

Argumentation Framework を用いた論争エージェントの発話選択

上田 堂弘[†] 前田 憲生^{†1} 田中 貴紘^{†2} 片上 大輔[†] 新田 克己[†]

[†] 東京工業大学総合理工学研究科 〒226-8502 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259

E-mail: [†] {ueda, maeda, takat, katagami, nitta}@ntt.dis.titech.ac.jp

あらまし 本論文では、われわれが開発しているオンライン調停支援システム上で、人間の練習相手として議論を行う論争エージェントのための、新しい発言生成手法について述べる。これまでに開発した論争エージェントの発言生成手法では、次の発言を決定する際に短期的な戦略しか行うことができなかった。本手法では、Argumentation Framework を利用して論争状況をモデル化することで、未来の状況を考慮に入れた発言選択が可能となる発言選択アルゴリズムを提案する。またそれをシステムに実装し、エージェントが中期的な論争戦略が可能となることを、これまでの研究との比較によって示す。

キーワード オンライン調停支援システム, 論争エージェント, Argumentation Framework

Utterance Selection of An Argument Agent Using Argumentation Framework

Takahiro UEDA[†] Norio MAEDA[†] Takahiro TANAKA[†] Daisuke KATAGAMI[†] and
Katsumi NITTA[†]

[†] Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology 4259 Nagatsuta,
Midori-ku, Yokohama City, Kanagawa, 226-8502 Japan

E-mail: [†] {ueda, maeda, takat, katagami, nitta}@ntt.dis.titech.ac.jp

Abstract This paper describes a new utterance generation technique for an argumentation agent that argues with persons for a practice on the online mediation support system that we have been developed. When the following utterance was decided, the utterance generation technique of the argument agent only enabled a short-term strategy. We propose an utterance selection algorithm that takes anticipated conditions into consideration by modeling the argument situation based on Argumentation Framework. Moreover, we show that the agent performs a mid-term argument strategy by the comparison with conventional research.

Keyword Online Mediation System, Argument Agent, Argumentation Framework

1. はじめに

近年、ネットオークションでのトラブルなど、日常生活における紛争は増加しているが、裁判による紛争解決は時間とコストがかかるため、調停や仲裁といった裁判外紛争解決 (ADR) が注目されている。この中で調停とは、調停者である第三者の仲介のもと、当事者同士が話し合いを行い、両者の納得出来る紛争の解決手段を決めることである。調停者には当事者の話を聞くだけでなく、当事者双方から必要とされる情報を引き出す、得られた情報両者の妥協点を考慮した調停解決案を作る、当事者の感情面まで考慮して解決案に合意を取り付ける、調停全体の進行をスムーズに行う、など様々なスキルを求められる [1][2]。このようなスキルを習得するためには、知識を取得するだけでなく、模擬調停などで実践的な練習を行い、経験を積

む必要がある。

しかし模擬調停には、調停者役・当事者役・教師役の人間が必要であるという人間的な制約と、調停に必要とされる時間が長いという時間的な制約から、これまでの調停教育では模擬調停による教育効果が十分に発揮されていなかった。

そこで、この問題を解決するために、我々はオンライン調停支援システムを開発し [3]、さらに、人間の代わりに調停の練習相手となってくれる論争エージェント [4] を開発してきた。現在の論争エージェントの問題点としては、調停において単純に事実関係を確認する論争を行うことや、短期的な発言戦略は可能であるが、未来の状況を予測することで、中期的な発言戦略を構築し、次の発言を決定することが不可能なことである。

本研究では、エージェントが論争を認識するモデル

¹ 現在 日本電気株式会社キャリアネットワーク BU モバイルネットワーク事業本部 〒211-8666 神奈川県川崎市中原区下沼部 1753

² 現在 東京農工大学共生科学技術研究院 〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16



図1 オンライン調停支援システムの概要

として Dung の提案した Argumentation Framework[5]を適用し、現在や未来の論争状況を評価することによって、論争エージェントの次の発言を中期的な戦略を使って決定することが可能なアーキテクチャの開発とその実装を目指す。

本論文では、まず、2章で本研究が利用するオンライン調停支援システムについて述べる。次に、3章で Argumentation Framework の概要について述べ、4章で本研究が提案する論争エージェントのアーキテクチャについて述べる。また、5章で論争エージェントの実行例について述べ、最後に6章でまとめと今後の課題について述べる。

2. オンライン調停支援システム

本章では、本研究で利用するオンライン調停支援システムの概要と、システムで調停支援を行う上で必要となるデータ群について述べる。

2.1. 概要

本研究で利用するオンライン調停支援システムは調停者と二人の当事者の三者がインターネットを利用して調停を行う環境を提供する。このシステムの主な機能は①オンライン論争環境の提供、②調停中の発言をインデキシングして事例ログを生成、③事例ログを利用した類似場面検索機能、の3つである。

図1にシステムの構成を示す。ユーザである調停者や当事者が論争インターフェースに発言内容を入力すると、画面上のアバタが表情・ジェスチャーを表示しながら発言内容を表示し、同時に音声で読み上げる。入力された発言は、事例オントロジや調停モデルを利用して自動的にインデキシングされ、論争が終了すると、論争内容がXML文書として自動的に事例ログに蓄積される。蓄積された事例ログは類似場面検索機能など各種の機能に利用される。また、当事者の代わりに論争エージェントを利用して調停の練習を行うことも出来る。

事例ログに記録されるそれぞれの発言には、発言ID、発言者、リンクデータ、アバタの表情、発言の原文、

表1 ファクタリストの例

ID	ラベル	有利	知識
C1	送られてきた商品に問題があるかどうか		
[f1]	商品に不備がある	落札者	共通
[f2]	商品に不備は無い	出品者	共通
[f3]	背面に傷がある	落札者	共通
[f4]	傷は商品の品質に関係ない	出品者	共通
[f5]	傷がある事に問題は無い	出品者	共通
[f6]	説明通りの商品である	出品者	共通
⋮	⋮	⋮	⋮
C2	クレームが成立するかどうか		
[f20]	クレームは有効でない	落札者	共通
[f21]	クレームは有効である	出品者	共通
[f22]	ノークレーム・ノーリターン宣言が有効である	出品者	共通
[f23]	商品説明に不備がある	落札者	共通
[f24]	ノークレーム・ノーリターン宣言は無効である	落札者	共通
⋮	⋮	⋮	⋮

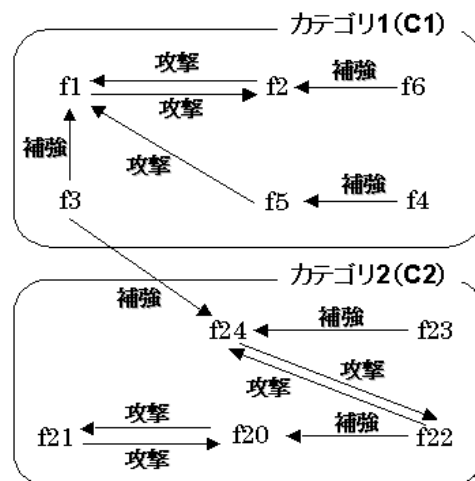


図2 ファクタ間の関係の例

出現ファクタとファクタ間の関係などが記述される。ここで、リンクデータとは「現在の発言と過去の発言との関係」を示すデータであり、「対象とする発言ID」と「発言タイプ」から成る。

この事例ログを作成するのに利用されるのが、事例オントロジと調停モデルである。事例オントロジの一部を表1と図2に、調停モデルの一部を表2に示す。事例オントロジは調停ごとに論争の話題となる要素を、あらかじめファクタとそのファクタ間の関係としてリストにまとめたものである。事例オントロジは調停ごとに用意され、発言の論点抽出に利用される。また、調停モデルは、論争における論争手段としての発言の種類（発言タイプ）と、それを行える条件と効果をリストアップしたもので、原則としてどの調停でも同じものを利用する。

表 2 調停モデルの例

当事者 X の行為	調停者の行為	当事者 Y の行為	
		合意行為	反撃行為
主張(P)	発言権(Y) 理由の要求(P)	合意(P)	否定(P) 理由($\neg P \leftarrow Q$)
合意(P)	発言権(X/Y)	任意	任意
理由 ($P \leftarrow Q$)	発言権(Y) 理由の要求(P)	合意 ($P \leftarrow Q$)	否定($P \leftarrow Q$)

3. Argumentation Framework による論争状況のモデル化

この章では Argumentation Framework の定義についてまず説明し、その後、オンライン調停支援システム上での論争状況評価に適用した例を示す。

3.1. Argumentation Framework

Argumentation Framework (以下 AF) とは Dung の提唱した優先関係の無い非単調推論を比較するための代表的なフレームワークの一つである。AF は次のように定義される。

$$AF = (AR, attacks) \quad (1)$$

ここで、AR は論拠 (argument) の集合であり、AR の内部については定義されていない。また、attacks は AR 上の二項関係で攻撃関係を示し、 $(AR1, AR2) \in attacks$ であるとき、「AR1 は AR2 を攻撃する」という。

AF にはその時点での論争状況がどのような意味を持つか、ということを表すいくつかの定義が存在する。本研究ではこの定義の中で許容可能 (admissible) と優良拡張 (preferred extension) に注目した。

許容可能とは論拠集合 AS が以下の二つの性質を同時に満たす場合に、AS を AF で許容可能という。

- ① AS 内のどの論拠の組 (A, A') に対しても (A, A') は attacks に含まれない。
- ② AS 内の全ての論拠 A に対して、 $(A', A) \in attacks$ であるような A' が存在する時は必ず、 $(A'', A) \in attacks$ であるような A'' が AS 内に存在する。ただし、A と A'' が同一の論拠であっても構わない。

また、優良拡張とは AF 内で最大の許容可能集合のことを指す。優良拡張はどの AF に対しても少なくとも一つ存在する。さらに、許容可能や優良拡張であるような論拠集合 AS は定義より、他の論拠集合から少なくとも論破されていない、という意味を持つ。本研究では、この性質を論争状況の評価に利用する。

3.2. 調停論争のモデル化

ここでは、調停での論争に AF を適用する場合において、どのように論争状況を AF で表現するか、について示す。

本研究では、事例オントロジのファクタリストを利用して、AF における論拠と攻撃関係を作成する。例と

表 3 論拠のリスト

論拠	内部ファクタ	Attack する論拠
A1	$\neg[f2] \leftarrow [f1], [f1]$	A2, A5
A2	$\neg[f1] \leftarrow [f2], [f2]$	A1, A3
A3	$[f1] \leftarrow [f3], [f3]$	A2, A5
A4	$\neg[f1] \leftarrow [f5], [f5] \leftarrow [f4], [f4]$	A1
A5	$[f2] \leftarrow [f6], [f6]$	A1, A3
A6	$\neg[f21] \leftarrow [f20], [f20]$	A7
A7	$\neg[f20] \leftarrow [f21], [f21]$	A6, A8
A8	$[f20] \leftarrow [f22], [f22]$	A7
A9	$\neg[f22] \leftarrow [f24], [f24] \leftarrow [f23], [f23]$	A8
A10	$\neg[f22] \leftarrow [f24], [f24] \leftarrow [f3], [f3]$	A8

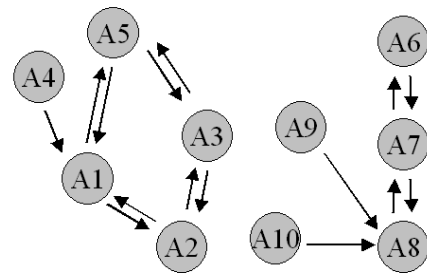


図 3 論拠間の関係

して表 1 のファクタリストを利用する。表 1 に示されているファクタが論争に存在するとする。まず、ファクタとファクタの持つ補強関係を利用して表 3 に示すような論拠のリストを作成する。例でいうと、ファクタ単体による論拠や、 $[f3]$ は $[f1]$ を補強していることから、 $[f2] \leftarrow [f3]$ といった論拠が存在する。また、AF における攻撃関係についても、ファクタの攻撃関係を利用することで、同様に表 3 に示すように記述することが出来る。例えば $[f1]$ と $[f2]$ は互いに攻撃関係にあるので、 $[f1]$ を持つ A1・A3 と $[f2]$ を持つ A2・A5 は互いに attack する関係となる。

表 3 の論拠と攻撃関係を図示すると、図 3 の様に表すことができる。図 3 の中で優良拡張である論拠集合は、定義により $\{A3, A7, A9, A10\}$ と $\{A2, A4, A5, A6\}$ である。

4. 中期的な論争戦略を実現する論争エージェント

4.1. 概略

[4]で提案された論争エージェントを利用して開発した、本研究で提案する論争エージェントのアーキテクチャを図 4 に示す。

このアーキテクチャでは、論争エージェントが発言権を取得すると、まず論争状況モニタを利用して、相

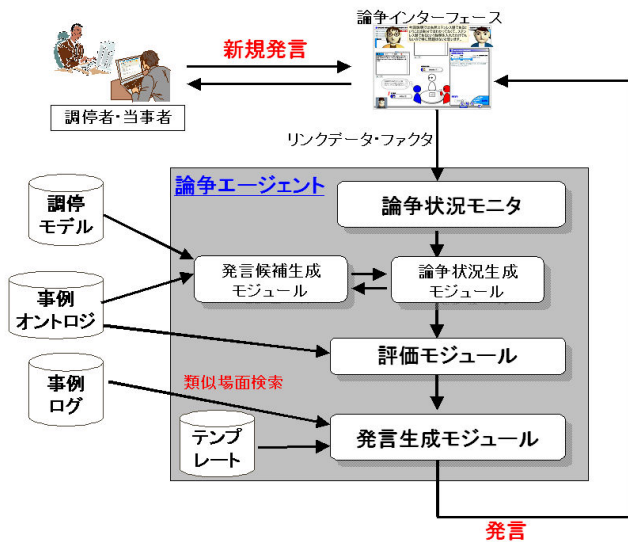


図 4 論争エージェント

手の当事者の新規発言を探し出す。次に、発言候補生成モジュールでその新規発言に対して発言候補を生成し、論争状況生成モジュールで各発言候補を新規発言とした場合の論争状況をシミュレートする。そして、それぞれの論争状況からまた発言候補を生成し、次々に論争状況をシミュレートすることで、論争状況をノードとしたゲーム木を生成する。最終的に、評価モジュールでゲーム木を評価することによって、発言候補の中から次の発言に使用するものを決定し、発言生成モジュールによって実際の発言を生成し論争エージェントが発言を行う。

以下で各モジュールの説明を述べる。なお、論争状況モニタ、発言候補生成モジュール、発言生成モジュールは既に提案されているものを利用しているので、ここでは簡潔な説明にとどめる。詳細は[4]を参照してほしい。

4.2. 論争状況モニタ

論争状況モニタは、調停における論争の状況をモニタし、管理するモジュールである。誰が・いつ・どのファクタについて発言したのか、参加者がそれぞれのファクタについて知っているのか、各ファクタの決着・未決着、などのデータを管理する。これらのデータは発言候補生成モジュールや論争状況生成モジュールにおいて利用される。

4.3. 発言候補生成モジュール

このモジュールでは、論争状況モニタのデータと事例オントロジや調停モデルをもとに、論争エージェントの次の発言における発言候補を生成する。ここでの発言候補とは発言の際の発言タイプと含まれるファクタの組のことを指す。発言タイプとファクタについてそれぞれ候補をリストアップし、複数の発言候補を生

成する。

① 発言タイプのリストアップ

発言タイプのリストアップには調停モデルを利用する。例えば、一方の当事者の発言タイプが「主張」であったとする。もう一方の当事者であるエージェントは、表 2 を参照し、合意行為を行うなら「合意」、反撃行為を行うなら「否定」か「理由」の発言タイプがリストアップされる。

② ファクタのリストアップ

発言内容に含むファクタを、対象発言に含まれるファクタから、事例オントロジを利用してリストアップする。例えば、事例オントロジが表 1 であるとき、対象発言に [f1] が含まれているならば、合意行為として $\{[f1]\}$ 、反撃行為として $\{-[f1], (-[f1] \leftarrow [f2], [f2])\}$ がリストアップされる。また、同時に [f1] と別カテゴリのファクタのうち、論争に未出で自分に有利なものが一つリストに追加される。この場合だと、[f21] が選択される。それから、本研究では AF を利用しているため、発言候補はファクタから論拠に表現を直した形で出力される。例えば、上記の例での発言候補は $\{A1, A2, A7\}$ となる。

4.4. 論争状況生成モジュール

このモジュールでは、論争状況モニタと発言候補生成モジュールを利用して、現在の論争状況から未来の論争状況を予測して、論争状況をノードとしたゲーム木を生成する。各ノードには、新規発言の論拠、参加者それぞれの既出発言の論拠、発言候補の論拠、親ノードの情報、自ノードのゲーム木における深さ、論争状況の評価値、といったデータが記述される。図 5 に生成した深さ 2 までのゲーム木の例を示す。図中の論拠は表 3 にある論拠である。このゲーム木の生成手順を利用して、モジュールの動作の流れについて説明する。

まず、ゲーム木の根となる図中の 0 のノードを生成する。論争状況モニタを利用して、現在の論争状況を取得し、現在の既出発言が $\{A1, A2, A7, A8\}$ であり、新規発言が A8 であるという情報を持ったノードとして 0 のノードを生成する。また、新規発言である A8 を発言候補生成モジュールに入力することで、 $\{A3, A9\}$ という発言候補を取得し、0 のノードに発言候補の情報を追加する。次に、深さ 1 のノード群である 1-1 と 1-2 を生成する。0 のノードから既出発言情報をコピーして 1-1 のノードを生成する。そして、0 のノードの発言候補から A3 という発言候補を選び、それを 1-1 の新規発言とする。また、この A3 を発言候補生成モジュールに入力し、次の発言候補である $\{A4, A5, A6\}$ を取得して、1-1 のノードに情報として追加する。このとき、発言候補に既出発言が含まれる場合にはそれを

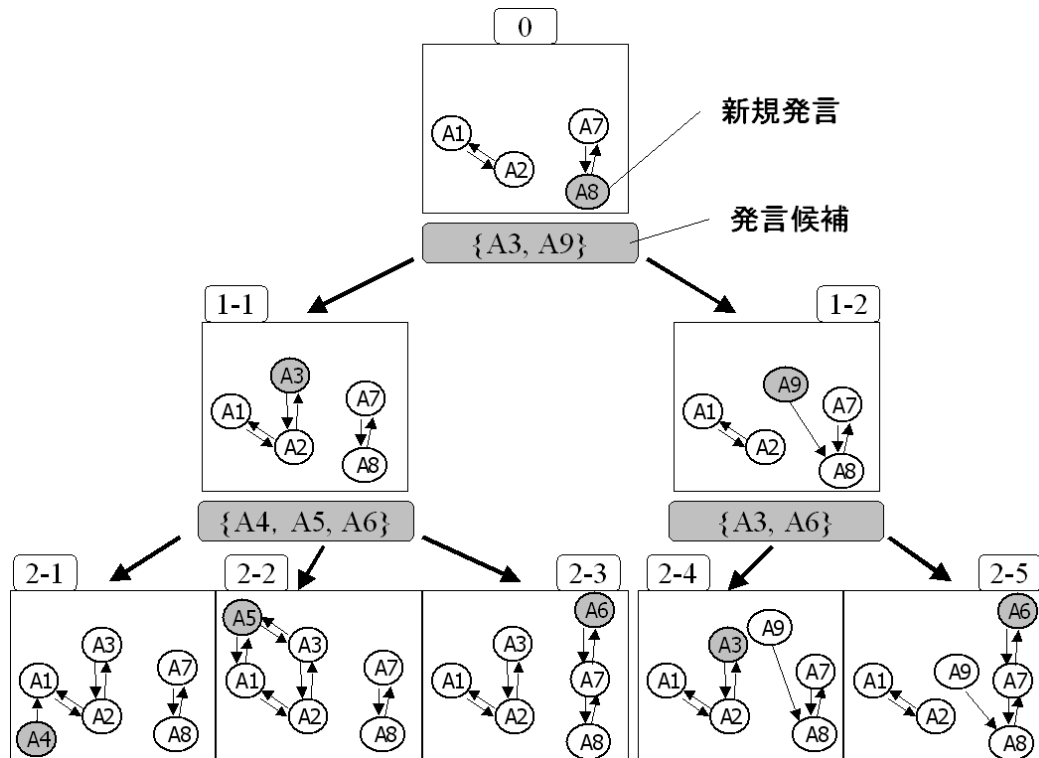


図 5 深さ 2 までのゲーム木の例

発言候補から削除する。0 のノードから A9 の発言候補を選び、1-1 を生成する時と同様の操作を行うことで、1-2 のノードを生成する。こうして深さ 1 のノード群を生成したら、0 のノードから 1-1 と 1-2 のノードを生成したのと同様の手順で、1-1 から 2-1・2-2・2-3 を、1-2 から 2-4 と 2-5 のノードを生成し、深さ 2 のノード群を生成する。

このような手順を繰り返し、ゲーム木を適当な深さ N まで生成した後に、次の評価モジュールで木を評価する。

4.5. 評価モジュール

このモジュールでは論争状況生成モジュールで生成したゲーム木を評価し、エージェントにとって最適な次の発言を発言候補から選択する。

ゲーム木の評価は、まずゲーム木の最下層を深さ N のノード群として、そのノード群に対して AF を利用した静的な評価を与え、その後、ミニマックス法を利用して、再帰的に深さ 1 のノード群まで評価をつけていく。最終的に深さ 1 のノード群の中で最も評価の高いノードの新規発言を、次のエージェントの発言として選択する。

ノードの静的評価は、まず AF を用いて論争状況を表現し、優良拡張による評価を与える。その後、エージェントの選好を表現するために、ファクタの重要性を利用した評価を加える。それぞれの評価は次の通りである。

① 優良拡張による評価

優良拡張であるような論拠集合に自分自身の発言が含まれる場合には、その論拠集合の論拠数を評価とする。自分の発言が優良拡張に含まれない場合には、自分の発言を含む許容可能な論拠集合の中で、最大の論拠集合の論拠数を評価とする。

② ファクタの重要性による評価

まず、事例オントロジの各ファクタに、エージェントにとって重要か重要でないか、というパラメータを追加する。重要であるファクタが、①で評価の対象となる論拠集合に含まれる場合、①での評価に加えて評価値を加える。

4.6. 発言生成モジュール

発言生成モジュールは、評価モジュールで選択された発言候補をもとに、実際の発言を生成する。発言生成はまず、類似場面検索機能を利用して発言生成を行い、適した発言が事例ログから見つからない場合は、事前に用意しておいたテンプレートを利用して発言を生成する。

5. 実行例

実際にオンライン調停支援システムを利用して、調停者、当事者、論争エージェントで模擬調停を行った際の例を図 6 に示す。ここでは事例オントロジとして表 1 に一部が示してあるものを用い、出品者を人間、落札者を論争エージェントとした。また、調停者は発言

パターンA(本手法)
<p>落札者: 送られてきた商品には不備があるので返品させてほしいと思います。</p> <p>出品者: 商品には不備は無いはずですが。返品には応じられません。</p> <p>落札者: オークションにおいて出品者には落札者のクレームに応じる義務があると思います。</p> <p>出品者: ノークレーム宣言をしています。クレームに応じる必要はないと思います。</p> <p>落札者: 商品の不備として本体背面に傷がありましたか? ①</p> <p>出品者: 傷は商品の品質に影響を与えていません。問題ないと思います。</p> <p>落札者: 商品の品質に関わらず傷があることに問題があると思いますが?</p> <p>出品者: 本体背面の写真が説明として提示してありました。それで傷は確認できたはずですが。</p> <p>落札者: 説明の写真は画像が粗く、傷は確認できませんでした。</p>
パターンB(従来手法[4])
<p>落札者: 送られてきた商品には不備があるので返品させてほしいと思います。</p> <p>出品者: 商品には不備は無いはずですが。返品には応じられません。</p> <p>落札者: オークションにおいて出品者には落札者のクレームに応じる義務があると思います。</p> <p>出品者: ノークレーム宣言をしています。クレームに応じる必要はないと思います。</p> <p>落札者: 説明に不備があれば、ノークレーム宣言は無効になるはずですが。②</p> <p>出品者: 説明に特に不備は無かったと思います。それよりもクレームが2ヶ月後であったことが問題だと思います。</p> <p>落札者: 2ヶ月という期間は関係ないと思います。</p> <p>出品者: 商品に不備があるのなら、届いてすぐにクレームをするのが当然だと思います。</p> <p>落札者: 商品はすぐに使用するものではなかったもので、しばらく開封していませんでした。</p>

図 6 実行例

権の移動とそれに関する発言のみを行っているので、表記を省略した。

図 6 に示す実行例は、パターン A は本研究で提案したアーキテクチャを利用して未来の状況を予測して論争を行っているのに対し、パターン B では次の発言の有利・不利のみを判定して論争を行っている。その結果、下線部①及び②の前まではパターン A と B の両方も同じ論争になっているが、下線部以降の論争の展開が違ったものとなっている。この下線部①及び②は、それぞれ図 5 のノード 1-1 及び 1-2 に対応している。ノード 1-1 とノード 1-2 を比較すると、ノード 1-1 の新規発言の論拠 A3 は A2 に攻撃すると同時に A2 から反撃もされているのに対し、ノード 1-2 の新規発言の論拠 A9 は、A8 を攻撃しているのみで他の論拠から反撃を受けていない。そのため、ノード 1-1 とノード 1-2 のみを比較すると、ノード 1-2 の状況の方がノード 1-1 の状況よりも有利であるので、次の発言のみを判定するパターン B では②の発言が選択されている。しかし、パターン A では図 5 に示すよりもっと先の状況まで本研究のアーキテクチャでエージェントが予測し、その結果、下線部①に示す発言を選択した。パターン A とパターン B のその後の展開を見ると、パターン A は落札者が出品者を攻撃している展開であるのに対し、パターン B は逆に出品者に落札者が攻められる展開となっており、エージェントが先の論争状況を予測して発言を行っているのがわかる。

6. おわりに

本研究では、Argumentation Framework を利用して、オンライン調停支援システム上で動作する論争エージェントに、中期的な発言戦略を可能とするアーキテクチャを提案した。このアーキテクチャで論争エージェントは、論争状況を Argumentation Framework によってモデル化し、各論争状況をノードとしたゲーム木を生成することで、未来の状況を予測して次の発言を決定する。

今後の課題としては、論争エージェントの発言戦略をどのように実現するか、論争エージェントの個性をどう表現するか、などがある。特に、発言戦略に関しては、論争状況の評価関数を変化させることで、発言戦略に幅を持たせることが出来ると考えられるので、論争状況の評価関数の検討が一番の課題となる。

文 献

- [1] レビン小林久子, 調停への誘い, 日本加除出版, 東京, 2004.
- [2] Ethan Katsh, Janet Rifkin, Online Dispute Resolution, Jossey-Bass, San Francisco, 2001.
- [3] 田中貴紘, 安村禎明, 片上大輔, 新田克己, “オンライン調停教育支援システムの類似場面検索機能,” 人工知能学会論文誌, Vol.20, no.2, pp.94-104, Jan.2005.
- [4] Takahiro Tanaka, Norio Maeda, Daisuke Katagami, Katsumi Nitta, “Characterized Argument Agent for Training Partner,” Proceedings of the 1st International Workshop on Juris Informatics (in Conjunction with the 21st Annual Conference of JSAI), pp.30-41, June.2007.
- [5] Phan Minh Dung, “On the Acceptability of Arguments and Its Fundamental Role in Nonmonotonic Reasoning, Logic Programming and N-person Games,” Artificial Intelligence, vol.77, no.2, pp.321-357, Sept.1995.