

Protocolo para diálogos argumentativos no auxílio da decisão consensual em sistemas multiagentes

Ayslan T. Possebom¹, Mariela Morveli¹, Cesar A. Tacla¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial (CPGEI)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

{possebom,morveli.espinoza,cesar.tacla}@gmail.com.br

Abstract. *Many argumentation systems applied to decision-making in multi-agent systems have been proposed. However, less attention has been given to cases where the decision should be obtained by consensus. This paper introduces a protocol for argumentation-based dialogues that support the consensual decision making where the dialogue is dynamic with no pre-established speech sequence and it allows identifying to what extent the set of acceptance or rejection used in the formula of the arguments is known by the agents. This paper connects argumentation and consensual decision-making in multi-agent systems.*

Resumo. *Diversos sistemas de argumentação aplicados na tomada de decisão em sistemas multiagentes foram propostos. No entanto, pouca atenção foi dada aos casos onde a decisão deve ser obtida de forma consensual. Apresentamos um protocolo para diálogos baseado em argumentação para apoio na tomada de decisão consensual onde o diálogo é dinâmico, não havendo uma sequência de fala pré-estabelecida, permitindo identificar em que medida o conjunto de apoios ou rejeições é conhecida pelos agentes. Este trabalho conecta argumentação e tomada de decisão consensual em sistemas multiagentes.*

1. Introdução

O consenso pode ser visto como um processo de construção do senso comum. Neste processo, a comunicação entre os membros envolve a troca de argumentos de modo que cada membro possa obter ou fornecer informações adicionais sobre o problema de decisão. A argumentação consiste em um processo de tomada de decisão que visa atingir algum acordo sobre o que é acreditado pelos agentes que possuem informações incompletas ou contraditórias. Diferentes frameworks para argumentação abstrata ([Dung 1995] [Vreeswijk 1997] [Bench-Capon 2002]) e lógica ([García and Simari 2004] [Besnard and Hunter 2009] [Dung et al. 2009]) foram propostos. Estes frameworks tratam da identificação da aceitabilidade de argumentos e da estrutura interna destes argumentos.

As abordagens de tomada de decisão utilizando argumentação aplicadas a sistemas multiagentes geralmente atribuem forças ou pesos nos argumentos (ex: [Amgoud and Prade 2009]) para identificar argumentos relevantes, ou então, compartilhamento de tabelas de valores representando a influência do argumento para determinado agente (ex: [Fan et al. 2014]). Estas abordagens não permitem identificar a uniformidade de opiniões dos agentes. Para que o consenso seja atingido, a maioria dos agentes devem

estar de acordo com as informações apresentadas no diálogo e também serem capazes de aceitar as informações que são conhecidas pela maioria dos agentes.

Este trabalho tem como objetivo propor um protocolo para diálogos a ser aplicado em um sistema multiagente para auxiliar na tomada de decisão consensual onde a ordem de fala dos agentes é dinâmica. Esta proposta se baseia no que ocorre em reuniões presenciais nas quais muitas pessoas participam da decisão, debatem sobre determinado assunto e precisam se inscrever para fornecer seus argumentos aos demais membros do grupo. Neste trabalho trataremos apenas a questão de modelagem do problema de decisão e os recursos necessários para que o diálogo aconteça em busca do consenso. Regras de decisão e aceitabilidade de argumentos, bem como revisão de crenças e modelagem do oponente não serão tratados nesta abordagem inicial. O diálogo dinâmico permite que apenas os agentes que possuem argumentos sejam selecionados para expor suas ideias.

O trabalho está organizado como segue: Seção 2 traz a definição do problema de decisão e dos agentes. Seção 3 introduz o protocolo definido para o diálogo entre os agentes. Em seguida, apresentamos as conclusões e perspectivas futuras na seção 4.

2. Argumentos, Agentes e Tomada de Decisões

Tendo-se um conjunto Ag de agentes $\{ag_1, \dots, ag_n\}$ com $n > 1$ participando de um diálogo, cada agente ag_i usa uma *linguagem base* para criar argumentos utilizando suas crenças, desejos e intenções. A definição de *argumento* utilizada neste trabalho pode ser encontrada em [Amgoud et al. 2002]. Cada agente expressa seus argumentos com base em seus conhecimentos. Neste sentido, pode haver inconsistência na base de conhecimento do agente ou conflitos entre os argumentos gerados com os argumentos já apresentados anteriormente por outros os agentes. Estes conflitos podem gerar duas formas principais de ataques entre argumentos: *undercut* e *rebuttal*, conforme definidos em [Parsons and McBurney 2003].

Para que os agentes possam gerar e comparar argumentos, bem como dialogar e tomar decisões, cada agente deve ser constituído por base de conhecimento e um conjunto de tabelas de diálogos.

Definição 1 (*Agente*) Um agente ag_i é um par $\langle \Sigma, DT \rangle$, onde $\Sigma = K_i \cup G_i \cup KO_j^i$ formando os estados mentais K_i (conhecimentos do agente ag_i sobre o ambiente), G_i (objetivos do agente, representando preferências sobre alternativas de decisão ou características desejáveis em uma decisão) e KO_j^i com $j \neq i$ (informações obtidas de outros agentes ag_j ou informações consensuais), e DT é um conjunto de tabelas de diálogos, sendo uma tabela para cada alternativa de decisão.

Definição 2 (*Tabela de diálogo*) Uma tabela de diálogo $Dialog_{(x)}$ é uma tupla $\langle \kappa, Ag, Arg, Apoio, Contra, Ataca_a \rangle$ onde:

- x é uma alternativa de decisão
- κ é o número sequencial que representa um argumento;
- Ag é o agente ag_i que emite o argumento;
- Arg é um argumento ou contra-argumento;
- $Apoio \subseteq Ag$ representa quais agentes apóiam qual fórmula (premissa ou conclusão) do argumento;

- $Contra \subseteq Ag$ representa quais agentes rejeitam alguma fórmula do argumento (premissa);
- $Ataca_{a_x} \in \kappa_y$ com $x < y$ é o número da sequência que o argumento faz um ataque (Rebuttal ou Undercut).

Os argumentos são construídos pelos agentes na tentativa de contra-argumentar algum outro argumento já apresentado na sequência de diálogos ao qual o agente se contrapõe. O processo de argumentação consiste em construir argumentos a favor ou contra outros argumentos, avaliar os argumentos e aplicar algum princípio de comparação destes argumentos para avaliar as alternativas de decisões [Amgoud et al. 2005].

Podemos definir um framework de tomada de decisão concensual baseada em argumentação como:

Definição 3 (Framework de tomada de decisão consensual) *Um framework de tomada de decisão consensual AF baseada em argumentação é uma tupla $\langle (Ag, TS), D, Att, T, DT, \triangleleft_{Pref} \rangle$ onde:*

- (Ag, TS) é um par onde $Ag = \{ag_1, \dots, ag_n\}$, $n > 1$, é um conjunto (finito) de agentes e $TS \in \mathbb{Z}$, representa o grau de confiança do agente ag_i ;
- Um conjunto (finito) de alternativas de decisão $D = \{d_1, \dots, d_m\}$, $m > 1$;
- Um conjunto (finito) de atributos $Att = \{att_1, \dots, att_l\}$, $l > 0$;
- O tempo máximo de espera para que um agente apóie ou rejeite um argumento;
- Um conjunto (finito) de tabelas de diálogo $DT = \{dialog_{(d_1)}, \dots, dialog_{(d_m)}\}$;
- Uma pré-ordem (parcial ou completa) sobre D , definida com base nos argumentos apresentados em Dialog, representada por \triangleleft_{Pref} .

O framework de tomada de decisão consensual baseada em argumentação apresenta \triangleleft_{Pref} como resultado. A relação $d_1 \triangleleft_{Pref} d_2$ indica que a alternativa de decisão d_1 tem preferência sobre d_2 e, portanto, representa a alternativa que apresenta argumentos com maior número de apoios.

Exemplo 1 *Seja AF formado por um conjunto de agentes que decidiram sobre o destino de uma viagem de férias $AF = \langle \{(ag_1, 5), (ag_2, 5), (ag_3, 5)\}, \{Florianópolis, Curitiba, Maceió\}, \{\text{barato, verão, praia, perto}\}, 10, \{dialog_{(Florianópolis)}, dialog_{(Curitiba)}, dialog_{(Maceió)}\}, \{Florianópolis, Maceió, Curitiba\} \rangle$. Três agentes dialogaram fornecendo argumentos pró ou contra cada uma das opções de decisão levando em consideração os atributos (barato, verão, praia, perto). Por meio de algum mecanismo de decisão e uma sequência de diálogos, obteve-se $\triangleleft_{Pref} = \{Florianópolis, Curitiba, Maceió\}$. Neste framework de diálogo observa-se que a maioria dos agentes apoiaram Florianópolis.*

O grau de confiança pode ser utilizado quando existe a necessidade de estabelecer maior importância nos argumentos fornecidos por determinado agente. Por exemplo, se determinado agente possui uma especialidade sobre o assunto em discussão, seus argumentos oferecem um maior impacto na decisão. Durante a etapa de construção de argumentos, um agente ag_i deve buscar por fatos e/ou regras em Σ . Preferencialmente, o agente deve criar argumentos apoiados pelas bases K_i e G_i . Quando existir incompatibilidade entre K_i e KO_i , a base KO_i deverá ser usada, pois contém dados que são amplamente aceitos (consenso sobre determinada informação).

3. Estrutura do Diálogo

Um diálogo representa a troca de mensagens entre os agentes participantes da argumentação, seguindo regras que conduzem a sequência destas mensagens. Para construir este protocolo de diálogos, precisamos especificar os seguintes parâmetros: definição do framework de argumentação AF contendo todos os seus elementos, criação da estrutura que representará a ordem de fala dos agentes e definição de mecanismo para o cálculo da força dos argumentos (consenso).

O protocolo de diálogo proposto utiliza um recurso chamado Artefato. Artefatos consistem em um conjunto de recursos e ferramentas que os agentes compartilham e usam cooperativamente para executar suas atividades em um ambiente [Ricci and et al. 2009]. Cada artefato é composto de um conjunto de operações e um conjunto de propriedades observáveis. Utilizamos um artefato de coordenação de falas formado por uma listagem indicando a ordem em que os agentes podem fazer seus respectivos movimentos. Sempre que um agente possui algum argumento e desejar apresentá-lo aos demais agentes, ele deve se registrar no artefato e aguardar por sua vez. Um agente pode: (1) se registrar na lista da sequência de falas; (2) consultar a listagem; e (3) cancelar sua inscrição. O agente que ocupa a primeira posição da lista está habilitado a fornecer seus argumentos. Quando a fala do agente se encerra, sua posição da lista é removida e o próximo agente inscrito estará habilitado a encaminhar argumentos. Se no decorrer da argumentação um agente revisar suas crenças e desistir de argumentar, ele poderá solicitar sua exclusão do registro. Vale ressaltar que um agente pode ocupar apenas uma posição nesta listagem.

Cada movimento de diálogo representa um ato de fala (atos ilocucionários). No diálogo argumentativo para a tomada de decisões consensual, propomos os seguintes tipos de fala:

1. *Propose*(S, h): onde S é um conjunto de fórmulas de L representando o suporte do argumento e h a conclusão. Usado quando o agente deseja enviar um argumento ou contra-argumento no jogo de diálogos;
2. *Challenge*(Ag, h): onde Ag é o agente que apoiou a conclusão h em uma fala. Usado quando um agente é contra determinado argumento apresentado e decide conhecer os motivos do apoio ao argumento;
3. *Ask-if*(Ag, Φ): onde Ag é um agente do sistema e Φ é uma fórmula em L . Usado para perguntar ao agente Ag se ele possui Φ (fato) em sua base de crenças;
4. *Query-if*(Ag, Φ): onde Ag é um agente do sistema e Φ é uma fórmula em L . Usado para perguntar ao agente Ag se ele possui alguma regra que conclua Φ em sua base de crenças;
5. *Inform*(Ag, Ψ): onde Ag é um agente do sistema e Ψ é uma resposta. Esta resposta poderá ser um argumento (resposta de *Challenge*), um valor booleano true ou false (resposta de *Ask-if*) ou uma regra (resposta de *Query-if*);
6. *Accept*(κ, Φ): onde κ indica o número da sequência de diálogos em que um argumento foi apresentado e Φ representa a parte do argumento em que o agente está apoiando (premissa ou conclusão);
7. *Refuse*(κ, Φ): onde κ indica o número da sequência de diálogos em que um argumento foi apresentado e Φ representa a parte do argumento em que o agente está rejeitando (apenas premissa).

Os tipos de fala *Challenge*, *Ask-if* e *Query-if* não precisam ser broadcast. Estas falas podem ser direcionadas a determinados agentes com o objetivo de obter informações que não estão presentes na base de conhecimentos do agente. Com estas informações, a base KO_j^i será populada dinamicamente no decorrer dos diálogos contendo fatos e regras dos argumentos apresentados e informações solicitadas aos outros agentes. Desta forma, novos argumentos e contra-argumentos com informações conhecidas por outros agentes poderão ser formados.

A intenção do *Accept* e *Refuse* é identificar o quanto um argumento ou parte do argumento é aceito pelos demais agentes do sistema. A idéia do consenso é que os agentes entrem em acordo sobre uma opção de decisão. Neste sentido, quando um argumento utiliza informações que a maioria dos agentes acredita, ele tende a ser aceito pelos outros agentes e passa a ter uma maior importância no diálogo e na decisão. Este cálculo da importância/força do argumento não será abordado neste trabalho.

O protocolo de diálogos e estratégias dos agentes segue conforme as etapas apresentadas para cada alternativa de decisão:

1. O primeiro movimento da discussão $\kappa=0$ contém uma alternativa de decisão como conclusão do argumento;
2. Os agentes verificam em suas bases de crenças se estão de acordo ou não com o argumento apresentado em κ e fornecem suas avaliações (*Accept* ou *Refuse*);
3. Os agentes podem atualizar suas bases de crenças com as informações apresentadas nos argumentos anteriores (caso não tenham sido contestadas) e com informações adicionais solicitadas aos demais agentes (*Challenge*, *Ask-if*, *Query-if*);
4. Os agentes verificam em suas bases de crenças se possuem algum contra-argumento. Em caso positivo, se inscrevem na ordem de fala para que possam apresentá-los. Caso um possível contra-argumento de um agente utilize fórmulas que foram rejeitadas, este agente pode se retirar da fila;
5. O agente que estiver na primeira posição da fila pode apresentar todos os seus contra-argumentos e então é removido da fila (*Propose*);
6. O processo retorna em 2 até que não existam mais agentes na ordem de fala e nenhum argumento seja fornecido no tempo definido no framework de tomada de decisões.

Cada argumento fornecido no diálogo receberá uma força que representará a sua importância perante todos os agentes do sistema. Quanto maior esta força, maior o consenso de que esta informação deva ser acreditada pelos agentes. Para o cálculo da força dos argumentos deverá ser considerado a confiança do agente emissor do argumento juntamente com os apoios e rejeições recebidos. Os argumentos emitidos por agentes com maior credibilidade possuem um maior impacto na decisão final, tendo-se a sua especialidade sobre o assunto em discussão. Em contrapartida, caso a maioria dos agentes não concorde com uma determinada informação, esta informação pode ser tida como falsa, pois neste caso será difícil atingir consenso.

A partir da sequência de diálogos, podemos criar grafos da argumentação e calcular extensões de argumentação [Dung 1995], tais como grounded ou preferred, argumentos céticos ou crédulos, entre outros. Estas extensões podem indicar a relação de preferências entre argumentos. Este mecanismo não faz parte do escopo do protocolo de diálogos tratado neste trabalho.

4. Conclusões

Este trabalho apresentou uma proposta inicial de protocolo de diálogos entre agentes a ser utilizado quando a tomada de decisões deve ser consensual e baseada em argumentação. Neste protocolo não é pré-estabelecido uma ordem de fala, priorizando apenas nos agentes que desejam emitir seus argumentos. Em particular, esta proposta permite identificar o quanto cada fórmula usada nos argumentos são conhecidas pelos agentes do sistema indicando o consenso sobre determinada informação, conduzindo-nos a associar preferências sobre determinados argumentos apresentados no diálogo.

Nas próximas etapas, precisamos definir como será realizado o cálculo da força dos argumentos, bem como determinar quando um agente irá atualizar suas crenças. Adicionalmente, precisamos definir como será realizado o mecanismo de tomada de decisões, visto que teremos diferentes estratégias de argumentação para estabelecer a ordem de preferência do grupo em relação às alternativas de decisão.

Referências

- Amgoud, L., Bonnefon, J.-F., and Prade, H. (2005). An argumentation-based approach to multiple criteria decision. In *Symbolic and quantitative approaches to reasoning with uncertainty*, pages 269–280. Springer.
- Amgoud, L., Maudet, N., and Parsons, S. (2002). An argumentation-based semantics for agent communication languages. In *ECAI*, volume 2, pages 38–42.
- Amgoud, L. and Prade, H. (2009). Using arguments for making and explaining decisions. *Artificial Intelligence*, 173(3):413–436.
- Bench-Capon, T. (2002). Value based argumentation frameworks. *arXiv preprint cs/0207059*.
- Besnard, P. and Hunter, A. (2009). Argumentation based on classical logic. In *Argumentation in Artificial Intelligence*, pages 133–152. Springer.
- Dung, P. M. (1995). On the acceptability of arguments and its fundamental role in non-monotonic reasoning, logic programming and n-person games. *Artificial intelligence*, 77(2):321–357.
- Dung, P. M., Kowalski, R. A., and Toni, F. (2009). Assumption-based argumentation. In *Argumentation in artificial intelligence*, pages 199–218. Springer.
- Fan, X., Toni, F., Mocanu, A., and Williams, M. (2014). Dialogical two-agent decision making with assumption-based argumentation. In *Proceedings of the AAMAS 2014*, pages 533–540. IFAAMAS.
- García, A. J. and Simari, G. R. (2004). Defeasible logic programming: An argumentative approach. *Theory and practice of logic programming*, 4(1+ 2):95–138.
- Parsons, S. and McBurney, P. (2003). Argumentation-based dialogues for agent coordination. *Group Decision and Negotiation*, 12(5):415–439.
- Ricci, A. and et al. (2009). Environment programming in cartago. In *Multi-Agent Programming: Languages, Tools and Applications*, pages 259–288. Springer.
- Vreeswijk, G. A. (1997). Abstract argumentation systems. *Artificial intelligence*, 90(1):225–279.