

## LOCALIZAÇÃO DE RECURSOS NA IOT: UMA PROPOSTA HIERÁRQUICA DIRECIONADA À ORGANIZAÇÃO CELULAR DO EXEHDA

HUBERTO KAISER FILHO<sup>1</sup>;

ANA MARILZA PERNAS<sup>1</sup>; ADENAUER CORREA YAMIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – {hkaiser, marilza, adenauer}@inf.ufpel.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Segundo Mark Weiser em seu clássico artigo, A “Computação para o Século 21” (Weiser, 1991), as tecnologias mais profundas são aquelas que desaparecem, elas se integram na vida cotidiana até se tornarem indistinguíveis da mesma. Na Computação Ubíqua (UbiComp) os usuários devem ser capazes de acessar o seu ambiente computacional em qualquer lugar, a qualquer momento e a partir de qualquer dispositivo. Para viabilizar essa premissa, os sistemas computacionais devem oferecer meios para que as aplicações possam ter ciência do seu contexto e quando for o caso se adaptar ao mesmo, abrindo perspectivas para o desenvolvimento de aplicações mais ricas, elaboradas e complexas (LOPES et al., 2014).

A Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT) se apresenta como uma materialização da Computação Ubíqua, defendendo a ideia de tudo conectado, onde qualquer “coisa” pode interoperar e trocar informações através da Internet.

O cenário atual contabiliza mais de seis bilhões de coisas conectadas a IoT, com uma previsão de crescimento para 100 bilhões até 2025 (BIS Research, 2017), cada coisa podendo disponibilizar mais de um serviço às aplicações dos usuários. Assim, a presença desta grande quantidade de recursos na IoT torna imprescindível o uso de mecanismos para descoberta e seleção daqueles recursos mais adequados para cada usuário.

Deste modo, o objetivo central deste trabalho é contribuir com o Subsistema de Execução do EXEHDA, qualificando o Serviço de Descoberta de Recursos para localizar os mais apropriados dada as demandas do usuário, em um cenário de elevada escalabilidade e heterogeneidade como a IoT.

Este resumo está organizado da seguinte forma: na Seção 2 são apresentados os conceitos revisados assim como os métodos de pesquisa utilizados. Na Seção 3 é apresentada uma discussão a respeito da proposta de um sistema de descoberta de recursos direcionado as necessidades do EXEHDA. Por fim, as conclusões e trabalhos futuros são discutidos na Seção 4.

### 2. METODOLOGIA

Nesta Seção será apresentada uma breve revisão sobre os principais aspectos considerados na concepção do serviço de descoberta de recursos proposto.

O EXEHDA (LOPES, 2014) é um *middleware* baseado em serviços responsável por gerenciar o ambiente ubíquo constituído por dispositivos embarcados, bem como promover a execução de aplicações cientes de contexto sobre este ambiente. Para prover suporte à tomada de decisões por parte destas aplicações, é necessário que o EXEHDA disponibilize informações provenientes destes dispositivos.

O EXEHDA organiza o ambiente ubíquo através de células. As células (Figura 1) são compostas por dois componentes principais: a EXEHDA Base responsável pela gerência da célula, oferecendo suporte aos diferentes serviços do middleware, dentre estes o de localização de recursos, e os EXEHDA Nós, que são responsáveis pelas computações distribuídas. A comunicação entre células acontece de modo Peer-to-Peer (cliente-cliente), ou seja, de maneira descentralizada, caracterizando uma arquitetura altamente distribuída.

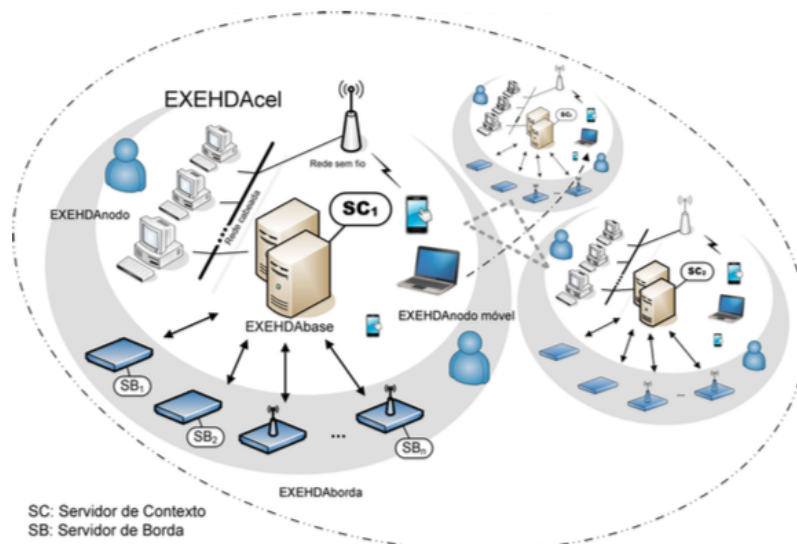


Figura 1: Ambiente celular do EXEHDA

Segundo CHOUDHARY, 2017, recurso é qualquer fonte de suprimento e especificamente pode consistir em arquivos, sistema de arquivos, memória, capacidade de CPU, capacidade de comunicação (por exemplo, modem de rádio) ou até mesmo hardwares embarcados. Por sua vez, a descoberta de recursos é um procedimento para detecção da disponibilidade de um recurso na infraestrutura computacional.

Em um procedimento de descoberta de recursos, usualmente um protocolo de descoberta propaga a busca solicitada por um determinado cliente para outros dispositivos da rede, com objetivo de encontrar o recurso solicitado. A diferença entre os serviços, costuma residir na forma como é feito este encaminhamento, com impactos em aspectos de escalabilidade e desempenho.

Os serviços de descoberta de recursos podem ser organizados de três formas: (i) estruturados, onde há uma estrutura rígida de interconexão dos clientes além de armazenar um índice de recursos em cada cliente; (ii) não estruturados, onde cada cliente é conectado aleatoriamente a outros clientes sem armazenar informações a respeito dos seus recursos; e (iii) híbridos os quais tentam superar as desvantagens das outras duas abordagens e manter os benefícios de cada uma.

Para concepção deste trabalho foram considerados trabalhos relacionados, os quais apresentam diferentes mecanismos de descoberta de recursos. Com base nos mecanismos de descoberta, podemos classificar as abordagens de serviços da IoT em três categorias principais: centralizada, distribuída e hierárquica.

Os autores de PAGANELLI, 2012, relatam um sistema distribuído de descoberta de serviços. A filosofia por trás desse sistema é uma abordagem peer-

to-peer (P2P) que adota as técnicas de tabela hash distribuída (DHT). Ele suporta consultas de vários atributos e alcance. Os autores também descrevem experimentos em cenários baseados em RFID.

Jara et al apresentaram um mecanismo global para descoberta de recursos de dispositivos e sensores em vários cenários (JARA, 2013). É desenvolvida uma infraestrutura denominada 'digcovery' que permite que os sensores sejam registrados em uma infra-estrutura centralizada comum.

O trabalho de Ishaq et al., 2012, identificou várias lacunas nos sistemas baseados em IoT atuais em termos de (i) descoberta automática de sensores, (ii) integração com DNS e (iii) integração amigável e acesso de sensores de navegadores da web. Para mitigar os desafios, os autores propuseram um mecanismo de autoconfiguração e bootstrapping que permite a descoberta de sensores.

Zhou e Ma apresentam um algoritmo de correspondência de serviço web focado em ontologias voltado para sistemas IoT (ZHOU, 2012). Eles retrataram um conceito de ontologia para sensores veiculares. O algoritmo calcula semelhança semântica, relatividade e os combina para calcular o valor máximo dos conceitos necessários dos serviços da web.

Dos trabalhos discutidos, os que usufruem de topologia centralizada, tendem a sobrecarregar o diretório central no processamento das informações quando considerada a alta carga de acesso. No entanto, este tipo de estratégia facilita a implementação e manutenção do serviço. O uso de uma topologia distribuída é importante para a descentralização da informação e distribuição do processamento. É observado que serviços com topologia distribuída vem crescendo, contudo este tipo de topologia requer atenção na propagação de informações em função do quesito segurança.

A ideia de utilizar protocolos já maduros como o CoAP vem se mostrando importante para a comunidade, pois dentre outros aspectos, facilita a manutenção e a segurança dos serviços de descoberta. Além de protocolos consolidados, observou-se a implementação de protocolos próprios para atender as especificidades dos sistemas, explorando a adaptação de protocolos existentes como SSDP e DNS.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A contribuição central deste trabalho consiste em capacitar o EXEHDA para operar no cenário computacional da IoT, por meio de uma proposta de serviço de descoberta de recursos que explore o emprego de uma arquitetura híbrida e hierárquica. As premissas desta concepção visam atingir as demandas impostas pela IoT, por meio de redes *Peer-to-Peer*, tornando o sistema escalável, tratando a heterogeneidade, descentralizando os dados e explorando a ciência de contexto.

Na proposta concebida, as células do EXEHDA que são independentes, seriam organizadas, de maneira hierárquica, por meio de uma camada virtual superior as mesmas. A organização prevista comporta uma estrutura em árvore, onde a célula mãe mais ao topo (raiz) possui as referências e descrições de suas células filhas. Uma vez que esta célula raiz possui conhecimento dos recursos disponíveis, a busca pode acontecer de maneira otimizada, onde as informações contextuais estariam referenciadas e reunidas, capacitando a célula a efetuar buscas e classificação de recursos.

#### 4. CONCLUSÕES

A principal contribuição do trabalho, que está em andamento, é atender as necessidades de descoberta de recursos do middleware EXEHDA por meio de uma organização de intercomunicação celular distribuída e através de um sistema de descoberta de recursos. Especificamente, podemos destacar como contribuição a reformulação organizacional celular no que diz respeito a localização virtual dos recursos do EXEHDA, possibilitar a comunicação intercelular, permitir que recursos sejam utilizados por outras células.

Como trabalhos futuros pretende-se validar a proposta explorando o emulador CORE (AHRENHOLZ, 2008) o qual permite criar ambientes de execução distribuídos com elevado número de recursos, a fim de avaliar as funcionalidades, considerando a escalabilidade típica da IoT.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Global Sensors in Internet of Things (IoT) Devices Market, Analysis & Forecast: 2016 to 2022, **BIS Research**, 2017

LOPES, J.; SOUZA, R.; GEYER, C.; COSTA, C.; BARBOSA, J.; PERNAS, A.; YAMIN, A. A middleware architecture for dynamic adaptation in ubiquitous computing. **J-jucs**, 2014, v.20, n.9, p.1327 – 1351

SAYS, G. 6.4 billion connected “things” will be in use in 2016, up 30 percent from 2015. **Gart. Inc**, 2015

CHOUDHARY, G.; JAIN A. K. Internet of Things: A survey on architecture, technologies, protocols and challenges, **Int. Conf. Recent Adv. Innov. Eng. ICRAIE**, v.17, n.4, p. 1 - 8, 2017.

WEISER, M. The Computer for the 21st Century. **Scientific American**, p.66-75, 1991.

AHRENHOLZ J.; DANILOV C.; HENDERSON T. R.; KIM J. H. CORE: A real-time network emulator” in **Proceedings - IEEE Military Communications Conference MILCOM**, p. 1 - 7, 2008.

PAGANELLI F.; PARLANTI D. A DHT-based discovery service for the internet of things, **J. Comput. Networks Commun**, v. 2012, 2012.

JARA A. J.; LOPEZ P.; FERNANDEZ D.; CASTILLO J. F.; ZAMORA M. A.; SKARMETA A. F.; Mobile digcovery: discovering and interacting with the world through the Internet of things, **Springer-Verlag London**, p. 323–338, 2014.

ISHAQ I.; HOEBEKE J.; ROSSEY J.; POORTER E.; MOERMAN I.; DEMEESTER P. Facilitating Sensor Deployment, Discovery and Resource Access Using Embedded Web Services, **Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing**, p. 717–724, 2012.

ZHOU M.; YAN M. A web service discovery computational method for iot system. **In Cloud Computing and Intelligent Systems (CCIS), IEEE 2nd International Conference**, v. 3, p. 1009–1012. 2012.