

価値観の異なるエージェント間の議論フレームワークに基づく説得対話モデル

A Model for a Persuasion Dialogue between Agents with Their Inherent Values Based on an Argumentation Framework

森野尊行*¹ 高橋和子*²
Takayuki Morino Kazuko Takahashi

*¹関西学院大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University

A model for a persuasion dialogue between agents with their preferences is described. Each agent has its inherent value on claims or subjects as her preference, and an argumentation framework for each agent is constructed using it. A dialogue proceeds using these argumentation frameworks considering the opponent's model. The goal of a dialogue is reaching an agreement with higher satisfiability of agents, and the preferences are used to evaluate the result of a dialogue. A strategy for achieve the goal is discussed.

1. はじめに

人工知能における議論についてはこれまで多くの研究がなされている。Dung は論証と攻撃関係から成る抽象議論フレームワークを提案し、論理プログラミングや非単調推論との関係を示し、数理議論学の研究に大きな影響を与えた [Dung 95]。

Amgoud らは議論フレームワークを用いた対話モデルを提案した [Amgoud 00]。その対話モデルのエージェントは知識に命題論理式の集合を持ち、知識から議論フレームワークを構成し、その議論フレームワーク内で攻撃されていない論証と攻撃されているが他の論証によって守られている論証の集合である受理集合を信念とした。そして、合理的なエージェントの振る舞いをするように、信念に含まれる論証だけを発言するようにした。エージェントの持つ知識や信念は対話中に相手のエージェントから新たな情報を知ることによって、動的に変化する。

説得対話とは、ある議題について対立するエージェント間でお互いに意見を述べて相手を説得する対話である。横浜は Amgoud らの対話モデルに予測知識を導入し、説得対話において相手を説得させるための戦略を提案した [Yokohama 16]。しかし、横浜の提案したモデルでは相手に議題を受け入れさせることのみが目標で、それぞれのエージェントがどれだけ満足できているかについて考慮していない。

本研究ではエージェントごとに別々の選好度をとり入れたモデルを作り、対話終了時の結果について選好度を用いて評価する。また、評価の高い結果を得るための戦略について考察する。

本発表は以下のように構成される。2 節では preference を考慮した議論フレームワークを説明する。3 節では横浜の予測知識を導入した対話モデル、戦略について述べる。4 節では選好度を考慮した説得対話モデルを定義し、例、戦略の考察について述べる。5 節ではまとめ、今後の課題について述べる。

2. preference を持つ議論フレームワーク

議論フレームワーク AF とは論証の集合 AR とその集合上の関係である攻撃関係 AT の 2 項組 $AF = (AR, AT)$ である。論証はエージェントが発言する内容を記号で表したもので、攻撃関係はある論証がどの論証に対して反論しているかの関係で

ある。攻撃関係 (A, B) は論証 A から論証 B に対する反論という意味である。

エージェントの論証に対しての好みを preference といい、自然数を割り当てる。エージェント X の論証 A に対して preference を割り当てる関数を $pref_X$ と定義する。

議論フレームワーク $AF = (AR, AT)$ を考える。ラベリング L とは関数 $L : AR \rightarrow \{in, out, undec\}$ である。 AR に属する全ての論証 A が以下の条件を満たす時、ラベリング L を完全ラベリングという [Baroni 11]。

1. $L(A) = in \Leftrightarrow A$ を攻撃する論証のラベルが全て "out" である。
2. $L(A) = out \Leftrightarrow A$ を攻撃する論証のラベルが少なくとも一つは "in" である。
3. $L(A) = undec \Leftrightarrow A$ の論証のラベルが "in", "out" でもない。

また、 $L(A) = in$ のとき、 A は AF 内で受理可能という。本研究では完全ラベリングを扱うとする。

$AF_1 = (AR_1, AT_1), AF_2 = (AR_2, AT_2)$ を議論フレームワークとする。 $AR_1 \subseteq AR_2, AT_1 \subseteq AT_2$ を満たすとき、 AF_1 を AF_2 の部分議論フレームワークと呼び、 $AF_1 \subseteq AF_2$ と表記する。

対象とする全ての情報から構成される議論フレームワークを全体議論フレームワークとする。全体議論フレームワークを $UAF = (UAR, UAT)$ とするとき、エージェント X の全体議論フレームワークである $UAF_X = (UAR_X, UAT_X)$ は UAF の部分議論フレームワークであり、以下の条件を満たすものである。

1. $UAR_X = UAR$
2. $UAT_X = \{(A, B) \mid A, B \in UAR_X, (A, B), (B, A) \in UAT, pref_X(A) \geq pref_X(B)\} \cup \{(A, B) \mid A, B \in UAR_X, (A, B) \in UAT, (B, A) \notin UAT\}$

2 は論証 A, B 間でお互いに反論しあっていたら、preference が高い論証で反論をしている攻撃関係を UAF から取り出し、論証 A, B 間でお互いに反論しあっていなければ、preference と関係なしに攻撃関係を UAF から取り出すということである。

連絡先: 森野尊行, 関西学院大学大学院理工学研究科, 兵庫県三田市学園 2-1, 079-565-8391, fvo65684@kwansei.ac.jp

3. 予測に基づく説得対話モデル

横浜の説得対話モデルを説明する。横浜の説得対話モデルでは命題論理式の集合である知識ベースから議論フレームワークを構築していたが、ここでは抽象議論フレームワークを使って定義する。説得対話は議題 ρ に関して二人のエージェント（議題を提案する提案者 P 、対立者 Q ）間で行われる。各エージェント、知識として自分自身の議論フレームワークと相手の予測議論フレームワークの二つを持つ。これらは相手が発言した論証から新たな情報を得るごとに変化する。このモデルではエージェントの preference は一致していると考えている。

任意のエージェントを X 、その相手を Y 、エージェント X の全体議論フレームワークを UAF_X とする。エージェント X が持つ初期議論フレームワーク $AF_X = (AR_X, AT_X)$ は以下の条件を満たす。

1. $AF_X \subseteq UAF_X$

エージェント X が持つ Y の初期予測議論フレームワーク PAF_Y は以下の条件を満たす。

1. $PAF_Y \subseteq AF_X, PAF_Y \subseteq AF_X$

これらは予測できる範囲の制限を表し、予測できるものは自分の知っている範囲であり、かつ、相手の持つ議論フレームワークの部分議論フレームワークであることを示す。

エージェントを X 、論証を A とする。提案者 P と対立者 Q の間の説得対話は、最初に P が議題 ρ を述べたあと P, Q が交互に手を出すことで進行する。手は論証を述べるか、何も論証を述べずパスするかのいずれかで、それぞれ $(X, A), (X, \text{pass})$ と記述する。論証を述べる場合は条件として以下を満たす。

1. 同じ論証は二度発言しない。
2. 相手がこれまでに発言した論証に対して攻撃関係がある。

また、対話は双方のエージェントが続けてパスすれば終了する。

新たな論証が出されるとエージェントの持つ議論フレームワークが更新される。preference を考慮しない場合、全体議論フレームワークとエージェントの全体議論フレームワークが一致する。あるエージェントの全体議論フレームワークを $UAF = (UAR, UAT)$ とし、議論フレームワーク $AF = (AR, AT)$ が論証 A を受け取ったときの UAF に関する更新を $AF \circ A$ と表記し、以下のように定義する。

1. $AF \circ A = (AR \circ A, AT \circ A)$
 - (a) $AR \circ A = AF \cup \{A\}$
 - (b) $AT \circ A = AT \cup \{(A, B), (C, A) \mid B, C \in AR, (A, B), (C, A) \in UAT\}$

preference を考慮した場合 AF_X の更新は UAF_X に関するものになり、 PAF_Y の更新は UAF_Y に関するものになる。

4. 選好度を考慮した説得対話モデル

4.1 対話の評価基準

横浜の説得対話モデルでは、対話の目標は議題を受け入れさせることであった。そのため提案者 P は議題が対立者 Q の議論フレームワーク内で受理可能になるような手の出し方を戦略としてとっていた。一方本研究では必ずしも議題が受け入れられなくてもよく、議題に対する受理可能性が一致していることが目標となる。そのため以下のような戦略を考える。

ある時点において論証 A が発言可能な場合、手の選び方を以下の 1,2,3,4 の優先順位にしたがって行う。

戦略 ST

1. 論証 A を発言した結果、自分の議論フレームワークと更新される相手の予測議論フレームワークにおける議題のラベルが一致するとき、論証 A を発言する。
2. 現在、自分の議論フレームワークと相手の議論フレームワークの予測における論証 A のラベルが一致していればパスする。
3. 論証 A を発言する。
4. パスする。

ある論証が相手の議論フレームワーク内で受理可能かどうかは、予測議論フレームワークを使って判断する。

提案者 P と対立者 Q の説得対話終了時における P, Q の議論フレームワークにおいて、議題 ρ のラベルが一致していれば議題解決、一致していなければ議題不解決という。さらに、議題解決の場合は双方のエージェントの満足度が高い方がよい結果といえるから、以下のように評価基準として選好度を設定する。エージェント X の議論フレームワークである $AF_X = (AR_X, AT_X)$ における完全ラベリングを L_X とすると、 AF_X における選好度を $I(AF_X) = \sum_{A \in AR_X, L_X(A) = \text{in}} \text{pref}_X(A)$ と定義する。

提案者 P と対立者 Q の議題 ρ に関する説得対話の終了時の P, Q の持つ議論フレームワークを AF_P, AF_Q とすると、議題解決の場合、その対話の選好度は $I(AF_P) + I(AF_Q)$ 、議題不解決の場合は 0 とする。すべての可能な終了対話において、 $I(AF_P) + I(AF_Q)$ が最大となる対話を提案者 P と対立者 Q の議題 ρ に関する説得対話の最適解とよぶ。

4.2 例

これ以降、対話を $d_k = (m_0, \dots, m_{k-1})$ 、手を $m_i (0 \leq i \leq k-1)$ とする。手 m_i を出す前の AF を AF^{d_i} と記述する。

議題 A についての提案者 P 、対立者 Q 間の説得対話列を説明する。全体議論フレームワークを UAF 、 P の全体議論フレームワークを UAF_P 、 Q の全体議論フレームワークを UAF_Q 、 P が持つ初期議論フレームワークを $AF_P^{d_0}$ 、 P が持つ Q の初期予測議論フレームワークを $PAF_Q^{d_0}$ 、 Q が持つ初期議論フレームワークを $AF_Q^{d_0}$ 、 Q が持つ P の初期予測議論フレームワークを $PAF_P^{d_0}$ とする。

また以下を提案者 P 、対立者 Q の論証の preference とする。

$$\begin{array}{ll} \text{pref}_P(A) = 2 & \text{pref}_Q(A) = 1 \\ \text{pref}_P(B) = 1 & \text{pref}_Q(B) = 1 \\ \text{pref}_P(C) = 1 & \text{pref}_Q(C) = 2 \\ \text{pref}_P(D) = 1 & \text{pref}_Q(D) = 1 \\ \text{pref}_P(E) = 1 & \text{pref}_Q(E) = 2 \\ \text{pref}_P(F) = 1 & \text{pref}_Q(F) = 1 \end{array}$$

$$UAF = (\{A, B, C, D, E, F\}, \{(B, A), (C, A), (E, A), (C, B), (D, B), (E, B), (A, C), (A, E), (F, E)\})$$

$$UAF_P = (\{A, B, C, D, E, F\}, \{(B, A), (C, B), (D, B), (E, B), (A, C), (A, E), (F, E)\})$$

$$UAF_Q = (\{A, B, C, D, E, F\}, \{(B, A), (C, A), (E, A), (C, B), (D, B), (E, B), (F, E)\})$$

$$AF_P^{d_0} = (\{A, B, C, D, E\}, \{(B, A), (C, B), (D, B), (E, B), (A, C), (A, E)\})$$

$$PAF_Q^{d_0} = (\{A, B\}, \{(B, A)\})$$

$$AF_Q^{d_0} = (\{A, B, F\}, \{(B, A)\})$$

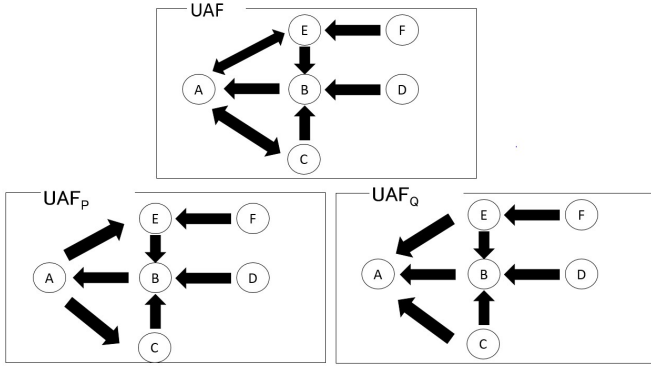


図 1: 全体議論フレームワークとエージェントの全体議論フレームワーク

$$PAF_P^{d_0} = (\{A, B\}, \{(B, A)\})$$

図 1 は UAF とエージェントの UAF , 図 2 はエージェントの持つ初期議論フレームワークを表している。

P が戦略を用いず議題不解決になる例を考える。

$d_2 = (m_0 = (P, A), m_1 = (Q, B))$ と対話が進み, 対話 d_3 の時提案者 P が論証 B に対して論証 C を用いて反論する $m_2 = (P, C)$ の場合, この後の対話で P がいかなる論証を述べようが説得は失敗をする。なぜなら対立者 Q の持つ議論フレームワークは $AF_Q^3 = (\{A, B, C\}, \{(B, A), (C, B), (C, A)\})$ となり, $AF_Q^{d_3}$ の議題 A のラベルは "out" でこの後説得者 P が論証 D, E のいずれを発言しても対立者の議題 A のラベルは変化せず, 対話終了時の AF_P, AF_Q 内の議題 A のラベルは一致せず議題不解決になるからである。

戦略 P が戦略 ST を用いて議題解決になる例を考える。 $d_2 = (m_0 = (P, A), m_1 = (Q, B))$ と対話が進み, 対話 d_3 の時提案者 P が戦略 ST の優先度 1 に従って, $PAY_Q^{d_4}$ の議題 A のラベルが $L_Y(\rho) = \text{"in"}$ になる論証 D を P が述べ, $m_2 = (P, D)$ の場合対立者 Q の持つ議論フレームワーク $AF_Q^{d_3} = (\{A, B, D, F\}, \{(B, A), (D, B)\})$ となり, $AF_Q^{d_3}$ の議題 A のラベルは "in" となる。以降 P は戦略に従うとパスを行うので Q の AF_Q 内の論証のラベルは変化せず, AF_P と AF_Q の議題 A のラベルはともに "in" となり, 議題解決する。対話終了時の P の選好度は 3, Q の選好度は 2 となり, お互いの選好度の合計値は 5 になる。

最適解で議題解決する例を考える。

$d_8 = (m_0 = (P, A), m_1 = (Q, B), m_2 = (P, D), m_3 = (Q, \text{pass}), m_4 = (P, E), m_5 = (Q, F), m_6 = (P, \text{pass}), m_7 = (Q, \text{pass}))$ と対話が終わると, P の選好度は 4, Q の選好度は 3 となり, お互いの選好度の合計値は 7 になる。上記の対話例は戦略 ST を用いると起こりえない。なぜなら P の持つ Q の予測議論フレームワークの PAF_Q 内に論証 F が存在せず, P が論証 E を述べた場合に, P の PAF_Q の議題 A のラベルが "out" となるので, 戦略 ST を用いると論証 E を述べるのを避けるからである。

4.3 戦略についての考察

今回は P が戦略にしたがって対話した場合を考え, Q の対応は考えなかった。 Q の手の出し方に関わらず最適解で対話が終わるような戦略を見つけるのは困難である。本研究で対象とする対話の目標はお互いのエージェントの選好度の合計値が高くなることであるので, 両者がともに同じ戦略をとる場合の結

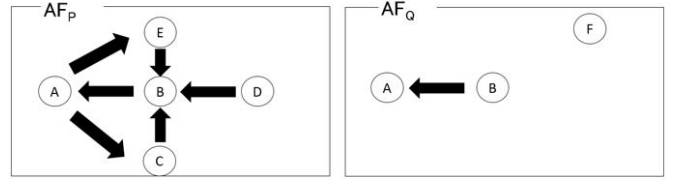


図 2: エージェントの持つ初期議論フレームワーク

果とエージェントの持つ議論フレームワークや相手の予測議論フレームワークとの関係についての考察が必要である。

また, 現在エージェント P の持つ Q の予測議論フレームワーク内の論証に対して $PAR_Q \subseteq AR_P, PAF_Q \subseteq AR_Q$ という制約条件を課しているが, P が Q に比べて多くの論証を持っている $AR_Q \subseteq AR_P$ の場合, $PAR_Q \subseteq AR_Q$ という制約条件を外し, 以下の戦略を行うことによって, P は自分に不利な結果をうむ対話を避けることができる。

ある時点において論証 A が発言可能な場合, 提案者 P の手の選び方を以下の 1, 2 の優先順位にしたがって行う。

1. P の持つ議論フレームワーク内と P の持つ Q の予測議論フレームワーク内におけるラベルが "in" である論証 A を述べる。
2. パスする。

5. まとめ

本論文では, 横浜の提案した対話モデルに, エージェントごとに別々の選好度を導入し, 議題の解決とお互いのエージェントの選好度の合計値が高くなるような戦略について考察した。

今後の課題はある条件下において最適解を出すための戦略を見つけることである。

参考文献

- [Dung 95] Dung, P. M.: On the acceptability of arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning, logic programming and n-person games, Artificial Intelligence, Vol. 77, pp. 321-357(1995).
- [Baroni 11] Baroni, P., Caminada, M., and Giacomin, M.: An introduction to argumentation semantics, The Knowledge Engineering Review, Vol. 26:4, pp. 365-410(2011).
- [Amgoud 00] Amgoud, L., Maudet, N. and Parsons, S.: Modelling dialogues using argumentation, AAMAS00, pp. 31-38(2000).
- [Yokohama 16] Yokohama, S. and Takahashi, K.: What Should an Agent Know Not to Fail in Persuasion?, EUMAS-AT2015, pp. 219-233(2015).