

Publicação de Dados da Internet das Coisas usando Recursos da Web Semântica: Um estudo de Caso usando uma Tomada Inteligente

Vinícios C. Tomazetti¹, Diovane Soligo¹, Alencar Machado¹, Daniel Lichtnow¹

¹Colégio Politécnico – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
Av. Roraima, nº1000, Campus UFSM – 97.105-900 – Santa Maria – RS – Brasil

vinicios.c.tomazetti@gmail.com, diovane_soligo@hotmail.com,
alencar.machado@ufsm.br, dlichtnow@politecnico.ufsm.br

Abstract. *One of the challenges in the Internet of Things – IoT is how to publish and share the data related to devices. One almost unexplored possibility is to use Semantic Web resources. Thus, this work aims to explore the use of some of Semantic Web resources to publish and share data related to a smart socket.*

Resumo. *Um dos desafios na Internet das Coisas está em como publicar e compartilhar dados relacionados aos dispositivos. Uma possibilidade, ainda pouco explorada, é fazer uso de recursos da Web Semântica. Assim, este trabalho tem por objetivo explorar o uso de recursos da Web Semântica para publicar e compartilhar dados relacionados a uma tomada inteligente.*

1. Introdução

Na Internet das Coisas - *Internet of Things* - *IoT* objetos físicos/dispositivos estão conectados a Internet, podendo ser monitorados e controlados remotamente. Um exemplo de dispositivo é uma tomada inteligente, que consiste basicamente de uma tomada que possui sensores (e.g. corrente elétrica) a partir dos quais são obtidos dados que podem ser utilizados para monitoramento e realização de ações a partir do uso de atuadores presentes em um dispositivo (e.g. interromper a corrente que passa na tomada, desligando conseqüentemente o aparelho ligado a tomada). No cenário proposto na Internet das Coisas, um desafio consiste em garantir a interoperabilidade entre os objetos e o acesso aos dados a eles associados (dados que descrevem os dispositivos e dados obtidos pelos seus sensores). Para tanto, as tecnologias relacionadas à Web Semântica podem auxiliar [Charpenay et al, 2016].

Embora sejam reconhecidos os benefícios do uso dos recursos da Web Semântica na *IoT*, estes não vêm sendo ainda largamente utilizados [Sotres et al, 2017]. Assim, este trabalho tem por objetivo explorar o uso dos recursos da Web Semântica no contexto da *IoT*, usando como estudo de caso uma tomada inteligente. Inicialmente são descritas algumas das ontologias relevantes para *IoT* que foram identificados ao longo do trabalho (Seção 2). É então feito o relato de como destas ontologias foram usadas na descrição dos dados relacionados à tomada inteligente (Seção 3). Finalmente, são apresentadas as considerações finais (Seção 4).

2. Ontologias no contexto da IoT

Para a descrição dos dispositivos, no contexto da IoT, existem diversas ontologias definidas usando os recursos da Web Semântica. Dentre as mais conhecidas estão a *SSN* (*Semantic Sensor Network Ontology*), a *IoT-Lite* e a *FIESTA-IoT*. A ontologia *SSN* permite descrever sensores [Compton et al., 2012] e consiste de 41 conceitos e 39 propriedades de objetos, sendo que houve na sua criação a preocupação com a integração com ontologias externas, que definem conceitos não diretamente relacionados a sensores (unidades de medida, por exemplo). A ontologia *SSN* é considerada a mais conhecida no contexto da IoT, mas também vista como complexa [Lanza et al, 2016]. A complexidade da *SSN* foi uma das motivações para a definição da *IoT-Lite* [Bermudez-Edo et al, 2016]. A *IoT-Lite* consiste de uma customização da *SSN*, buscando oferecer uma ontologia mais leve. Conceitos centrais da *IoT-Lite* são entidades ou objetos; recursos ou dispositivos e serviços, que são nomeados na *IoT-Lite* respectivamente como *iot-lite:Object*, *ssn:Device* e *iot-lite:Service*. A *IoT-LITE*, disponibiliza elementos capazes de caracterizar dispositivos bem como seus sensores, *tags* acopladas (etiquetas *RFID/NFC*) e seus atuadores, descrevendo o tipo de informação que um dispositivo manipula/gera, sua localização geográfica, serviço de *endpoint* disponível, dentre outras características.

Já a *FIESTA-IoT* [Agarwal et al 2016] também reutiliza conceitos de outras ontologias, especialmente da *SSN* e *IoT-Lite*. Além disto, possui elementos para descrição de dados e da sua coleta por sensores que não estão presentes na *SSN* e na *IoT-Lite* (e.g. no caso do sensor de temperatura, a unidade de medida, o valor coletado, data que o valor foi coletado, sensor que coletou, dentre outras). Suporta ainda os formatos mais comuns de descrição semântica (e.g. *JSON-LD*, *N3*, *RDF/XML*, *OWL/XML*, *TURTLE*).

3. Estudo de Caso

Uma tomada inteligente foi o dispositivo escolhido neste trabalho para ser representado com o uso das ontologias estudadas. Esta tomada possui diversos sensores: corrente elétrica, tensão elétrica, temperatura e umidade do cômodo em que foi instalada. Além de realizar a coleta de dados através de sensores, a tomada possui um atuador, um relé de carga capaz de acionar ou desativar o dispositivo que estiver conectado a esta tomada inteligente através de requisições *HTTP* enviadas por uma aplicação. Os dados obtidos pelos sensores eram originalmente armazenados em um banco de dados relacional. O desenvolvimento da tomada inteligente usada é detalhado em [Soligo e Machado, 2017].

Foi utilizada, a ontologia *IoT-Lite* para representar a tomada inteligente e seus componentes (sensores e acionadores). Estes dados foram publicados na *Web*, para testes, utilizando o servidor local *Apache Jena Fuseki*, que armazena as triplas *RDF* da ontologia e disponibiliza uma *URI* a partir do qual sistemas externos podem ter acesso a mesma, bem como realizar consultas *SPARQL* (Figura 1). São observados os princípios de dados abertos [Bizer et al, .2008].

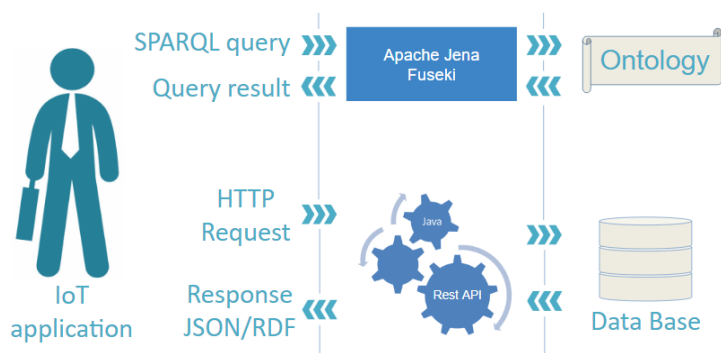


Figura 1. Interação entre aplicação, ontologia e dados do dispositivo

Já usando elementos da ontologia *FIESTA-IoT*, especialmente aqueles referentes a parte de descrição de observações, foi gerado um arquivo *RDF* dos dados de obtidos pelos sensores da tomada (voltagem, por exemplo). Estes dados estavam originalmente em uma base de dados relacional, usada para armazenar os dados da coleta (361.066 registros). O *framework* Java Apache Jena foi utilizado para criar os modelos *RDF* com as informações coletadas do banco. Novamente, os dados foram disponibilizados localmente, em caráter experimental, no servidor *Apache Jena Fuseki*, onde são passíveis de consultas *SPARQL* por sistemas externos. A Figura 2 mostra a consulta em *SPARQL* para recuperar os dados sobre a variação da voltagem na tomada.

```

prefix tomada:<http://purl.oclc.org/NET/UNIS/fiware/iot-lite#>
prefix geo: <http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#>
prefix iot-lite: <http://purl.oclc.org/NET/UNIS/fiware/iot-lite#>
prefix qu: <http://purl.org/NET/ssnx/qu/qu#>
prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
prefix qu-rec20: <http://purl.org/NET/ssnx/qu/qu-rec20#>
prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
prefix time: <http://www.w3.org/2006/time#>
prefix j.0: <http://www.loa.istc.cnr.it/ontologies/DUL.owl#>
prefix m3-lite: <http://purl.org/iot/vocab/m3-lite#>
prefix dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/>
prefix ssn: <http://purl.oclc.org/NET/ssnx/ssn#>
SELECT ?id ?voltagem WHERE {
  tomada:smart-outlet-001 ?p ?o;
    tomada:id ?id;
    ssn:hasSubSystem ?o2.
  ?o2 ssn:madeObservation tomada:voltage-service;
    ?o4 ?o5.
  ?o5 ssn:observationResult ?o6.
  ?o6 ssn:hasValue ?o7.
  ?o7 j.0:hasDataValue ?voltagem .
}

```

Figura 2. Exemplo de dados e consulta SPARQL

É possível constatar os benefícios dos dados serem publicados usando recursos da Web Semântica, considerando cenários relacionados a Ambientes Inteligentes. Um exemplo é o de um ambiente onde se deseja manter o conforto ambiental, levando em

conta o consumo de energia. Neste cenário, uma aplicação, em intervalos regulares de tempo, executaria consultas *SPARQL* para recuperar a temperatura do ambiente e o consumo (obtido a partir da tensão e corrente) para então realizar ações automatizadas (e.g. regular a temperatura de um ar-condicionado). Aqui, o uso de padrões da Web Semântica para todos os dispositivos envolvidos favoreceria a obtenção dos dados e a identificação dos atuadores.

4. Considerações Finais

Dentro do contexto da IoT, neste trabalho foi descrito o uso de tecnologias de Web Semântica para descrição de uma tomada inteligente. Em vários trabalhos foi verificado que as tecnologias da Web Semântica poderão vir a fornecer um importante apoio, mas poucos trabalhos vem as utilizando, em parte dado ao fato de que muitos padrões ainda estão sendo definidos. Pretende-se, na sequência do trabalho, buscar definir e construir aplicações que demonstrem a utilidade destes recursos na troca de dados entre dispositivos e na criação de aplicações voltadas para Ambientes Inteligentes.

Agradecimentos

Trabalho apoiado pelo programa de bolsas de ensino, de pesquisa e de extensão do Colégio Politécnico da UFSM.

Referências

- Agarwal, R., Fernandez, D. G., Elsaleh, T., Gyrard, A., Lanza, J., Sanchez, L., ... & Issarny, V. (2016). Unified IoT ontology to enable interoperability and federation of testbeds. In *Internet of Things (WF-IoT), 2016 IEEE 3rd World Forum* (pp. 70-75).
- Bermudez-Edo, M., Elsaleh, T., Barnaghi, P., & Taylor, K. (2016). IoT-Lite: a lightweight semantic model for the Internet of Things. In *Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced and Trusted Computing, 2016 IEEE Conferences* (pp. 90-97).
- Bizer, C., Heath, T., Idehen, K., & Berners-Lee, T. (2008). Linked data on the web (LDOW2008). In *Proc. of the 17th international conference on* (pp. 1265-1266).
- Charpenay, V., Kabisch, S., & Kosch, H. (2016). Introducing Thing Descriptions and Interactions: An Ontology for the Web of Things. In *SR+SWIT@ISWC* (pp. 55-66).
- Compton, M., Barnaghi, P., Bermudez, L., García-Castro, R., Corcho, O., Cox, S., (2012). The SSN ontology of the W3C semantic sensor network incubator group. *Web semantics: science, services and agents on the World Wide Web*, 17, 25-32.
- Lanza, J., Sanchez, L., Gomez, D., Elsaleh, T., Steinke, R., & Cirillo, F. (2016). A proof-of-concept for semantically interoperable federation of IoT experimentation facilities. *Sensors*, 16(7), 1006.
- Soligo, D.; Machado, A. (2017). *Internet das Coisas Aplicada à Eficiência Energética. Trabalho de conclusão do Curso de Sistemas para Internet – UFSM.*
- Sotres, P., Santana, J. R., Sánchez, L., Lanza, J., & Muñoz, L. (2017). Practical lessons from the deployment and management of a smart city Internet-of-Things infrastructure: The smartantander testbed case. *IEEE Access*, 5, 14309-14322.