

Um Modelo Conceitual para Gestão Autônoma das Relações na Internet das Coisas Social *

Leandro Camargo¹, Ana Marilza Pernas¹, Adenauer Yamin¹

¹Universidade Federal de Pelotas - UFPEL, Pelotas, Brasil

{leandro.camargo, marilza, adenauer}@inf.ufpel.edu.br

Abstract. *Miniaturization of computing devices enables everyday physical objects to communicate on a network through various ubiquitous media. Thus, smart things can interact with each other freely in an autonomous way. In this scenario, we aim to present in this work the conception of a Conceptual Model for the dynamic management of the relationships established among smart objects, thus contributing to Social Internet of Things consolidation. For that, we designed a friendship recommendation and social circle composition approach that monitor interaction and highlight the most relevant objects for answering requests.*

Resumo. *A miniaturização dos dispositivos computacionais permite que objetos físicos do cotidiano estejam conectados em rede por diversos meios de comunicação onipresentes. Assim, as coisas inteligentes têm a liberdade para interagirem umas com as outras de forma autônoma. Frente a este cenário, objetiva-se neste trabalho apresentar a concepção de um Modelo Conceitual para gestão dinâmica dos relacionamentos estabelecidos entre os objetos, contribuindo assim para consolidação da Internet das Coisas Social. Para tal, foi concebida uma abordagem de recomendação de amizades e composição de círculos sociais que monitora as interações e destaca objetos com maior relevância para atender as requisições.*

1. Introdução

A expansão tecnológica faz com que os aplicativos baseados na Internet das Coisas – do inglês *Internet of Things* (IoT) – estejam inseridos em cenários de casa inteligente, assistência médica inteligente e dispositivos vestíveis. No entanto, a gama crescente de dispositivos IoT consumindo e utilizando serviços entre si introduz uma série de desafios, os quais vão desde a busca por serviços, sua seleção, até o estabelecimento das relações adequadas a partir de critérios definidos em uma perspectiva social [Khelloufi et al. 2020].

Neste cenário, a socialização entre os objetos deve ocorrer através das interações estabelecidas dentro de uma nova estrutura, capaz de potencializar o desenvolvimento de ambientes efetivamente inteligentes. Contudo, a implantação em larga escala de coisas socialmente conectadas e interagindo é comprometida pela identificação dos objetos mais relevantes, como também dos serviços ofertados e do caminho mais oportuno para chegar aos mesmos. A escalabilidade emerge como grande obstáculo à materialização da *Social Internet of Things* ou *Social IoT* [Roopa et al. 2021].

*O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)

Além disso, estes dispositivos inteligentes precisam realizar a gestão de um elevado conjunto de amizades com seus pares, mantendo suas respectivas habilidades individuais. Isto torna o gerenciamento dos dispositivos em tempo de execução computacionalmente custoso. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo central a proposição de um modelo conceitual voltado à gestão autônoma das relações estabelecidas entre objetos da Social IoT. Esta proposta integra uma arquitetura de software e metodologias que visam melhorar a organização do ambiente, bem como a fluidez nos procedimentos de comunicação entre os objetos.

O artigo contempla a seguinte estrutura: a Seção 2 aborda os fundamentos básicos em relacionamentos estabelecidos na Social IoT, com também alguns esforços recentes em pesquisas voltadas à gestão dos relacionamentos entre objetos; a Seção 3 destaca a estrutura proposta para os ambientes inteligentes e o mecanismo de recomendação das amizades, evidenciando as contribuições deste trabalho; a Seção 4 traz algumas notas conclusivas e as ações planejadas para validação do modelo.

2. Conceitos Básicos da Social IoT

Na IoT, os objetos observam e atuam no ambiente que estão inseridos. Por sua vez, a Social IoT avança ao ponto em que as coisas ganham mais inteligência e liberdade para interagirem umas com as outras, sem intervenção humana [Rajendran and Jebakumar 2021].

A convergência da computação e da comunicação centradas na socialização entre coisas permite que os dispositivos IoT aproveitem esse contexto social para a otimização dos serviços oferecidos e personalização das entregas feitas de forma automatizada [Dhelim et al. 2021]. Contudo, para que ocorra esse aprimoramento na oferta de serviços, algumas premissas merecem atenção, dentre elas a confiança entre os objetos, bem como a exatidão e a precisão das informações obtidas [Khelloufi et al. 2020].

Para que haja a socialização entre os objetos algumas condicionantes precedem a sua atuação autônoma, tais como: (i) a tomada de decisão utilizando o conhecimento compartilhado pelos objetos locais; (ii) a declaração dos serviços ofertados, assim como a manifestação da presença no ambiente; (iii) a confiança nos pares e a capacidade de interação [Atzori et al. 2015].

2.1. Tipos de Relacionamentos na Social IoT

Os relacionamentos estabelecidos na Social IoT podem ser classificados em três eixos, dos quais dois são voltados às pessoas e um terceiro é focado nas coisas [Aljubairy et al. 2020]. Conforme segue: (i) relacionamentos de dispositivos inteligentes e o usuário, um eixo focado na geração de recomendações de novas coisas ao acesso do usuário; (ii) relacionamento de usuários, objetos e serviços, este eixo explora algoritmos de recomendação de serviços de terceiros ao usuário; (iii) relacionamento das coisas, enfatiza as relações entre os objetos, sem associação às pessoas, embora atendam aos interesses do seu proprietário.

Na perspectiva dos relacionamentos firmados entre os objetos, que é o tema central desta pesquisa, a motivação está na modelagem das relações estabelecidas. Desta maneira é possível a avaliação e a previsão das potenciais ligações, com base nas regras de interação indicadas pelo usuário a cada objeto.

Os vínculos de amizades ditam as informações compartilhadas, o tipo de laço estabelecido e o número de amizades permitidas [Saxena et al. 2020]. Logo, as regras de interação ajudam as relações entre objeto e reduzem a intervenção do proprietário na composição de comunidades com interesses comuns. A seguir são destacadas as contribuições oferecidas pelas pesquisas que abordam a gestão dos relacionamentos.

2.2. Esforços de Pesquisa na Gestão de Relacionamentos

Em pesquisa recente observa-se seis frentes de trabalho voltadas à gestão das relações entre objetos da Social IoT. Este extrato foi qualificado a partir de um processo de revisão sistematizada de literatura analisando 439 artigos [Camargo et al. 2021].

Na perspectiva dos seis trabalhos selecionados, as soluções propõem formas distintas de equalização dos obstáculos de gestão das interações, as quais vão desde a implementação das políticas de relacionamento entre objetos, até a composição das comunidades para melhorar a confiança e a comunicação em ambientes da Social IoT.

Em geral, as soluções tratam das relações entre os objetos após uma manifestação de presença em determinado local. Isto ocorre tanto pela declaração das suas funcionalidades, quanto pela disponibilidade no ambiente. Porém, tal disponibilidade não depende apenas das relações firmadas em dado momento. Em vez disso, ela ocorre devido a vários parâmetros, tais como o histórico de transações anteriores, a centralidade do objeto considerando o seu volume de requisições atendidas e a opinião dos pares - vizinhos comuns - sobre sua experiência de transações com um objeto [Camargo et al. 2021].

Há um esforço recente da comunidade científica na organização dos ambientes inteligentes da Social IoT, os desafios centrais dizem respeito à agilidade da resposta em tempo de execução e ao suporte a escalabilidade exigida pelo número crescente de objetos que integram cada ambiente.

Frente aos desafios destacados e considerando as contribuições oferecidas pelos trabalhos correlatos, a Seção 3 aponta os principais aspectos arquiteturais e funcionalidades que sugerem avanços aos mecanismos de composição das comunidades e a gestão dos relacionamentos estabelecidos entre objetos dos ambientes inteligentes da Social IoT.

3. Modelo Proposto para Recomendação de Amizades

A identificação dos objetos que irão participar de um ambiente inteligente permite que mesmo dispositivos heterogêneos sejam incorporados às regras de negócio e demais políticas implementadas no mecanismo de gestão dos relacionamentos.

Assim sendo, para viabilizar a comunicação e a correspondência nos serviços ou informações entre objetos, a alternativa concebida é o emprego de virtualização dos dispositivos inteligentes. Para tal, um objeto com capacidade de fornecer serviços e recursos, identificado como *middleware*, é o responsável por registrar as habilidades, as restrições e a qualificação de cada um dos outros objetos.

3.1. Estruturação do Ambiente Inteligente

A compatibilização dos objetos já existentes com a abordagem proposta de gerenciamento das relações sociais ocorre através do mapeamento de cada objeto físico em seu correspondente virtual, denominado aqui como Objeto Virtual (OV).

Primeiramente, o proprietário define todas as características (restrições, serviços, etc.) de cada objeto do cenário. Uma vez estando o objeto identificado no *middleware* e feito seu registro na base de dados, o objeto torna-se virtualizado no ambiente - equivalente ao conceito de *digital twin* ou gêmeo digital, em português. Na prática, isso representa a criação de uma réplica virtual, que traduz as informações do objeto físico que são relevantes à sua atuação na Social IoT.

Tal conceito de virtualização oferece uma oportunidade para acelerar o desenvolvimento de software empregando o OV. A virtualização permite o uso de validações digitais, em detrimento de validações físicas [Nasirahmadi and Hensel 2022].

Como resultado da busca por subsídios à criação de uma abordagem de organização social dos objetos em ambientes inteligentes, destaca-se a metodologia ONA - acrônimo para *Organizational Network Analysis*, em português análise de rede organizacional. A ONA viabiliza o mapeamento das relações formais e informais, como também os padrões de colaboração entre funcionários, departamentos ou unidades de negócios [Haemers 2021]. Além disso, seus métodos científicos e teorias auxiliam no entendimento das interações dentro de uma corporação, podendo dar suporte as interações no contexto da Social IoT.

Na Social IoT, um dos principais desafios está na autonomia dos objetos em reconhecerem os papéis de cada partícipe da comunidade. Neste particular, o modelo proposto entende que a metodologia ONA pode contribuir para a concepção de aplicações, nas quais objetos socializam e constituem comunidades de interesse, pois os desafios e objetivos são similares em ambos os cenários - o corporativo e o dos objetos.

No ambiente inteligente da Social IoT, uma vez mapeadas as relações estabelecidas entre os objetos, é fundamental o entendimento da sua relevância para o correto dimensionamento da rede de colaborações. Assim, a próxima seção trata do mecanismo adotado para classificação das conexões.

3.2. Mecanismo de Recomendação de Amizades

A metodologia adotada para classificação das amizades está fundamentado nos algoritmos de *Link Analysis* (LA) - em português análise de ligações - que oferecem um arcabouço de soluções voltadas a classificação das conexões mais significativas, isso a torna uma técnica reconhecida pela eficácia em ciência de dados, especialmente na exploração dos relacionamentos de objetos [Shi 2022].

Dentre os algoritmos de análise de *link*, o PageRank (PR) é, provavelmente, o algoritmo mais popular para classificação da importância relativa dos vértices em um grafo, definindo recursivamente a importância de um nó como a soma da importância de seus nodos de ligação [Jimenez et al. 2022]. O algoritmo PR é o método do Google ¹ originalmente aplicado para medir a importância de uma página.

O mecanismo de recomendação de amizades apura o peso de cada vértice, isso sugere a relevância do objeto em um ambiente da Social IoT. Considerando o valor de PR para cada objeto são identificados aqueles mais ativos na rede. Desta forma, as indicações mais relevantes são priorizadas na apresentação aos novos objetos, potenci-

¹Mecanismo de pesquisa na Web, disponível em: www.google.com

alizando interações com maior sucesso. Devido ao PR atribuir um valor inicial equânime aos vértices, isso também viabiliza que todos tenham oportunidades de indicação.

A organização do ambiente inteligente contribui ainda com a redução de operações dependentes do *middleware*, o reenvio de requisições, a otimização no tempo das respostas, entre outros avanços. De forma geral, a estruturação permite um monitoramento mais otimizado dos objetos e demais recursos presentes na rede da Social IoT, algo desejável à medida que um número crescente de objetos integra este cenário.

A Figura 1 denota o modelo abstrato da arquitetura implementada, numa visão que começa no nível físico, na base - constituído pelos objetos da IoT - para o mais virtualizado, no topo - referente aos serviços ofertados no ambiente. No contexto deste modelo, cada objeto físico dotado com capacidade de comunicação é mapeado com as habilidades e restrições sociais, como um gêmeo digital equivalente no ambiente virtual.

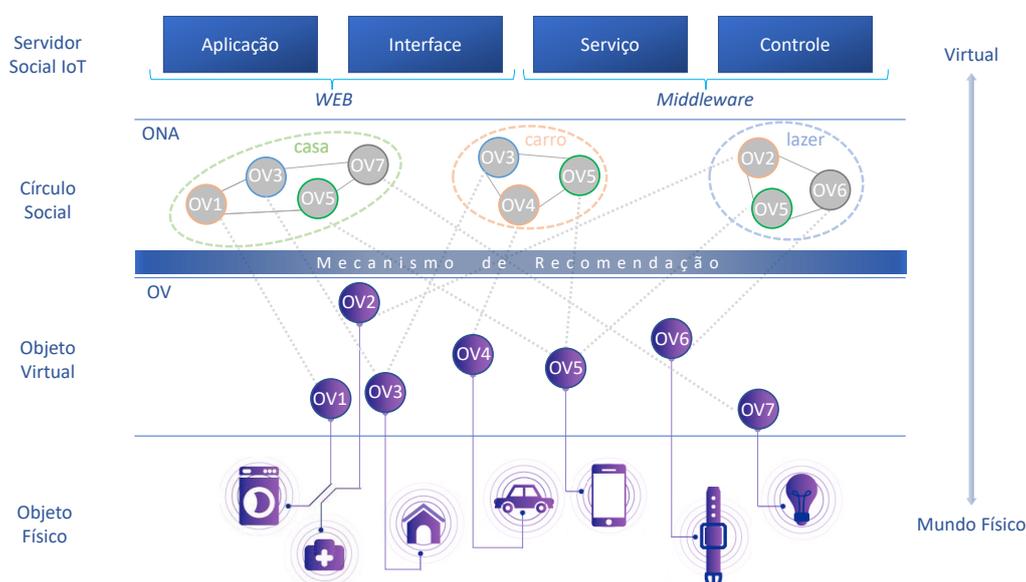


Figura 1. Visão abstrata dos níveis de interatividade no ambiente da Social IoT

O objeto uma vez virtualizado, ele então compartilha suas características. Na perspectiva definida, o modelo proposto estimula a aproximação entre dispositivos que estabeleçam interações com maior frequência. Além disso, um mesmo objeto também pode participar de várias comunidades, oferecendo serviços distintos, em alinhamento as requisições realizadas pelos pares do grupo.

No modelo implementado o mecanismo de recomendação monitora ativamente as interações realizadas, e a partir da sua análise e classificação gera recomendações de amizade aos novos objetos. Para tal, considera o grau de importância do dispositivo através do seu ranqueamento calculado, ponderando tanto o volume de interações quanto a qualidade dos serviços prestados no ambiente inteligente.

4. Considerações Finais

As contribuições do modelo concebido se dão sob os seguintes aspectos: (i) na definição e implementação de uma estrutura voltada à composição de círculos sociais entre os objetos da IoT, utilizando a metodologia ONA; (ii) na classificação dos objetos mais relevantes do

ambiente, considerando a confiança e a importância daqueles que o avaliam, com adoção de uma técnica para análise de *links* denominada PageRank.

Esta nova estrutura orientada à socialização dos objetos inteligentes incentiva as interações autônomicas devido ao monitoramento ativo das interações, bem como pelo agrupamento dos dispositivos com características similares. Tais condições melhoram a fluidez da comunicação entre as coisas que socializam e, conseqüentemente, reduzem a carga funcional exercida pelo *middleware* no atendimento às requisições. O modelo está em fase de validação, utilizando dados gerados por objetos de ambientes inteligentes.

Referências

- Aljubairy, A., Zhang, W. E., Sheng, Q. Z., and Alhazmi, A. (2020). Siotpredict: A framework for predicting relationships in the social internet of things. In *International Conference on Advanced Information Systems Engineering*, pages 101–116. Springer.
- Atzori, L., Iera, A., and Morabito, G. (2015). Social internet of things: turning smart objects into social objects to boost the iot. *Newsletter*.
- Camargo, L., Pernas, A., and Yamin, A. (2021). Gestão de relacionamentos em ambientes da iot social: Uma revisão sistemática. In *Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente-SBAI*.
- Dhelim, S., Ning, H., Farha, F., Chen, L., Atzori, L., and Daneshmand, M. (2021). Iot-enabled social relationships meet artificial social intelligence. *arXiv preprint arXiv:2103.01776*.
- Haemers, D. (2021). Exploring organizational network analysis: A case study. *University of Twente*.
- Jimenez, S., Silva, F. N., Dueñas, G., and Gelbukh, A. (2022). Proficiencyrank: Automatically ranking expertise in online collaborative social networks. *Information Sciences*, 588:231–247.
- Khelloufi, A., Ning, H., Dhelim, S., Qiu, T., Ma, J., Huang, R., and Atzori, L. (2020). A social-relationships-based service recommendation system for siot devices. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(3):1859–1870.
- Nasirahmadi, A. and Hensel, O. (2022). Toward the next generation of digitalization in agriculture based on digital twin paradigm. *Sensors*, 22(2):498.
- Rajendran, S. and Jebakumar, R. (2021). Object recommendation based friendship selection (orfs) for navigating smarter social objects in siot. *Microprocessors and Microsystems*, 80:103358.
- Roopa, M., Buyya, R., Venugopal, K., Iyengar, S., and Patnaik, L. (2021). Drcm: dynamic relationship creation and management in social internet of things. *International Journal of Intelligent Internet of Things Computing*, 1(3):200–229.
- Saxena, N., Kumbhar, F. H., and Roy, A. (2020). Exploiting social relationships for trustworthy d2d relay in 5g cellular networks. *IEEE Communications Magazine*, 58(2):48–53.
- Shi, Y. (2022). Link analysis. In *Advances in BigData Analytics*, pages 433–475. Springer.