

Vers une modélisation formelle de la négociation des contrats d'accès aux données dans les espaces de données

Khensa Daoudi¹, Maxime Lefrançois¹, Antoine Zimmermann¹

¹ Mines Saint-Etienne, Univ Clermont Auvergne, INP Clermont Auvergne, CNRS, UMR 6158 LIMOS, Saint-Étienne, France

4 mai 2026

Résumé

Les espaces de données permettent l'échange de données au sein des systèmes décentralisés, en s'appuyant sur des protocoles standardisés et encadrés par des politiques de gouvernance. Le processus d'échange de données dans ces espaces se déroule en plusieurs phases. L'une des phases que nous nous proposons d'explorer dans ce papier est la négociation des contrats d'accès aux données entre le fournisseur et le consommateur de données. À travers un cas d'utilisation, nous montrons que cette phase soulève des défis scientifiques. Ces défis mettent en évidence la nécessité d'avoir un cadre formel permettant de modéliser la négociation de manière explicite. En effet, la négociation implique différents éléments négociables, tels que le format et la sémantique des données, ainsi que les contraintes et les politiques d'usage. Nous considérons également que certaines politiques d'usage peuvent être relaxées, plutôt que d'être appliquées de manière rigide en permanence. En prenant en compte ces éléments, il devient possible de gérer efficacement les contraintes, de garantir la conformité, et de fournir une justification transparente pour toutes les décisions prises durant la négociation.

Mots-clés

Espaces de Données, Négociation des Contrats, Partage de Données, Gouvernance, Politiques d'usage, Sémantique.

Abstract

Data spaces enable data exchange within decentralized systems, relying on standardized protocols and governance frameworks. The data exchange process in these systems involves several phases. One phase that we focus on in this paper is the negotiation of data-access contracts between data providers and data consumers. Through a use case, we show that this phase raises different scientific challenges. These challenges highlight the need for a formal framework that explicitly models the negotiation. Indeed, the negotiation involves various negotiable elements, such as data format and semantics, as well as usage constraints and policies. We also consider that certain usage policies can be relaxed instead of being rigid all the time. By taking these elements into account, it becomes possible to effectively manage constraints, ensure compliance, and provide a

justification for each decision made during the negotiation process.

Keywords

Data Spaces, Contract Negotiation, Data Sharing, Governance, Usage Policy, Semantics.

1 Introduction

Actuellement, les espaces de données suscitent un grand intérêt, notamment dans le cadre de la stratégie européenne en matière de données qui vise à renforcer la souveraineté et la compétitivité dans les marchés de données [9]. L'UE investit dans des technologies, des infrastructures et des cadres législatifs afin d'assurer l'accès sécurisé aux parties prenantes et l'interopérabilité au sein de ces écosystèmes.

Selon la traduction de la définition établie dans le draft actuel de **CEN-CENELEC F prEN 18235-1**, un espace de données est un environnement permettant le partage sécurisé de données entre les parties participantes, sur la base d'un cadre de gouvernance convenu, ainsi que d'un ensemble de politiques, de modèles sémantiques, de protocoles normalisés, de processus et de services facilitants [10].

Il existe plusieurs initiatives qui se focalisent sur l'établissement des standards pour ces systèmes, notamment les organisations IDSA¹, Gaia-X², DSBA³ et le projet DSSC⁴ qui visent à fournir des technologies, des processus et des modèles définissant le cadre d'échange de données au sein des espaces de données.

L'échange de données comprend plusieurs étapes, notamment la publication de données, la négociation des contrats d'accès et le transfert de données. La négociation implique deux parties : un fournisseur proposant un ou plusieurs jeux de données, et un consommateur demandant l'accès à certains jeux de données.

La négociation des contrats d'accès aux données constitue un axe de recherche prometteur. Elle peut porter sur plu-

1. International Dataspace Association

<https://internationaldataspaces.org/>

2. Gaia-X

<https://gaia-x.eu/>

3. Data Spaces Business Alliance <https://data-spaces-business-alliance.eu/>

4. Data Spaces Support Centre <https://dssc.eu/>

sieurs attributs, notamment le format des jeux de données, leur sémantique, comme les vocabulaires et les ontologies utilisées et la nature des métadonnées, ainsi que les politiques d'usage, généralement formalisées à l'aide du langage **ODRL (Open Digital Rights Language)** [14]. Ces attributs requièrent une compréhension sémantique et une modélisation formelle des contraintes associées. Les approches actuelles ont tendance à négliger la nature contextuelle des données partagées.

À présent, il n'existe aucun modèle formel de négociation automatisée qui prenne entièrement en charge le contexte des espaces de données, notamment les attributs négociés, leurs interdépendances ainsi que les contraintes issues des politiques d'usage. Ce problème limite l'interopérabilité et le raisonnement automatisé dans la négociation au sein des espaces de données.

Dans cet article, nous présentons la position selon laquelle l'absence d'un cadre formel standardisé pour la négociation des contrats d'accès aux données constitue un défi scientifique pour l'automatisation et l'interopérabilité dans les espaces de données. Nous illustrons cette position à l'aide d'un cas d'utilisation qui montre la négociation automatisée dans les sections suivantes.

Une première version de certaines idées présentées dans ce travail a été acceptée dans le cadre du Ph.D. Symposium de la conférence (European Semantic Web Conference (ESWC)). Le présent article étend le travail en proposant un positionnement scientifique sur la modélisation de la négociation des contrats d'accès aux données dans les espaces de données.

2 Espace de données pour la mobilité et les transports

Plusieurs initiatives visent aujourd'hui à implémenter des espaces de données dans différents secteurs, notamment dans l'industrie (**Catena-X**)⁵, la santé (**EUCAIM**)⁶ ou encore le domaine des compétences (**Prometheus-X**)⁷. Dans ce travail, nous introduisons comme exemple l'**European Mobility Data Space (EMDS)**⁸, un espace de données qui vise à accélérer la transformation numérique et écologique du secteur européen de la mobilité et des transports.

Dans le contexte de la mobilité au sein des smart cities, on peut imaginer un cas d'utilisation concret de cet espace de données. Par exemple, un fournisseur de données peut être une entreprise qui collecte des données relatives aux bornes de recharge pour les véhicules électriques. Ces données peuvent inclure la localisation des bornes, leur disponibilité, les caractéristiques des véhicules rechargés, ainsi que les périodes de forte demande.

On peut également imaginer une autre entreprise, par exemple une société de conseil, qui représente le consommateur de données. Cette entreprise peut traiter et analyser ces données afin de détecter différents phénomènes liés à

la mobilité urbaine, tels que l'identification des stations les plus sollicitées, les périodes de saturation de ces stations et l'estimation des besoins futurs en bornes de recharge, etc.

Le processus de partage de données au sein de l'espace de données implique une phase de négociation entre le fournisseur et le consommateur de données. Plusieurs éléments peuvent être négociés, tels que le format des données (par exemple JSON, CSV ou XML, selon les préférences techniques du consommateur). Par ailleurs, la sémantique des données doit être commune. Le fournisseur peut utiliser un vocabulaire spécifique pour décrire les données relatives aux bornes de recharge, différent de celui du consommateur. Un alignement doit être réalisé afin d'assurer une interopérabilité sémantique entre les systèmes. La granularité de certaines variables, notamment la variable temporelle, ou encore certains traitements appliqués aux données, peuvent également faire l'objet de la négociation. Ces traitements supplémentaires peuvent impacter la tarification des données, qui peut elle-même être négociée.

En ce qui concerne les politiques d'usage, on peut distinguer plusieurs types de politiques. Certaines sont rigides et non négociables, notamment celles liées aux réglementations. Par exemple, les réglementations relatives à la protection des données personnelles, telles que le **RGPD**, doivent être appliquées strictement. En effet, les applications liées aux bornes de recharge peuvent collecter des informations personnelles telles que l'adresse e-mail ou la localisation des utilisateurs, ce qui impose des contraintes strictes concernant le stockage et le traitement de ces données.

Il existe également d'autres réglementations spécifiques aux infrastructures de mobilité, ainsi que des règles relatives à la distribution et à la propriété des données. Ces contraintes réglementaires sont aussi non négociables.

En revanche, certaines politiques peuvent être flexibles et négociables, comme le prix d'accès aux données, la granularité des données fournies, le volume des données ou encore la période de conservation.

Enfin, certaines politiques peuvent être négociables uniquement si certaines contraintes sont satisfaites. Par exemple, le fournisseur peut exiger qu'un consommateur dispose d'une certification technique spécifique avant de pouvoir effectuer certains traitements sur le jeu de données.

3 Travaux connexes

Le scénario présenté dans la section précédente met en évidence les enjeux liés à la négociation des contrats d'accès aux données dans un espace de données, notamment la négociation multi-attributs et la gestion des politiques d'usage. Ce sujet de recherche se situe à l'intersection de plusieurs domaines. Dans un premier temps, nous introduisons les espaces de données en tant qu'environnement au sein duquel se déroule la négociation. Ensuite, nous explorons la négociation sémantique du contenu sur le Web car elle représente une approche potentielle qui peut être utilisée pour la négociation du format et de la sémantique des données. Nous présentons les travaux portant sur les sys-

5. <https://catena-x.net/>

6. <https://cancerimage.eu/>

7. <https://prometheus-x.org/>

8. <https://deployemds.eu/>

tèmes de négociation automatisée. Enfin, nous examinons les approches de négociation automatisée existantes dans les environnements décentralisés de partage de données.

3.1 Les espaces de données

Les espaces de données sont des systèmes distribués définis par des politiques de gouvernance. Ils permettent l'échange de données sur une ou plusieurs infrastructures et ils couvrent une diversité de cas d'étude [8]. Les travaux préliminaires sur les espaces de données ont été menés par IDSA, qui a fourni les techniques et les mécanismes de contrôle basés sur des politiques afin de garantir un échange réglementé de données dans ce type d'environnement [1]. Dans ce cadre, IDSA a défini le **Data Space Protocol** [16], un ensemble de spécifications décrivant les schémas et protocoles nécessaires pour les différentes phases du partage de données au sein des espaces de données. Les travaux de Theissen-Lipp [29] ont mis en avant les fondations sémantiques des espaces de données. Les espaces de données définissent également différents rôles afin de structurer les responsabilités et le contrôle de l'usage des données. Les principaux acteurs incluent le propriétaire des données (*data owner*), qui définit les politiques d'usage et les conditions d'accès ; le fournisseur de données (*data provider*), qui rend les données techniquement disponibles ; et le consommateur de données (*data consumer*), qui reçoit les données [15].

3.2 La négociation sémantique de contenu sur le Web

La négociation de contenu est un mécanisme qui peut être étendu, de la représentation de données vers la négociation des contrats d'accès aux données dans les espaces de données. La négociation de contenu dans le Web consiste à sélectionner la représentation la plus adéquate des données lors du traitement d'une requête envoyée par un client à un serveur. Taghzouti [28] a montré que la négociation de contenu n'est pas un processus monolithique, mais un processus en plusieurs étapes, capable d'intégrer des stratégies de sélection plus fines et plus flexibles telles que la négociation basée sur le profil. Appliquée à la négociation du contrat d'accès aux données, cette approche pourrait traiter certaines politiques d'usage comme des contraintes pondérées ou relaxées. Ainsi, elle permet de poursuivre la négociation jusqu'à atteindre un accord mutuel.

Par exemple, dans notre cas d'utilisation, le fournisseur de données peut proposer les données des bornes de recharge avec une granularité en millisecondes pour un certain prix. Si cette contrainte est jugée coûteuse, elle peut être relaxée à une granularité en secondes avec un prix adapté.

3.3 La négociation automatisée

La négociation de contenu démontre une flexibilité et une adaptabilité à sélectionner une représentation en se basant sur des préférences prédéfinies. Cependant, la négociation dans un espace de données comporte plusieurs attributs interdépendants, ce qui nécessite de trouver des mécanismes plus généraux capables de gérer ces attributs et les

contraintes de négociation.

Dans l'exemple précédent, l'ajustement du prix ne dépend pas seulement de la granularité temporelle des données mais aussi des traitements supplémentaires, du volume de données échangées et du type d'accès. Cette dépendance nécessite des mécanismes de négociation multi-attributs capables à gérer simultanément les contraintes.

La négociation automatisée est une solution à la négociation manuelle, qui est souvent fastidieuse et chronophage, car les enjeux peuvent dépendre fortement des capacités individuelles et des traits de personnalité : certains négociateurs sont très engagés, tandis que d'autres ont tendance à éviter les conflits [19]. Elle présente un mécanisme efficace permettant à des entités computationnelles d'atteindre des accords optimaux de manière autonome [18].

Les systèmes de négociation automatisée reposent généralement sur plusieurs composants : un protocole de négociation qui définit les règles et les échanges, une stratégie qui guide la sélection des offres ; une fonction d'utilité qui évalue les résultats ; la modélisation de l'adversaire prédit les actions des autres parties ; un module de communication gère les offres et les réponses ; une base de connaissances stocke les données pertinentes, souvent enrichies par des mécanismes d'apprentissage, et un module de prise de décision intègre toutes les informations pour choisir les actions optimales.

La recherche a évolué, passant des premiers agents de négociation basés sur des règles à des systèmes sophistiqués qui intègrent l'apprentissage automatique [23, 21], l'apprentissage par renforcement [17, 5, 6] et la logique floue [11, 20] permettant aux agents d'apprendre le comportement de leurs adversaires, d'adapter leurs stratégies de manière dynamique et de gérer des négociations multiparties et portant sur plusieurs éléments.

3.4 Open Digital Rights Language (ODRL)

ODRL constitue un langage standard pour exprimer les permissions, les interdictions et les obligations sous un format compréhensible par machine, l'IDS a adopté ce langage car il permet de représenter les contrats d'accès aux données et d'assurer le respect et la conformité avec les politiques d'usage.

Les agents chargés de négocier ces politiques doivent inclure des mécanismes pour : vérifier que l'état actuel du système est conforme avec l'ensemble des politiques ; comparer les politiques afin de détecter les incohérences ; requêter les politiques dans le but d'identifier les politiques manquantes ; déterminer les actions et les connaissances nécessaires pour que l'échange de données s'effectue correctement ; et générer de nouvelles politiques si nécessaire [13]. Plusieurs formalismes sémantiques ont été proposés pour gérer ces actions. Bonatti, Fornara et Harth [4] se focalisent sur la conformité des politiques par leur interprétation par rapport à l'état actuel du système, les actions et les traces qui représentent une séquence d'états du système dans un ordre temporel croissant. Steyskal et Polleres [27] adoptent une approche plus opérationnelle où les politiques sont évaluées directement par rapport à des requêtes. L'approche

d’Osvaldo Salas et coauteurs [25] permet aux agents d’évaluer les politiques par rapport aux actions et de les comparer en utilisant des techniques comme l’inclusion des requêtes dans un contexte de base de données. Au-delà de la simple détection des incohérences, la résolution des conflits entre politiques constitue une préoccupation majeure. Papagianakopoulou et ses collaborateurs [22] traitent ce problème, permettant aux agents de gérer automatiquement les conflits et d’assurer la cohérence globale des politiques appliquées.

3.5 Négociation automatisée dans des marchés de données décentralisés

Gheisari et al. [12] ont proposé un cadre de négociation permettant de négocier dans un marché de données décentralisé en s’appuyant sur une stratégie basée sur la théorie des jeux ainsi que sur des langages de politiques tels que ODRL et **Data Privacy Vocabulary (DPV)** [3]. Bien que l’approche améliore le taux d’accord ainsi que l’utilité des deux participants, elle se limite à la détection des conflits entre les politiques. Elle ne prend pas en charge la génération de nouvelles règles au cours du processus de négociation.

Par ailleurs, Sissodiya, Bodin et Schelén [26] proposent une méthode de négociation automatisée flexible combinant l’optimisation multi-objectif et des approches basées sur l’utilité. Cette méthode permet de sélectionner des accords conformes aux préférences des parties, mais elle n’intègre pas la sémantique des politiques ni l’interdépendance entre les attributs négociés.

4 Limites des approches existantes et positionnement

Les premiers résultats de l’état de l’art révèlent certaines limites par rapport à la négociation des contrats d’accès dans les espaces de données. Premièrement, l’absence d’un formalisme sémantique standardisé pour ODRL constitue un problème pour la négociation automatisée des contrats d’accès. Un processus de négociation automatisée nécessite une compréhension sémantique et un raisonnement logique sur les attributs négociés. Par ailleurs, ODRL propose un cadre générique pour l’expression des contraintes, mais il ne tient pas compte du cadre contextuel et dépendant du domaine des données échangées. Cette situation requiert un alignement avec les ontologies spécifiques au domaine. Par exemple, dans le contexte de notre cas d’usage, une politique ODRL devrait exprimer les contraintes sur l’utilisation des données des bornes de recharge en utilisant les concepts et les ontologies de ce domaine afin d’assurer une interprétation cohérente entre le consommateur et le fournisseur durant les étapes de négociation.

Un autre défi réside dans la négociation des politiques d’usage. Certaines politiques sont juridiquement obligatoires et non négociables. D’autres imposent des exigences strictes en matière de confidentialité et doivent être automatiquement vérifiées avant, pendant et après le processus de négociation. En revanche, certaines contraintes peuvent être adaptées ou assouplies. Cela implique que toutes les

politiques ne devraient pas être modélisées comme des contraintes rigides. Certaines pourraient être représentées sous forme de contraintes flexibles et pondérées, contrôlées, tout en garantissant la conformité globale.

Les limites identifiées mettent en évidence la nécessité **d’un cadre formel pour la négociation automatisée des contrats d’accès aux données qui prend en considération la sémantique, le format de données et leur contexte, tout en supportant une représentation relaxée et pondérée des contraintes**, apparaît comme une condition essentielle qui permet d’assurer une négociation optimale et flexible avec un taux d’accord plus élevé. Ce cadre garantit aussi l’interopérabilité et une sémantique commune entre les parties prenantes au sein d’un espace de données. Par ailleurs, l’explicabilité constitue un enjeu central, car il est essentiel de pouvoir expliquer chaque décision prise par les participants durant la négociation, notamment lors de la justification du choix de certaines contraintes assouplies.

5 Approche méthodologique

Afin d’atteindre les objectifs de ce travail et d’établir une négociation de contrats d’accès aux données fondée sur un schéma formel respectant les contraintes de conformité, nous proposons une approche structurée en trois couches.

Premièrement, une couche conceptuelle qui repose sur une analyse de la littérature et des cas d’usage afin d’identifier les éléments négociables et leurs interactions au sein des architectures existantes comme celle d’IDSA.

La deuxième couche concerne la modélisation formelle. Elle inclut la représentation des contraintes relaxées et pondérées, ainsi que la définition des messages qui peuvent être échangés entre le fournisseur et le consommateur de données, les offres et les contre-offres et les conditions d’arrêt. La cohérence interne du modèle peut être évaluée avec des preuves formelles et des cas d’usage pour vérifier que les règles définies ne produisent pas de décisions contradictoires.

La troisième couche concerne l’implémentation et l’évaluation. Le cadre proposé sera implémenté en utilisant des infrastructures open source comme l’Eclipse Dataspace Connector⁹. EDC est une solution développée et distribuée par **Eclipse Foundation**¹⁰. Elle présente une implémentation concrète des protocoles définis par IDS et Gaia-X.

L’évaluation sera réalisée en utilisant des jeux de données représentatifs des différents secteurs provenant de plateformes de données ouvertes comme **data.gouv.fr**¹¹. Les performances seront mesurées en utilisant des métriques déjà proposées dans la littérature, notamment le taux d’accord, l’efficacité des cycles de négociation, le nombre moyen de tours de négociation et l’équité [19].

L’explicabilité sera intégrée dans notre approche. Les décisions doivent être traçables, justifiables et interprétables par l’utilisateur humain. Le travail présenté dans [24] montre l’intérêt d’intégrer des mécanismes d’explicabilité dans les

9. EDC Connector <https://github.com/eclipse-edc/Connector>

10. <https://www.eclipse.org/about/>

11. <https://www.data.gouv.fr/>

systèmes à base d'agents, notamment dans le contexte des agents de négociation. Les auteurs de [2] présente une approche basée sur des techniques de traitement de langage naturel (NLP) comme les transformeurs ainsi que des règles, afin de transformer les tactiques et les stratégies de négociation en phrases en langage naturel compréhensible par l'humain.

Des approches basées sur argumentation peuvent être utilisées pour générer et évaluer les justifications des choix effectués par les participants à chaque étape de négociation.

6 Conclusion

La négociation des contrats d'accès aux données au sein des espaces de données reste un sujet scientifique à explorer. Cet article met en avant les limites actuelles ainsi que la nécessité de proposer un cadre formel pour la négociation en intégrant des mécanismes capables de prendre en considération la sémantique des données, les politiques d'usage ainsi que les contraintes contextuelles qui les entourent.

Au-delà du domaine des espaces de données, ce travail permettrait aussi de contribuer efficacement à l'ingénierie des connaissances, en fournissant un modèle formel qui permet de représenter les éléments négociables dans un contrat d'accès aux données au sein d'un espace de données. Il contribue également au raisonnement logique formel, en fournissant des mécanismes qui permettent de générer des offres et des contre-offres durant la négociation, de détecter les conflits et d'assurer la cohérence des contrats d'accès.

Ce travail vise à renforcer l'interopérabilité sémantique, la gouvernance des données et à assurer l'automatisation des processus dans des environnements décentralisés.

References

- [1] Sebastian Bader, Jaroslav Pullmann, Christian Mader, Sebastian Tramp, Christoph Quix, Andreas W. Müller, Haydar Akyürek, Matthias Böckmann, Benedikt T. Imbusch, Johannes Lipp, Sandra Geisler, and Christoph Lange. The International Data Spaces Information Model – An Ontology for Sovereign Exchange of Digital Content. In *The Semantic Web – ISWC 2020: 19th International Semantic Web Conference, Athens, Greece, November 2–6, 2020, Proceedings, Part II*. Springer-Verlag, November 2020.
- [2] Pallavi Bagga and Kostas Stathis. Towards explainable strategy templates using nlp transformers. In *Workshop on Explainable AI in Finance (XAIFIN23)*, 2023.
- [3] Esteves Beatriz, Golpayegani Delaram, Krog Georg P, Flake Julian, and Ryan Paul. Data Privacy Vocabulary (DPV) version 2.2. Final community group report, World Wide Web Consortium, October 31 2025.
- [4] Piero A. Bonatti, Nicoletta Fornara, and Andreas Harth. Towards a Formal Semantics of the Open Digital Rights Language (ODRL 2.2). In Cimmino et al. [7].
- [5] Ho-Chun Herbert Chang. Multi-issue negotiation with deep reinforcement learning. *Knowledge-Based Systems*, 2021.
- [6] Siqi Chen and Ran Su. An autonomous agent for negotiation with multiple communication channels using parametrized deep q-network. *Mathematical Biosciences and Engineering*, 2022.
- [7] Andrea Cimmino, Nicoletta Fornara, Víctor Rodríguez-Doncel, and John Domingue, editors. *ODRL and beyond: Practical Applications and challenges for policy-based access and usage control. OPAL 2025. Co-located with the Extended Semantic Web Conference, Portorož, Slovenia, June 1, 2025*, volume 3977 of *CEUR Workshop Proceedings*. Sun SITE Central Europe (CEUR), June 2025.
- [8] Data Spaces Support Centre. 1st collaborative discussion paper: Why data spaces? A business and user's perspective. <https://dssc.eu/space/PE/881393668/Publications>, October 2023.
- [9] European Commission. Data act explained. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/node/12633/printable/pdf>, 2023.
- [10] Trusted data transactions – Part 1: Terminology, concepts and mechanisms. Technical Report FprEN 18235, CEN-CENELEC, 2025.
- [11] M. Francisco, Y. Mezquita, S. Revollar, P. Vega, and Juan F. De Paz. Multi-agent distributed model predictive control with fuzzy negotiation. *Expert Systems with Applications*, 2019.
- [12] Soulmaz Gheisari, Jaime Osvaldo Salas, Semih Yumusak, and George Konstantinidis. MINiDM: Multi-Issue Negotiation in Decentralised Data Marketplaces. In *Proceedings of the 3rd Data Economy Workshop (DEC) at the 51st International Conference on Very Large Data Bases (VLDB 2025)*. Proceedings of the VLDB Endowment, 2025.
- [13] Patrick Hochstenbach, Beatriz Esteves, and Ruben Verborgh. Automated Policy Negotiation: a Four-Course Meal. In Cimmino et al. [7].
- [14] Renato Iannella and Serena Villata. ODRL Information Model 2.2. W3c recommendation, World Wide Web Consortium, February 2018.
- [15] International Data Spaces Association (IDSA). IDSA Rule Book. <https://docs.internationaldataspaces.org/ids-knowledgebase/idsa-rulebook/>, 2023.
- [16] Peter Koen, Maarten Kollenstart, James Marino, Julia Pampus, Anil Turkmayali, Sebastian Steinbuss, and Arno Weiß. Dataspace protocol 2025-1. Technical report, The Eclipse Foundation AISBL, November 12 2025.
- [17] Mike Lewis, Denis Yarats, Yann Dauphin, Devi Parikh, and Dhruv Batra. Deal or no deal? end-to-end learning of negotiation dialogues. In *Proceedings of*

- the 2017 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, Copenhagen, Denmark, 2017. Association for Computational Linguistics.
- [18] Minyi Li, Quoc Bao Vo, Ryszard Kowalczyk, Sascha Ossowski, and Gregory Kersten. Automated negotiation in open and distributed environments. *Expert Systems with Applications*, 40, 2013.
- [19] Xudong Luo, Yanling Li, Qiaojuan Huang, and Jieyu Zhan. A survey of automated negotiation: Human factor, learning, and application. *Computer Science Review*, 54, 11 2024.
- [20] Xudong Luo, Yanling Li, Qiaojuan Huang, and Jieyu Zhan. A survey of automated negotiation: Human factor, learning, and application. *Comput. Sci. Rev.*, November 2024.
- [21] Johnathan Mell, Markus Beissinger, and Jonathan Gratch. An expert-model & machine learning hybrid approach to predicting human-agent negotiation outcomes. New York, NY, USA, 2019. Association for Computing Machinery.
- [22] Eugenia I. Papagiannakopoulou, Nikolaos L. Dellas, Georgios V. Lioudakis, Maria N. Koukovini, and Aziz Mousas. Semantic conflict resolution for access and usage control. In *NeXt-generation Data Governance workshop 2025 (NXDG 2025), co-located with SEMANTiCS'25: International Conference on Semantic Systems, September 3–5, 2025, Vienna, Austria*, volume 4046 of *CEUR Workshop Proceedings*. Sun SITE Central Europe (CEUR), September 2025.
- [23] Noam Peled, Kobi Gal, and Sarit Kraus. Learning to reveal information in repeated human-computer negotiation. *Institute for Advanced Computer Studies. University of Maryland*, 2012.
- [24] Avi Rosenfeld and Ariella Richardson. Explainability in human-agent systems. 2019.
- [25] Jaime Osvaldo Salas, Paolo Paretì, Semih Yumuşak, Soulmaz Gheisari, Luis-Daniel Ibáñez, and George Konstantinidis. Evaluation and Comparison Semantics for ODRL. Prépublication arXiv, à paraître dans *Knowledge Graphs - 14th International Joint Conference, IJCKG 2025, Heraklion, Crete, Greece, October 15–17, 2025, Proceedings*, 2025.
- [26] Aditya Sissodiya, Ulf Bodin, and Olov Schelén. Objective- and Utility-Based Negotiation for Access Control. In *International Conference on Information Systems Security and Privacy*, 2025.
- [27] Simon Steyskal and Axel Polleres. Towards Formal Semantics for ODRL Policies. In Nick Bassiliades, Georg Gottlob, Fariba Sadri, Adrian Paschke, and Dumitru Roman, editors, *Rule Technologies: Foundations, Tools, and Applications - 9th International Symposium, RuleML 2015, Berlin, Germany, August 2-5, 2015, Proceedings*, volume 9202 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 360–375. Springer, 2015.
- [28] Yousouf Taghzouti. *Semantic Content Negotiation: A Fine-grained and Relaxed Approach Using Semantic Web Technologies*. PhD thesis, École des mines de Saint-Étienne, 2024.
- [29] Johannes Theissen-Lipp. *Semantic foundations of dataspace*. PhD thesis, RWTH Aachen University, 2024.