

## UMA CONTRIBUIÇÃO AO GERENCIAMENTO DE RECURSOS DE SENSORIAMENTO E ATUAÇÃO NO MIDDLEWARE EXEHDA DIRECIONADO À INTERNET DAS COISAS

HUBERTO KAISER FILHO<sup>1</sup>; LEONARDO R. S. JOÃO<sup>2</sup>; LUCAS XAVIER<sup>3</sup>; TAINÁ  
R. CARVALHO<sup>4</sup>; PATRÍCIA T. DAVET<sup>5</sup>; ADENAUER C. YAMIN<sup>6</sup>

*Universidade Federal de Pelotas*

{<sup>1</sup>hkaiser, <sup>2</sup>ldrjoao, <sup>3</sup>lmdsxavier, <sup>4</sup>trcarvalho, <sup>5</sup>ptdavet, <sup>6</sup>adenauer}@inf.ufpel.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Dentre as várias abordagens para materialização da Computação Ubíqua (UbiComp), vem ganhando destaque no cenário internacional a abordagem denominada "Internet das Coisas – IoT" [Perera et al. 2013]. Na perspectiva da IoT qualquer "coisa" (pessoa, animal ou objeto) pode interoperar através da Internet, possuindo para tal uma identificação única.

Na IoT, sistemas computacionais interagem com o ser humano a todo o momento, não importando a sua localização, constituindo assim um ambiente altamente distribuído, heterogêneo, dinâmico, móvel, mutável e com forte interação entre homem e máquina.

Para se construir e executar aplicações IoT, há uma série de funcionalidades que devem ser providas, envolvendo desde a aquisição de informações obtidas por sensores, a partir de um conjunto de fontes heterogêneas e distribuídas, até a representação dessas informações, seu processamento, armazenamento, e realização de inferências para seu uso em procedimentos de atuação, os quais afetam o estado do meio. Registra-se uma tendência de remover estas funcionalidades das aplicações, repassando as mesmas para middlewares [Pires et al. 2015].

Considerando esta motivação, o objetivo central deste trabalho é a concepção de mecanismos a serem integrados ao middleware EXEHDA destinados ao gerenciamento de recursos de sensoriamento e atuação em cenários de IoT. Contribuindo na IoT com o suporte para o tratamento dos procedimentos de inclusão e remoção de dispositivos, bem como minimizando os esforços de configuração por parte do usuário quando da necessidade de realização destes procedimentos. Os resultados atingidos até agora com a prototipação feita se mostram promissores, indicando pela continuidade da pesquisa.

### 2. METODOLOGIA

Nesta sessão será apresentada uma breve revisão sobre os temas abordados durante o desenvolvimento do trabalho, bem como serão mostrado os métodos de prototipação da pesquisa realizada.

#### Middleware EXEHDA

O EXEHDA é um middleware baseado em serviços que visa criar e gerenciar um ambiente ubíquo, constituído por células de execução distribuídas, bem como promover a execução de aplicações sobre esse ambiente [Lopes et al. 2014].

Com relação à infraestrutura computacional, a arquitetura do Subsistema de Adaptação e Reconhecimento do Contexto do EXEHDA, com a qual este trabalho contribui especificamente, compreende dois tipos principais de servidores: o Servidor de Borda, responsável pela interação com o meio físico através de

sensores, atuadores ou gateways, e o Servidor de Contexto que atua no armazenamento e processamento das informações contextuais.

### Protocolo UPnP

O UPnP (*Universal Plug and Play*) foi proposto inicialmente pela Microsoft e está sendo mantido atualmente por um fórum [UPnP-Forum 2015]. Este protocolo facilita a interoperabilidade entre diferentes dispositivos computacionais, em uma rede baseada no modelo *Plug and Play*, o que facilita a instalação e configuração de dispositivos heterogêneos numa rede.

As características de autoconfiguração e de descoberta automática de dispositivos inerentes ao UPnP, associado ao fato deste utilizar protocolos e padrões populares da Internet, tais como HTTP, SOAP e XML constituem um facilitador na gerência do crescente número de dispositivos conectados, o que traduz o fato deste ser considerado um protocolo para IoT. A proposta discutida neste artigo utiliza o UPnP, enquanto estratégia para a identificação automática e gerência de recursos dos dispositivos IoT.

### Elementos da Rede UPnP

Estão definidos no padrão UPnP três componentes básicos:

- Dispositivo UPnP: contêm serviços UPnP e podem conter outros dispositivos UPnP aninhados. Por exemplo, uma impressora (dispositivo UPnP) pode consistir em um serviço de impressão e um dispositivo scanner aninhado, que por sua vez oferece um serviço de fotocópia;
- Serviço UPnP: expõe ações que podem ser aplicadas durante sua invocação, por meio de um servidor de controle residente no dispositivo que hospeda o serviço, bem como uma tabela que armazena um conjunto de variáveis de estado do serviço (tabela de estados). A tabela de estados do serviço UPnP pode ser monitorada por um servidor de eventos (também residente no dispositivo que hospeda o serviço), que tem como função publicar a outras entidades interessadas a modificação de variáveis de estado desse serviço;
- Ponto de Controle UPnP: atua, em parte, como servidor de diretório, tendo como tarefa descobrir e controlar os dispositivos UPnP presentes na rede.

O UPnP permite a gerência de dispositivos e o processamento de serviços de forma descentralizada, e possibilita a interoperabilidade entre pontos de controle. Além disso, a tecnologia UPnP inclui o conceito de descoberta e de descrição de dispositivos e serviços, permitindo assim que um dispositivo possa ser dinamicamente encontrado e totalmente compreendido, em termos de funcionalidade, por descrições XML.

Assim, a proposta se constrói a partir da relação entre os elementos propostos para o ambiente ubíquo e aqueles do protocolo UPnP, onde os Gateways encontram-se relacionados a Dispositivos UPnP os quais possuem sensores e atuadores vinculados. Estes sensores ou atuadores por sua vez, em um ambiente UPnP, são mapeados para Serviços dos dispositivos UPnP. E, por final, o Ponto de Controle UPnP encontra-se instanciado no Servidor de Borda, ficando responsável por coordenar os dispositivos e serviços associados a este.

## Prototipação

Para a prototipação do protocolo UPnP foi utilizada a biblioteca Cling Core desenvolvida por uma organização de software livre chamada 4th Line GmbH, sobre a linguagem de programação Java.

Os elementos do Subsistema de Adaptação e Reconhecimento de Contexto foram modelados empregando diretivas do UPnP disponibilizados pela Biblioteca Cling. As funcionalidades previstas foram direcionadas para atender as necessidades do ambiente ubíquo proporcionado pelo EXEHDA.

Um Servidor de Borda foi prototipado e em seu módulo de comunicação foi alocado o Ponto de Controle UPnP responsável por coordenar a comunicação entre dispositivos. Um Gateway Nativo foi desenvolvido utilizando as funções de Dispositivo UPnP da biblioteca Cling onde serão descritas informações sobre o mesmo bem como listado todos os serviços disponíveis para este. E por fim, os sensores foram mapeados para serviços do UPnP, responsáveis por fazer a comunicação com os sensores físicos através de um driver específico para cada tipo de sensor.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como decorrência dos esforços de prototipação foi desenvolvida uma aplicação que se responsabiliza pelo gerenciamento do Servidor de Borda e principalmente controla dispositivos através da rede TCP/IP utilizando o protocolo UPnP.

O gerenciamento de recursos utilizando o protocolo UPnP possibilitou o cadastramento, remoção e edição de informações contextuais de forma automatizada, buscando tais informações nos Gateways onde foram previamente cadastrados. Tais operações podem ser observadas a seguir nas Figuras 1 e 2. A Figura 1 apresenta o log de descoberta e cadastramento automático do dispositivo IoT (Gateway) e suas informações contextuais. Já a Figura 2 mostra a remoção e desativação do dispositivo.

```
-----  
GATEWAY REMOVIDO:  
-----  
Nome: Gateway Virtual LUPS  
UID (unique ID): uuid:22850c32-5464-5198-ffff-fffffdbffd45  
-----  
Desativando gateway no Servidor de Contexto:  
-> Gateway Virtual LUPS(4) DESATIVADO no Servidor de Contexto  
-----
```

Figura 1: Gateway removido e descadastrado pela aplicação

```
-----  
GATEWAY DESCOBERTO:  
-----  
Nome: Gateway Virtual LUPS  
UID (unique ID): uuid:22850c32-5464-5198-ffff-fffffdbffd45  
Tipo: GatewayVirtual  
Fabricante: LUPS  
Detalhes: Um gateway do laboratório de pesquisa LUPS  
Sensores (serviços):  
* NodoTempVirtual|  
-----
```

Figura 2: Gateway descoberto e cadastrado pela aplicação

Estas operações ocorrem de forma automática no momento em que o dispositivo é cadastrado na rede recebendo um endereço de IP através do servidor DHCP. Ainda para a validação da aplicação e suas funcionalidades, um estudo de caso no cenário da agricultura foi empregado, tendo como base o projeto plenUS em desenvolvimento na Embrapa Clima Temperado Pelotas.

O estudo de caso contemplou tarefas de gerenciamento dos dispositivos de sensoriamento e atuação, com suporte a descoberta automática, o que possibilitou cadastrar e/ou remover automaticamente Gateways, bem como seus sensores quando de sua disponibilidade.

Visando atender a estrutura física do estudo de caso, um Servidor de Contexto e cinco Servidores de Borda foram instalados para atender as demandas do projeto plenUS como um todo. Os Servidores de Borda foram posicionados nos diferentes prédios aonde a coleta de informações contextuais deve acontecer provenientes dos diversos sensores de temperatura, umidade e luminosidade empregados nos laboratórios de pesquisa, sendo os gateways posicionados nestes prédios considerando as demandas específicas de sensoriamento e atuação de cada caso. Os Servidores de Borda e Gateways são executados em placas de prototipação Raspberry PI.

#### 4. CONCLUSÕES

A proposta apresentada neste artigo para o gerenciamento de sensores e atuadores vem contribuindo com o Projeto plenUS. Em particular, a utilização do protocolo UPnP, vem se mostrando estável e oportuna do ponto de vista dos usuários no que diz respeito ao gerenciamento automático de recursos. Assim, de modo geral, os resultados atingidos com o cenário de uso na Embrapa Clima Temperado apontam na direção da continuidade das pesquisas na área.

Como trabalhos futuros, pretende-se adicionar suporte a subscrição eventos de sensores e ainda efetuar comparações com outras tecnologias disponíveis no mercado para descoberta automática de recursos.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lopes, J., Souza, R., Geyer, C., Costa, C., Barbosa, J., Pernas, A., and Yamin, A. **A middleware architecture for dynamic adaptation in ubiquitous computing.** J-JUCS, 2014, 20(9):1327–1351.
- Perera, C., Zaslavsky, A. B., Christen, P., and Georgakopoulos, D. **Context aware computing for the internet of things: A survey.** CoRR, 2013, abs/1305.0982.
- Pires, P. F., Delicato, F. C., Batista, T., Barros, T., Cavalcante, E., and Pitanga, M. **Plataformas para a internet das coisas.** Livro Texto de Minicursos - SBRC 2015.
- UPnP-Forum (2015). About upnp technology. Acessado em 26 jul. 2016. Online. Disponível em: <<http://upnp.org/about/what-is-upnp/>>.