

APLICAÇÃO DE ONTOLOGIAS PARA MODELAGEM E GESTÃO DE RELACIONAMENTOS EM AMBIENTES DA SOCIAL IOT

JOSÉ FELIPE MORÉ PAULETTI¹; LEANDRO DA SILVA CAMARGO²;
ANA MARILZA PERNAS¹

¹*Universidade Federal de Pelotas – {jfmpauletti, marilza}@inf.ufpel.edu.br*

²*Instituto Federal Sul-rio-grandense – leandrocamargo@ifsul.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

A concepção e a popularização da Internet of Things (IoT, em português, Internet das Coisas) trouxe uma realidade em que dispositivos recebem e enviam dados continuamente, empregando diferentes redes de comunicação. Esse tráfego de dados ocorre para disponibilização de serviços aos usuários, os quais têm suas tarefas do dia a dia facilitadas pela atuação dos dispositivos, que acabam por apresentar comportamento “inteligente” frente às tarefas que executam e aos serviços que disponibilizam.

A Social Internet of Things (SloT, no português, Internet das Coisas Social) é um paradigma no qual os objetos podem construir suas próprias associações sociais de forma autônoma, sem dependência da intervenção humana. Neste paradigma, os objetos tentam imitar o comportamento humano enquanto estabelecem relacionamentos, para assim construir um ambiente similar a uma rede social (Gulati and Kaur, 2019). A rede social de objetos é criada a partir de dispositivos heterogêneos por meio de suas interações, estabelecendo, assim, relacionamentos que melhoram a experiência do usuário dos ambientes inteligentes por meio da composição de novos serviços ou a oferta de serviços mais oportunos (Mohana et al., 2022).

À medida que as tecnologias habilitadoras da IoT se tornam populares, há um aumento na diversidade de dispositivos capazes de se conectar à rede. Neste sentido, a infraestrutura precisa criar formas de diferenciar os dispositivos, ao mesmo tempo que também precisa prover a comunicação entre dispositivos que utilizam diferentes conexões e tem sua própria assinatura digital, características e formas de atuação.

Alguns desafios presentes em cenários da SloT são: (i) a buscas por objetos; (ii) a segurança do ambiente; (iii) a criação de comunidades os objetos; e (iv) a maneira como estabelecem as relações (Malekshahi Rad et al., 2020). Na tentativa de solucionar esses problemas para a especificação e o gerenciamento de um ambiente na SloT, alguns autores investigam o uso de ontologias (Guarino, 1998). As ontologias oferecem uma solução mais formal e rica para modelagem e representação dos dados dos objetos e dos ambientes, facilitando a identificação e o gerenciamento dos relacionamentos entre os dispositivos, bem como dos serviços fornecidos pelos mesmos. A gerência dos relacionamentos consiste na identificação dos objetos e de como eles se relacionam, assim como pela análise do comportamento de um objeto.

Visando identificar o estado da arte no tema, foi desenvolvida uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), publicada em (Pauletti et al., 2024), a qual identificou os principais trabalhos na área. Os trabalhos correlatos identificados na RSL deram subsídio para definição da ontologia apresentada nesta pesquisa, a qual visa modelar o contexto relativo à infraestrutura para SloT desenvolvida por

pesquisadores do grupo, denominada *Virtual Interactions between Social Objects* (VISO). A abordagem VISO combina diferentes metodologias para promover a fluidez na comunicação entre objetos e a estruturação do ambiente inteligente, oferecendo resultados promissores para a composição e a oferta de novos serviços em aplicações da SloT (Camargo et al., 2024).

Este trabalho objetiva definir uma ontologia voltada à socialização de objetos em ambientes inteligentes, com base na abordagem VISO. Além da ontologia definida, são apresentados os passos a serem encaminhados para o andamento do trabalho, assim como as ferramentas utilizadas para a construção da ontologia.

2. METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizada uma RSL com o objetivo central de identificar trabalhos que propusessem o desenvolvimento de vocabulários semânticos ou ontologias, tendo como foco a gestão de relacionamentos entre dispositivos em uma SloT (PAULETTI, et al., 2024). De forma complementar, foram selecionados trabalhos que propusessem contribuições para a gestão de regras de serviço em ambientes inteligentes.

Após a realização de todos os passos definidos na RSL, foram selecionados 21 artigos. Dentre esses, apenas 5 foram destacados como relevantes para a pesquisa desenvolvida, considerando os critérios previamente definidos pelo grupo de pesquisa. Estes artigos, então, foram analisados em profundidade para destacar as principais contribuições e diferenciais, os quais estão apresentados na sequência

O artigo de Pliatsios et al. (2023) propõe um *Middleware* da Rede Social Semântica das Coisas (S2NetM), que utiliza um Gerenciamento de Contexto (CM) o qual coleta, processa e analisa dados de dispositivos IoT e outras fontes para fornecer serviços sensíveis ao contexto. O CM trabalha com motores semânticos a fim de criar uma visão unificada de um sistema SloT.

No trabalho de Choi; Rhee (2018) os autores propõem um sistema para gestão de confiança, o modelo *Trusted Resource Sharing* (TRS), o qual descreve relacionamento, perfil de relacionamento e informações de uso entre o dispositivo e o usuário. A proposta é implementada com uso de uma ontologia fácil de expandir e modificar, pois o perfil do elemento e dos relacionamentos são dinâmicos e diversificados.

Em Ali et al., (2018), os autores propõem uma arquitetura que fornece uma base para o desenvolvimento de microsserviços leves baseados em objetos web socialmente conectados. Tem por objetivo descobrir objetos eficientemente e reduzir a complexidade dos processos de provisionamento de serviços.

No trabalho de Lakshmi et al. (2022) é definida uma estrutura, chamada de OntoSSO, para recomendar objetos inteligentes socialmente semelhantes aos usuários, incorporando inteligência semântica.

No intuito de extrair informações importantes dos trabalhos revisados, foram definidas questões de pesquisa, as quais nortearam as respostas obtidas com a RSL desenvolvida, conforme descrito a seguir:

Q1 - Existem ontologias para gestão dos relacionamentos entre dispositivos em uma SloT?

Os trabalhos propõem ontologias focadas na gestão de relacionamentos, seja criando módulos específicos em um *middleware* para gestão ou a partir de

uma ontologia definida. Os trabalhos também trabalham com a confiança dos relacionamentos.

Q2 - Existem infraestruturas para SloT que explorem o uso de ontologias para gestão das regras de negócio aplicadas a recomendação de recursos?

Os trabalhos selecionados trabalham com as regras de negócio, mas não tem foco na construção dessas ontologias, também não apresentam os impactos dessas ontologias no sistema. Também não são explicados e apresentadas as regras construídas, exceto um dos trabalhos que apresenta a gestão de recursos com uma ontologia e com foco relacionamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A RSL desenvolvida permitiu observar a relevância da área de pesquisa no contexto SloT e IoT, mostrando um crescimento nas publicações nessa área. Nesse contexto, optou-se pela elaboração de uma ontologia que permita a gestão dos relacionamentos e a implementação das regras de negócio estabelecidas pela abordagem VISO. Para isso, foi elaborado um plano de trabalho com o intuito de guiar a criação desta ontologia. Os passos definidos foram os seguintes:

1. Definição dos principais termos a comporem a ontologia, tendo em vista a abordagem VISO e a organização do ambiente.
2. A reutilização de outras ontologias, que auxiliem na elaboração desta ontologia da VISO. Nesse sentido, os trabalhos encontrados na RSL estão sendo parcialmente utilizados, já que a maioria infelizmente não apresentava a ontologia em si, apenas alguma descrição da ontologia utilizada. Após a RSL, foram realizadas algumas pesquisas, sendo encontradas ontologias que poderiam auxiliar no trabalho, como a Generic Ontology for IoT Platforms¹.
3. Por fim, a utilização de tecnologias para a descrever a ontologia, nesse sentido foram escolhidos o software do Protégé² e a framework Apache Jena³, ambas essas tecnologias são mais difundidas nessa área de pesquisa.

A ontologia sendo construída apresenta as classes básicas para o funcionamento da abordagem VISO, com uso dos termos dos trabalhos relacionados. Sua construção conta com termos que definem dois conceitos centrais: o Objeto Virtual, com uma classe chamada *VirtualObject* e demais classes como *privacy* e *efficiency*; e o ambiente, descrito pela classe *Environment* e pelas classes *recommendation*, *businessRules* e *socialCircle*. As classes relacionadas ao ambiente são responsáveis pela administração das regras de negócio válidas no ambiente de SloT.

4. CONCLUSÕES

Com relação ao objetivo geral, foram encontrados artigos utilizados como base para a criação do modelo semântico de um ambiente SloT. Contudo, apresentam lacunas que dificultam os testes com as ontologias elaboradas. A princípio, esses vocabulários existem e podem ser parcialmente recriados com o conteúdo disponibilizado nos artigos, mas seu acesso não é disponibilizado.

¹ <https://inter-iot.github.io/ontology/>

² <https://protege.stanford.edu>

³ <https://jena.apache.org>

Visando implementar uma ontologia capaz de responder às questões de pesquisa e atender aos requisitos necessários à abordagem VISO, permitindo a gestão dos relacionamentos e a implementação das regras de negócio, foi iniciado o desenvolvimento de uma ontologia própria, realizando reuso de algumas ontologias já citada na RSL.

Na sequência deste trabalho, houve a necessidade de uma nova pesquisa por ontologias correlatas. Até o momento, foram localizadas ontologias de uso genérico para IoT, as quais empregam outros vocabulários já estabelecidos e padronizados, como a ontologia *Semantic Sensor Network* (SSN)⁴. O trabalho continua avançando, as próximas atividades incluem testes e instanciação da ontologia proposta, buscando sua adequação à abordagem VISO.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, Sajjad et al. A model of socially connected web objects for IoT applications. **Wireless Communications and Mobile Computing**, v. 2018, n. 1, 2018.
- CAMARGO, L. S. et al. VISO approach: A socialization proposal for the Internet of Things objects. **Future Generation Computer Systems**, v. 150, p. 326-340, 2024.
- CHOI, Hoan-Suk; RHEE, Woo-Seop. Social based trust management system for resource sharing service. In: **Proceedings of the 2nd international conference on intelligent systems, metaheuristics & swarm intelligence**. 2018. p. 148-152.
- GUARINO, Nicola (Ed.). **Formal ontology in information systems: Proceedings of the first international conference (FOIS'98), June 6-8, Trento, Italy**. IOS press, 1998.
- GULATI, Nancy; KAUR, Pankaj Deep. When things become friends: a semantic perspective on the Social Internet of Things. In: **Smart Innovations in Communication and Computational Sciences: Proceedings of ICSICCS 2017, Volume 2**. Springer Singapore, 2019. p. 149-159.
- LAKSHMI, R. Vaibhava et al. Search for social smart objects constituting sensor ontology, social iot and social network interaction. In: **2022 Sixth International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud)(I-SMAC)**. IEEE, 2022. p. 60-65.
- MALEKSHAHI RAD, Mozghan et al. Social Internet of Things: vision, challenges, and trends. **Human-centric Computing and Information Sciences**, v. 10, n. 1, p. 52, 2020.
- MOHANA, S. D.; PRAKASH, SP Shiva; KRINKIN, Kirill. Semantic rules for service discovery in social internet of things. In: **2022 4th International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT)**. IEEE, 2022. p. 119-124.
- PAULETTI, José Felipe M.; PERNAS, Ana Marilza; CAMARGO, Leandro; YAMIN, Adenauer. Aplicação de Ontologias para Representação de Conhecimento em Ambientes da SloT - uma Revisão de Literatura. In: **ESCOLA REGIONAL DE BANCO DE DADOS (ERBD)**, 19., 2024, Farroupilha/RS. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024. p. 41-50. ISSN 2595-413X. DOI: <https://doi.org/10.5753/erbd.2024.238866>
- PLIATSIOS, Antonios; LYMPERIS, Dimitrios; GOUMOPOULOS, Christos. S2netm: A semantic social network of things middleware for developing smart and collaborative iot-based solutions. **Future Internet**, v. 15, n. 6, p. 207, 2023.

⁴ <https://www.w3.org/TR/vocab-ssn/>