Systèmes d'argumentation incomplets avec plausibilité

Jean-Guy Mailly

Université Toulouse Capitole, IRIT

jean-guy.mailly@irit.fr

Résumé

Les systèmes d'argumentation incomplets (IAF pour Incomplete Argumentation Framework*) sont des systèmes d'argumentation abstraits avec des arguments et des attaques incertains. Ils ont gagné en popularité ces 10 dernières années. L'approche de raisonnement classique consiste à utiliser des complétions, qui représentent les différents scénarios compatibles avec l'IAF. Les problèmes de décision standard peuvent être adaptés pour vérifier si une propriété est vraie pour certaines ou toutes les complétions. Cependant, cette approche suppose une plausibilité équivalente pour toutes les complétions, ce qui n'est pas toujours réaliste. Nous proposons les IAF avec Plausibilité (pIAF), une généralisation des IAF où les agents peuvent raisonner sur la plausibilité relative des complétions. Nous étudions la complexité des problèmes de décision usuels adaptés à ce modèle et introduisons de nouveaux problèmes liés à la plausibilité relative des extensions, fournissant des bornes supérieures de complexité pour ceux-ci.*

Mots-clés

Argumentation, Connaissance incomplète, Plausibilité.

1 Introduction

L'argumentation abstraite [3] consiste à étudier l'acceptabilité des arguments en fonction de leurs relations uniquement, ignorant leur provenance ou leur structure interne. Dans le cadre de base, on considère des graphes orientés appelés systèmes d'argumentation (ou AF, pour *Argumentation Framework*) dont les noeuds sont les arguments et les arcs les attaques (c'est-à-dire les contradictions) entre arguments. On raisonne classiquement avec ce genre de cadre au moyen de sémantiques à base d'extensions, qui sont des ensembles d'arguments collectivement acceptables.

Parmi les nombreuses généralisations du cadre de Dung, les systèmes d'argumentation incomplets (ou IAF, pour *Incomplete Argumentation Framework*) ont reçu une certaine attention [5]. Dans ce type de cadre, un argument ou une attaque entre deux arguments peut être identifié comme *incertain*, ce qui signifie que l'agent qui raisonne considère deux options à son sujet : soit l'argument (ou l'attaque) existe bel et bien, soit ce n'est pas le cas, mais il n'y a pas de quantification de la certitude de l'agent concernant ces deux scénarios (comme ce serait le cas, par exemple, avec l'introduction de probabilités [4]). Pour raisonner, les problèmes classiques de l'argumentation abstraite sont généralisés en utilisant les complétions de l'IAF, c'est-à-dire les AF « classiques » qui représentent les différents scénarios compatibles avec l'IAF. Par exemple, un argument est *possiblement accepté* s'il est accepté pour au moins une complétion, et *nécessairement accepté* s'il l'est pour toutes les complétions. Cependant, dans ce cas, toutes les complétions ont la même plausibilité pour l'agent (contrairement au cas où des probabilités sont utilisées [4]), ce qui n'est pas forcément réaliste dans toutes les situations.

Par exemple, considérons le cas où un agent modélise ses connaissances (incomplètes) sur un autre agent dans un débat (comme dans [2] qui utilise une généralisation des IAF pour représenter l'adversaire dans une négociation). Si l'agent sait que son adversaire est susceptible d'utiliser soit l'argument b_1 soit l'argument b_2, mais qu'il y a une forme d'incompatibilité entre eux (par exemple, car b_1 a plus de chance d'être utilisé par une personne de droite et b_2 par une personne de gauche), alors les deux complétions qui contiennent soit b_1 soit b_2 (mais pas les deux) sont les plus plausibles, suivies de celle qui ne contient ni b_1 ni b_2, et enfin celle qui contient à la fois b_1 et b_2 est très peu plausible.

Pour permettre la modélisation de ce genre de cas, nous introduisons les systèmes d'argumentation incomplets avec plausibilité (pIAF), et adaptons à ce cadre les problèmes de décision classique des IAF. Nous proposons également de nouveaux problèmes liés à la plausibilité des complétions et des extensions. Pour tous ces problèmes, nous fournissons des résultats de complexité préliminaires. Ce travail a été accepté à la conférence SAC 2025, et la version complète de l'article est disponible sur HAL : https://hal.science/hal-04977679.

2 Définitions et synthèse des résultats

Étant donné un IAF $\mathcal{I} = \langle \mathcal{A}, \mathcal{A}^?, \mathcal{R}, \mathcal{R}^? \rangle$ (avec $\mathcal{A}$ et $\mathcal{R}$ les arguments et attaques certain(e)s, et $\mathcal{A}^?$ et $\mathcal{R}^?$ les arguments et attaques incertain(e)s), on note $\mathcal{F}^{\mathbf{A}}$ l'ensemble de tous les AF construits sur l'ensemble d'arguments $\mathbf{A} = \mathcal{A} \cup \mathcal{A}^?$.

Définition 1. *Un* système d'argumentation incomplet avec plausibilité *(pIAF pour* Incomplete Argumentation Framework with Plausibility*) est un tuple $p\mathcal{I} = \langle \mathcal{A}, \mathcal{A}^?, \mathcal{R}, \mathcal{R}^?, pl \rangle$ où $\langle \mathcal{A}, \mathcal{A}^?, \mathcal{R}, \mathcal{R}^? \rangle$ est un IAF et $pl : \mathcal{F}^{\mathbf{A}} \times \mathcal{F}^{\mathbf{A}} \to \{0, 1\}$ est une* fonction de plausibilité.

Concernant la fonction de plausibilité, il s'agit d'une représentation abstraite de la capacité d'un agent à évaluer si un

AF $\mathcal{F}_1$ (ou une complétion d'un IAF) est au moins aussi plausible qu'un autre AF $\mathcal{F}_2$, auquel cas $pl(\mathcal{F}_1, \mathcal{F}_2) = 1$. On suppose que cette fonction est calculable en temps polynomial (par rapport au nombre d'arguments $|\mathbf{A}|$), et qu'elle induit un pré-ordre total entre les complétions.
Nous introduisons les concepts de complétions les plus plausibles et de plausibilité relative des extensions.

Définition 2. *Soit $p\mathcal{I} = \langle \mathcal{A}, \mathcal{A}^?, \mathcal{R}, \mathcal{R}^?, pl\rangle$ un pIAF. Ses* complétions les plus plausibles *(MPC pour* most plausible completions*) sont $\mathrm{mpc}(p\mathcal{I}) = \{\mathcal{F}^* \in \mathrm{comp}(\widetilde{p\mathcal{I}}) \mid \forall \mathcal{F}' \in \mathrm{comp}(\widetilde{p\mathcal{I}}), pl(\mathcal{F}^*, \mathcal{F}') = 1\}$ où $\widetilde{p\mathcal{I}} = \langle \mathcal{A}, \mathcal{A}^?, \mathcal{R}, \mathcal{R}^?\rangle$ est l'IAF (classique) obtenu à partir de $p\mathcal{I}$ en ignorant la fonction de plausibilité, et $\mathrm{comp}(\widetilde{p\mathcal{I}})$ sont ses complétions.*

Définition 3. *Soient $p\mathcal{I} = \langle \mathcal{A}, \mathcal{A}^?, \mathcal{R}, \mathcal{R}^?, pl\rangle$ un pIAF, et $S, S' \subseteq \mathcal{A} \cup \mathcal{A}^?$ deux ensembles d'arguments. S est* plus plausible que *S' pour la sémantique σ si $\mathrm{comp}^{\sigma}_{S'}(p\mathcal{I}) = \emptyset$, ou il existe $\mathcal{F} \in \mathrm{comp}^{\sigma}_{S}(p\mathcal{I})$ tel que pour tout $\mathcal{F}' \in \mathrm{comp}^{\sigma}_{S'}(p\mathcal{I})$, $pl(\mathcal{F}, \mathcal{F}') = 1$, avec $\mathrm{comp}^{\sigma}_{S}(p\mathcal{I}) = \{\mathcal{F}^* \in \mathrm{comp}(\widetilde{p\mathcal{I}}) \mid S \in \sigma(p\mathcal{I})\}$.*

Les problèmes de décision étudiés sont les suivants :
- σ-PVer Soient $p\mathcal{I} = \langle \mathcal{A}, \mathcal{A}^?, \mathcal{R}, \mathcal{R}^?, pl\rangle$ et $S \subseteq \mathcal{A}$. Est-ce que $S \in \sigma(\mathcal{F}^*)$ pour un $\mathcal{F}^* \in \mathrm{mpc}(p\mathcal{I})$?
- σ-PCA Soient $\mathcal{I} = \langle \mathcal{A}, \mathcal{A}^?, \mathcal{R}, \mathcal{R}^?\rangle$ et $a \in \mathcal{A}$. Est-ce que $a \in \bigcup_{S \in \sigma(\mathcal{F}^*)} S$ pour un $\mathcal{F}^* \in \mathrm{mpc}(p\mathcal{I})$?
- σ-PSA Soient $\mathcal{I} = \langle \mathcal{A}, \mathcal{A}^?, \mathcal{R}, \mathcal{R}^?\rangle$ et $a \in \mathcal{A}$. Est-ce que $a \in \bigcap_{S \in \sigma(\mathcal{F}^*)} S$ pour un $\mathcal{F}^* \in \mathrm{mpc}(\mathcal{I})$?
- σ-NVer Soient $p\mathcal{I} = \langle \mathcal{A}, \mathcal{A}^?, \mathcal{R}, \mathcal{R}^?, pl\rangle$ et $S \subseteq \mathcal{A}$. Est-ce que $S \in \sigma(\mathcal{F}^*)$ pour tout $\mathcal{F}^* \in \mathrm{mpc}(p\mathcal{I})$?
- σ-NCA Soient $\mathcal{I} = \langle \mathcal{A}, \mathcal{A}^?, \mathcal{R}, \mathcal{R}^?\rangle$ et $a \in \mathcal{A}$. Est-ce que $a \in \bigcup_{S \in \sigma(\mathcal{F}^*)} S$ pour tout $\mathcal{F}^* \in \mathrm{mpc}(p\mathcal{I})$?
- σ-NSA Soient $\mathcal{I} = \langle \mathcal{A}, \mathcal{A}^?, \mathcal{R}, \mathcal{R}^?\rangle$ et $a \in \mathcal{A}$. Est-ce que $a \in \bigcap_{S \in \sigma(\mathcal{F}^*)} S$ pour tout $\mathcal{F}^* \in \mathrm{mpc}(\mathcal{I})$?
- MPC Soient $p\mathcal{I} = \langle \mathcal{A}, \mathcal{A}^?, \mathcal{R}, \mathcal{R}^?, pl\rangle$ et $\mathcal{F}^* \in \mathrm{comp}(\widetilde{p\mathcal{I}})$. Est-ce que $\mathcal{F}^* \in \mathrm{mpc}(p\mathcal{I})$?
- σ-RPEC Soient $p\mathcal{I} = \langle \mathcal{A}, \mathcal{A}^?, \mathcal{R}, \mathcal{R}^?, pl\rangle$, $\mathcal{F}^* \in \mathrm{comp}(\widetilde{p\mathcal{I}})$ et $S' \subseteq \mathcal{A} \cup \mathcal{A}^?$. Est-ce que pour chaque $\mathcal{F}' \in \mathrm{comp}^{\sigma}_{S'}(p\mathcal{I})$, $pl(\mathcal{F}^*, \mathcal{F}') = 1$?
- σ-RPE Soient $p\mathcal{I} = \langle \mathcal{A}, \mathcal{A}^?, \mathcal{R}, \mathcal{R}^?, pl\rangle$ et S, $S' \subseteq \mathcal{A} \cup \mathcal{A}^?$. Est-ce que S est plus plausible que S' ?

Les six premiers sont des adaptations des problèmes standard des IAF [5] en ne tenant compte que des complétions les plus plausibles. MPC vérifie si une complétion fait partie des plus plausibles. σ-RPEC vérifie si une complétion donnée est plus plausibles que toutes les complétions correspondant à une extension donnée. Enfin, σ-RPE vérifie si une extension est plus plausible qu'une autre.
La Table 1 synthétise les résultats de complexité obtenus pour les différents problèmes étudiés, pour les sémantiques de Dung [3] : *adm*, *stb*, *co*, *gr* et *pr* correspondant respectivement aux sémantiques *admissible*, *stable*, *complète*, *de base* (*grounded*) et *préférée*. L'observation générale est une complexité située généralement entre le premier et le deuxième niveau de la hiérarchie polynomiale, ce qui permet d'envisager des approches de résolution utilisant des algorithmes de type CEGAR, comme pour les IAF [1].

Problème	*adm*	*stb*	*co*	*gr*	*pr*
σ-PVer	NP-h $\in \Sigma_2^P$	NP-h $\in \Sigma_2^P$	NP-h $\in \Sigma_2^P$	NP-h $\in \Sigma_2^P$	Σ_2^P-c
σ-PCA	NP-h $\in \Sigma_2^P$	NP-h $\in \Sigma_2^P$	NP-h $\in \Sigma_2^P$	NP-h $\in \Sigma_2^P$	NP-h $\in \Sigma_2^P$
σ-PSA	trivial	Σ_2^P-c	NP-h $\in \Sigma_2^P$	NP-h $\in \Sigma_2^P$	Σ_3^P-c
σ-NVer	coNP-h $\in \Pi_2^P$	coNP-h $\in \Pi_2^P$	coNP-h $\in \Pi_2^P$	coNP-h $\in \Pi_2^P$	coNP-h $\in \Pi_2^P$
σ-NCA	Π_2^P-c	Π_2^P-c	Π_2^P-c	coNP-h $\in \Pi_2^P$	Π_2^P-c
σ-NSA	trivial	coNP-h $\in \Pi_2^P$	coNP-h $\in \Pi_2^P$	coNP-h $\in \Pi_2^P$	Π_2^P-h $\in \Pi_3^P$
MPC			coNP-c		
σ-RPEC	$\in$ coNP	$\in$ coNP	$\in$ coNP	$\in$ coNP	$\in \Pi_2^P$
σ-RPE	$\in \Sigma_2^P$	$\in \Sigma_2^P$	$\in \Sigma_2^P$	$\in \Sigma_2^P$	$\in \Sigma_3^P$

TABLE 1 – Complexité du raisonnement avec les pIAF. C-c signifie « complet pour la classe C », et C-h « difficile pour la classe C ». MPC ne dépend pas de la sémantique.

3 Conclusion

Nous avons proposé la première approche *qualitative* pour raisonner sur la plausibilité des scénarios encodés dans un système d'argumentation incomplet. C'est un premier pas, par exemple, vers une meilleure représentation de l'adversaire dans des protocoles de négociation argumentée [2]. Le principal défi pour de futurs travaux est la proposition d'une représentation moins abstraite de la fonction de plausibilité qui conserverait une forme de compacité spatiale, dans le but d'éviter de définir un pré-ordre total qui reviendrait à énumérer toutes les complétions possibles.

Remerciements

Ce travail est soutenu par le projet AGGREEY (ANR-22-CE23-0005) et la CPJ AIDAL (ANR-22-CPJ1-0061-01).

Références

[1] D. Baumeister, M. Järvisalo, D. Neugebauer, A. Niskanen, and J. Rothe. Acceptance in incomplete argumentation frameworks. *Artif. Intell.*, 295 :103470, 2021.

[2] Y. Dimopoulos, J.-G. Mailly, and P. Moraitis. Arguing and negotiating using incomplete negotiators profiles. *Auton. Agents Multi Agent Syst.*, 35(2) :18, 2021.

[3] P. M. Dung. On the acceptability of arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning, logic programming and n-person games. *Artif. Intell.*, 77(2) :321–358, 1995.

[4] H. Li, N. Oren, and T. J. Norman. Probabilistic argumentation frameworks. In *Proc. of TAFA'11*, pages 1–16, 2011.

[5] J.-G. Mailly. Yes, no, maybe, I don't know : Complexity and application of abstract argumentation with incomplete knowledge. *Argument Comput.*, 13(3) :291–324, 2022.