

MMO: une ontologie pour les métadonnées

Valentin Mouche*, Manuel Munier*, Nouha Laamech**

*Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA
LIUPPA, Mont de Marsan, France
Manuel.Munier@univ-pau.fr,
<https://munier.perso.univ-pau.fr/>

**University Mohammed VI Polytechnic
COLCOM, Rabat, Morocco
Nouha.LAAMECH@um6p.ma

Résumé. Cet article présente une ontologie légère et extensible visant à unifier la modélisation, l'exploitation et la gouvernance des métadonnées dans des systèmes complexes, notamment pour la sécurité de l'information et l'Internet des Objets (IoT). Ce travail, présenté SIOTEC 2025¹, s'appuie sur les standards du Web sémantique afin d'améliorer la fiabilité, la traçabilité, l'interopérabilité et la confiance dans les environnements numériques hétérogènes.

Contexte et motivations

Les métadonnées sont essentielles pour organiser et contextualiser les données, surtout dans les domaines où la sécurité et la conformité sont cruciales. Cependant, la diversité des pratiques et définitions limite leur interopérabilité et réutilisation. En outre, les approches actuelles intègrent mal les métadonnées dynamiques nécessaires aux systèmes distribués comme les villes intelligentes ou l'IoT (Mouche et al., 2025).

De nombreux travaux décrivent des dimensions de qualité des métadonnées, mais aucun cadre générique et interopérable ne fait consensus. Des ontologies comme PROV-O (provenance) ou IdSM-O (gouvernance IoT) couvrent des besoins spécifiques mais restent limitées à leur domaine. Elles sont insuffisantes pour une gestion contextuelle et dynamique des métadonnées à grande échelle, notamment pour la sécurité.

Conception et modélisation de l'ontologie MMO

L'ontologie MMO (*Metadata Management Ontology*) a été conçue selon la méthodologie MethOntology pour en assurer la rigueur et la systématisme. Elle modélise de façon unifiée quatre grandes dimensions des métadonnées : descriptive, structurelle, administrative et temporelle. Elle permet également de représenter la provenance et la dynamique des métadonnées.

1. Le 6^{ème} *Workshop on Secure IoT, Edge and Cloud systems (SIOTEC)* est adossé à la 34^{ème} *ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM)* classée rang A dans CORE 2023.

MMO: une ontologie pour les métadonnées

La classe centrale `Metadata` est liée aux objets `Data` décrivant tout artefact informationnel (identifiant, journalisation, politiques, . . .). Les propriétés de base (`label`, `value`) sont volontairement flexibles pour maximiser la compatibilité inter-domaines. MMO s’inspire des standards Dublin Core et DCAT, mais adopte un schéma plus léger et modulaire pour minimiser la complexité sans compromettre l’alignement sémantique.

La validation de MMO repose sur des critères comme l’exactitude, l’adaptabilité, l’exhaustivité, l’efficacité computationnelle et la concision. Une étude de cas dans une ville intelligente a intégré MMO à SSN et vérifié sa cohérence sémantique via un scénario où des observations de capteurs IoT enrichies sont exploitées par des règles SWRL.

Conclusion et perspectives

MMO offre un socle unifié pour la gestion sémantique, contextuelle et dynamique des métadonnées, centré sur la sécurité, la traçabilité et la gouvernance distribuée. Elle facilite l’intégration avec d’autres modèles et améliore la qualité des données dans des environnements interconnectés. Les travaux futurs portent sur la distinction entre métadonnées statiques et dynamiques, le renforcement de la confiance via l’alignement sur PROV-O, et l’ambition de faire de MMO une couche clé des architectures de cybersécurité et de gouvernance de l’information.

Références

- Király, P. (2019). *Measuring metadata quality*. Ph. D. thesis, Georg-August-Universität Göttingen.
- Laamech, N., M. Munier, et C. Pham (2022). IdSM-O : An IoT data sharing management ontology for data governance. In *Proceedings of the 14th International Conference on Management of Digital EcoSystems*, pp. 88–95.
- Lambertenghi, S. C. et A. Stocco (2024). Assessing quality metrics for neural reality gap input mitigation in autonomous driving testing. In *2024 IEEE Conference on Software Testing, Verification and Validation (ICST)*, pp. 173–184. IEEE.
- Mouche, V., M. Munier, et N. Laamech (2025). MMO : A Lightweight Semantic and Trust Model for Metadata. In *6th Workshop on Secure IoT, Edge and Cloud systems (SIoTEC)*.
- Zappatore, M., A. Longo, A. Martella, B. Di Martino, A. Esposito, et S. A. Gracco (2023). Semantic models for IoT sensing to infer environment–wellness relationships. *Future Generation Computer Systems* 140, 1–17, doi: <https://doi.org/10.1016/j.future.2022.10.005>.

Summary

This article presents a lightweight and extensible ontology aimed at unifying the modeling, exploitation, and governance of metadata in complex systems, particularly for information security and the Internet of Things (IoT). This work, presented at SIoTEC 2025, is based on semantic web standards to improve reliability, traceability, interoperability, and trust in heterogeneous digital environments.