点を争う部分グラフがあり, さらにその中にサブサブ論点を争う部分グラフがあることになる。

このサブ論点に相当する以下の性質を持つノード集合 B ( $B \subseteq \text{Args}$ ) を「房」とよぶ。

- i) 房 B には根ノード r が1つ存在する ( $r \in B$ )。
- ii) 攻撃関係/支持関係を順方向, または, 逆方向にたどることによって, B 中の任意のノードから r へ達する。
- iii) B 中の r 以外の任意のノードから B 外のノードへの攻撃関係/支持関係は存在しない。B 外のノードから B 中の r 以外のノードへの攻撃関係/支持関係も存在しない。

要約は, 双極性議論フレームワークのグラフ構造から房を検出し, 房をその根ノードに縮約するという方法を用いる。簡単のため, サブ論点(またはサブサブ論点)に関する議論フレームワークはその中で閉じており, 他の論点の議論フレームワークとは

サブ論点の結論の論証とのみ攻撃関係にあると仮定している。

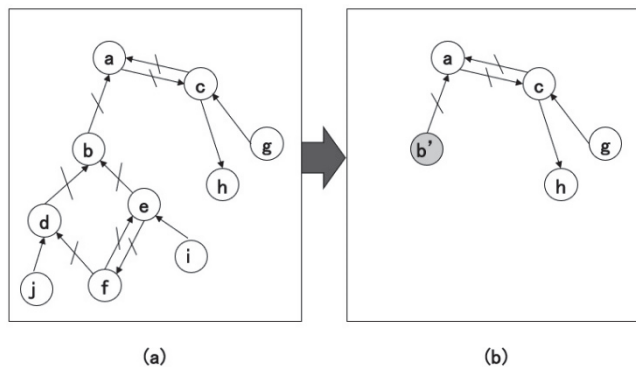


図2 BAFの要約

図 2(a)では、 $\{b,d,e,f,i,j\}$ がサブ論点に関する議論(bを根ノードとする房)である。 $\{b,d,e,f,i,j\}$ からなる部分グラフをbに縮約してb'とし、図 2(b)を得ている。

2

#### 4.2 議論フレームワークの意味論の拡張

議論フレームワークを要約した結果、グラフの一部が失われるため、そこから得られる拡張が変化する。たとえば図 2(a)では完全拡大は $\{\}, \{a,d,e,i,j\}, \{b,f,c,g,h\}$ であるが、図 2(b)では完全拡大は $\{b',c,g,h\}$ となり、主論点 a の成否に相違が生じてしまう。

そこで、その根ノード(図 2 では論証 b)に関する房(図 2 では、 $\{b,d,e,f,i,j\}$ )においてその結論が支持されたのか(基礎拡大に含まれていたか)、論証の決着がついていないか(いずれかの完全拡大に含まれる)、または、論破されたのか(完全拡大に含まれない)によって、縮約された結論ノードに sk, cr, def のいずれかの信頼度ラベルをつけ、縮退による結論の変化に対処するために、新しい意味論(RBAF; Reliability based Bipolar Argumentation Framework)を考慮する。

RBAF は  $BAF = (Args, Ratt, Rsup)$  の各論証に sk, cr, def のいずれかの信頼度を割り当てたものであり、もともとは AF のために定義された RAF を BAF 向けに拡張したものである。信頼度割り当て  $ST : (Args \times \{sk, cr, def\})$  を用いて RBAF は  $(Args, Ratt, Rsup, ST)$  と定義される。RBAF においては、cr の論証をどの程度信頼するかによって、「受容可能」の定義を以下のように楽観と悲観の2つに拡張する。また、それに応じて「許容可能」や「拡大」も楽観の場合と悲観の場合に拡張する。

##### [楽観的受容可能]

ある論証 a があるとき、a を攻撃する信頼度 sk の論証 b があれば、必ず S 内のある信頼度 sk/cr の要素 c が b を攻撃するとき、「S は a を楽観的受容可能」という。

##### [悲観的受容可能]

ある論証 a があるとき、a を攻撃する信頼度 sk/cr の論証 b があれば、必ず S 内のある信頼度 sk の要素 c が b を攻撃するとき、「S は a を悲観的受容可能」という。

BAF における論証集合 S において、ある房の根ノードが S の要素でありとき、その房を縮約した RBAF の論証集合を S' とするとき、以下の性質が成り立つ。

[性質 1] S が BAF で完全拡大であるとき、S' は RABF で楽観完全拡大であり、その逆も成り立つ。

[性質 2] S が BAF で基礎拡大であるとき、S' は RABF で悲観基礎拡大であり、その逆も成り立つ。

これらの性質から、議論集合を縮約して論証フレームワークの一部が失われても、もとの論証フレームワークの主要部においてその結論をただしく評価することができる。

図 1 の例では、要約後の議論フレームワークでは論証 b' の信頼度が cr となり、その結果、楽観意味論では基礎拡大は $\{\}$ 、選好拡大は $\{a\}, \{b',c,g,h\}$ となる(縮退に無関係の a, c, g, h の信頼度は sk としている)。また、悲観意味論では基礎拡大は $\{\}$ 、選好拡大は $\{c,g,h\}$ となり、主論点の成立可能性に関する保存性が示され、RAF 意味論の有効性が示される。

#### 5. おわりに

本稿ではオンライン議論の効率化のため、議論の要約機能を議論インタフェースに組み込むことを提案した。AF の拡張である BAF の理論に基づき、議論の要約を行っても、議論の要部の意味論を一定の範囲で保持できることを示した。

ここでは要約機能のみを紹介したが、議論インタフェースとして議論を効率的に進めるための他の機能については別途、報告する予定である。

本研究は、文部科学省科学研究費基盤 S「裁判過程における人工知能による高次推論」、民事紛争処理基金、および電気通信普及財団からの補助を受けています。

#### 参考文献

- [Cayrol 2005] Claudette Cayrol, Marie-Christine Lagasque -Schiex: On the Acceptability of Arguments in Bipolar Argumentation Frameworks, Proc.ECSQARU, 2005.
- [Dung 1995] P.M.Dung: On the acceptability of arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning, logic programming and n-person games, Artificial Intelligence 77, 1995.
- [Katsura 2016] Yuki Katsura, Kei Nishina, Shogo Okada, Katsumi Nitta: Argumentation Support Tool with Modularization Function and Its Evaluation CARE 2016, 2016.
- [Kawasaki 2019] Tatsuki Kawasaki, Sosuke Moriguchi, Kazuko Takahashi: Reasoning by a Bipolar Argumentation Framework for PROLEG, LNCS 11717, Springer 2019.
- [Kubosawa 2012] Shumpei Kubosawa, Youwei Lu, Shogo Okada and Katsumi Nitta, Argument Analysis with Factor Annotation Tool, JURIX 2012, 2012.
- [Tanaka 2005] Takahiro Tanaka, Yoshiaki Yasumura, Daisuke Katagami. Katsumi Nitta: Case Based Online Training Support System for ADR Mediator, ICAIL 2005, 2005.
- [Vermeys 2019] Nicolas Vermeys, Jean-Francois Roberge: ODR as a Public Service: The Access to Justice Driven Canadian Experience, 19<sup>th</sup> annual ODR Forum, 2019.
- [仁科 2019] 仁科慧, 新田克己: AF 意味論に基づく議論記録の要約手法, 人工知能学会全国大会, 2019.