

# Uma Proposta de Análise de Algoritmos de Machine Learning para o Envio e Recebimento de Notificações em Ambientes Inteligentes

João A. Martins<sup>1</sup>, Carlos O. Rolim<sup>2</sup>, Valderi R.Q. Leithardt<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Sistemas Embarcados e Distribuídos - LEDS  
Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)  
Caixa Postal 360 – CEP 88302-202 – Itajaí – SC – Brasil

<sup>2</sup>Instituto de Informática  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Porto Alegre – RS – Brasil

joao.martins@edu.univali.br, carlos.oberdan@inf.ufrgs.br

valderi@univali.br

**Resumo.** *Esta proposta pretende analisar estatisticamente e comparar algoritmos de machine learning supervisionados de tarefa de classificação para o envio e recebimento de notificações em ambientes inteligentes. Será utilizado como base os módulos PRIPRO e PRICRI do middleware de controle e gerenciamento de privacidade UBIPRI. O objetivo é delimitar quais notificações serão enviadas e recebidas, bem como diminuir o volume de repetitivas e irrelevantes.*

## 1. Introdução

A tecnologia está cada vez mais incorporada no cotidiano das pessoas, tornando-se distribuída e não mais tradicional em várias áreas da sua atuação [Gubbi et al. 2013]. Com isso é estabelecido um novo conceito, contextualizado como Internet das Coisas (*Internet of Things - IoT*). Fundamentando que muitos dos objetos (componentes eletrônicos, sensores de comunicação, dispositivos móveis, etc.) que envolve o cotidiano de pessoas estarão conectados, assim, permitindo a coleta e transmissão de dados e gerando informação.

A partir deste conceito, ambientes comuns do dia-a-dia se tornam ambientes inteligentes quando reagem a presença de pessoas, atendendo a necessidades específicas das mesmas com ajuda de objetos incorporados no ambiente. Tais ambientes fazem parte de um sistema distribuído, que é um conjunto de softwares executando em um ou mais computadores e coordenando ações por troca de mensagens. Além disso, uma das tecnologias que auxilia na atuação dos objetos IoT em ambientes inteligentes e usualmente utilizada em sistemas distribuídos é o middleware, que de acordo com [Tanenbaum 2017], é um gerenciador de recursos que oferece suas aplicações para compartilhar e implantar de maneira eficiente esses recursos em uma rede.

No trabalho desenvolvido por [Leithardt 2015] foi proposto um middleware para o controle e gerenciamento de privacidade em ambientes inteligentes denominado UBIPRI. O middleware é dividido em módulos, tal que, cada módulo é encarregado especificamente de uma tarefa aderida. Um dos principais objetivos do middleware é proporcionar

aos usuários a disponibilização de serviços presentes no ambiente acessado e atuações específicas desses serviços, conforme o seu tipo de acesso. Uma das atuações de serviços do middleware é o recebimento e envio de notificações para dispositivos IoT. Contudo, com a grande quantidade de dispositivos IoT e conseqüentemente o aumento do influxo de notificações fazem com que haja replicações de notificações, assim como, o recebimento e envio de notificações irrelevantes para usuários. Logo, faz-se necessário utilizar um mecanismo de tomada de decisão inteligente que gerencie a atuação de notificações.

Desta forma, a proposta irá analisar estatisticamente e comparar algoritmos de *machine learning* supervisionado a precisão de classificação no envio e recebimento de notificações em ambientes inteligentes, tendo como base o middleware de controle e gerenciamento de privacidade denominado UBIPRI. Para delimitar qual algoritmo é mais viável para a implementação no mecanismo de tomada de decisão do middleware, assim, determinando quais notificações serão enviadas para usuários e diminuindo o volume de repetitivas e irrelevantes.

## 2. Trabalhos Relacionados

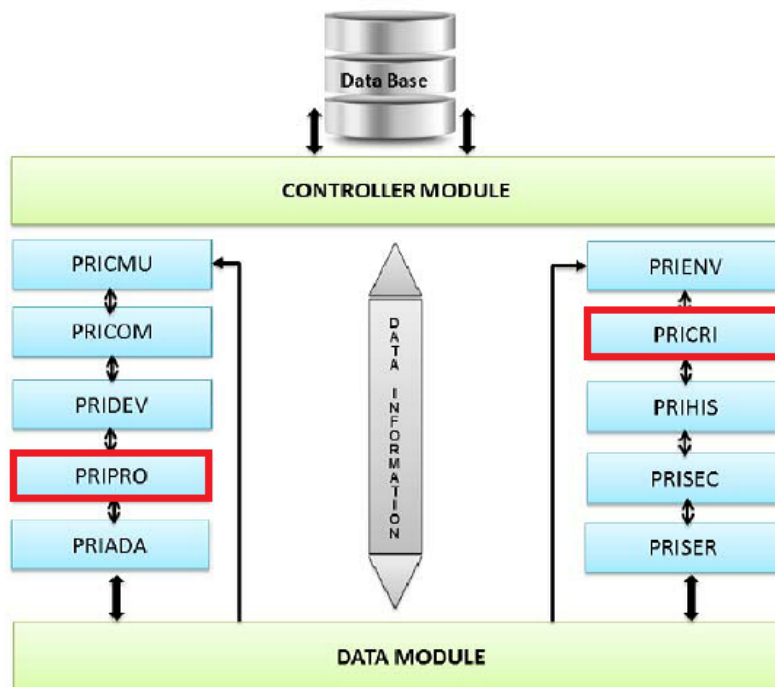
No trabalho desenvolvido por [Corno et al. 2015] é apresentada uma arquitetura de um sistema de notificação inteligente que usa algoritmos de *machine learning* para gerenciar notificações recebidas de acordo com a percepção do contexto e hábitos de usuários, assim, diminuindo o número de notificações repetidas e não tornando-as distrativas.

Já no trabalho de [Silva et al. 2018] desenvolveu-se um modelo de controle e gerenciamento de presença de usuários em ambientes inteligentes tendo como base atributos do contexto do ambiente e usuário, para definir o envio e recebimento de notificações e alertas para dispositivos inteligentes. Solucionando o problema de usuários que recebem as mesmas notificações diariamente.

## 3. Etapas do Desenvolvimento

O desenvolvimento da proposta será dividida em seis etapas, sendo elas: (i) realizar o estudo de algoritmos de *machine learning* supervisionados de tarefa de classificação, com isso determinar os mais adequados para o contexto do trabalho. Uma das categorias de algoritmos de classificação brevemente estudada é a *decision tree*, tal que sua característica é de uma estrutura de dados hierárquica que implementa a estratégia de divisão e conquista, por conseguinte, construindo uma árvore a partir de um conjunto de dados de treinamento e criando regras de fácil entendimento [Alpaydin 2009]; (ii) realizar o estudo de tecnologias que disponibilizam a utilização de algoritmos de *machine learning* e que se adequam ao escopo do trabalho; (iii) identificar e combinar atributos a partir dos módulos PRICRI e PRIPRO do middleware UBIPRI apresentados na Figura 1, assim como atributos que estão relacionados ao contexto de ambientes inteligentes, com fins de gerar um conjunto de dados artificial. Conjunto de dados artificiais são utilizados quando não há disponibilidade de dados reais, contudo não são viáveis para a utilização em algoritmos de classificação como conjunto de treinamento, mas é um artifício conseqüentemente utilizado quando necessário para se obter informação do contexto da classificação que está tentando se obter, como no trabalho de [Leithardt et al. 2014] que utiliza deste artifício; (iv) aplicar o conjunto de dados artificial gerado nos algoritmos de *machine learning* e tecnologia definida, com o objetivo de se realizar a análise estatística individual de cada

algoritmo, assim como a comparação da precisão de classificação; (v) identificar métodos de análises estatísticas voltadas diretamente para comparação de algoritmos computacionais, assim como, aplicar os mesmos na comparação da precisão de classificação realizada na etapa quatro. Os métodos de Nemenyi e Friedman analisam se há diferença estatística entre os dados de um conjunto de dados e os algoritmos aplicados no conjunto. Esses foram uns dos métodos já identificados para a proposta; (vi) validar o algoritmo delimitado pelas etapas anteriores, verificando a sua correteude a partir de simulações em cenários de aplicação.

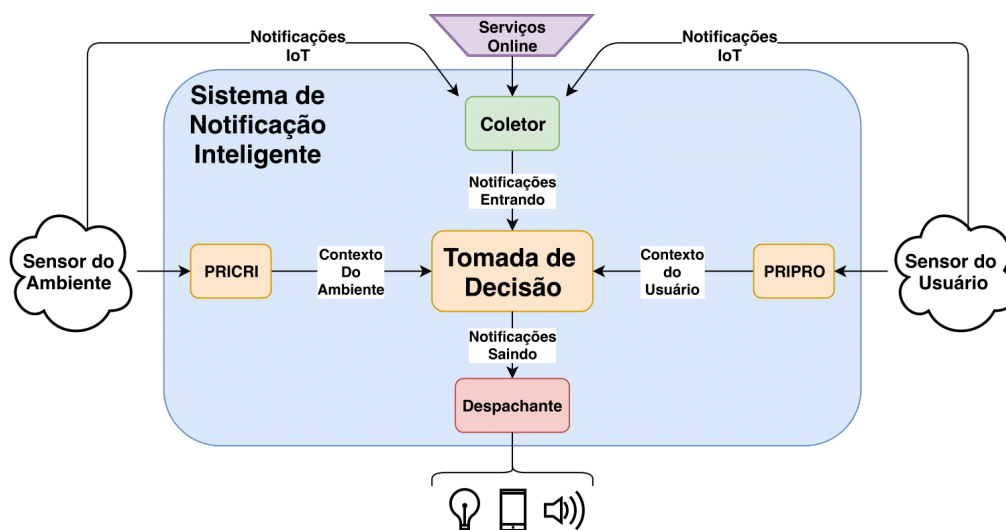


**Figura 1. Arquitetura middleware UBIPRI**

O módulo PRIPRO é responsável por realizar transações de controle que estão relacionadas ao gerenciamento do perfil de usuários. Assim, tendo como finalidade distribuir e direcionar informação sintetizada para os próximos módulos. Estas informações são adaptadas de forma adequada de acordo com a privacidade individual do usuário e seu perfil aderido pelo middleware. Já, o módulo PRICRI possui regras, critérios e definições do ambiente como acesso, utilização, compartilhamento, localização entre outras variáveis que podem ser incluídas, alteradas ou modificadas. Portanto, cada ambiente possui características únicas, tal que, suas definições são tratadas individualmente pelos demais módulos que possuem controles específicos.

#### 4. Considerações Finais

Ao término das etapas descritas na seção anterior é esperado obter a precisão de classificação de cada algoritmo utilizado, assim como, informações estatísticas com fins de identificar qual o algoritmo de *machine learning* é mais viável a ser implementado no mecanismo de tomada de decisão. Atuando no envio e recebimento de notificações voltados para o segmento de controle e gerenciamento de privacidade em ambientes inteligentes do middleware UBIPRI.



**Figura 2. Arquitetura trabalho proposto**

É válido ressaltar que este artigo apresenta uma proposta de atividades e etapas para o desenvolvimento de trabalhos futuros. Porém, para um breve entendimento do estado da arte foi desenvolvida a sua primeira versão de arquitetura, apresentada na Figura 2. Nela, é possível observar a aplicação dos módulos do middleware para a identificação do contexto do usuário e ambiente. Um coletor que irá receber as notificações do ambiente inteligente e usuário, assim como de serviços online. E por fim, o mecanismo de tomada de decisão inteligente com o objetivo de determinar qual pessoa, qual objeto e o melhor momento para o envio e recebimento de notificações, a partir do despachante.

## Referências

- Alpaydin, E. (2009). *Introduction to machine learning*. MIT press.
- Corno, F., De Russis, L., and Montanaro, T. (2015). A context and user aware smart notification system. In *Internet of Things (WF-IoT), 2015 IEEE 2nd World Forum on*, pages 645–651, Milan. IEEE.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., and Palaniswami, M. (2013). Internet of things (iot): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, 29(7):1645–1660.
- Leithardt, V. R., Rossetto, A. G., Borges, G. A., Silva, J. S., Rolim, C. O., and Geyer, C. F. (2014). Uma proposta de classificação de dados para gerenciamento de privacidade em ambientes ubíquos utilizando o modelo ubipri. *XIX Congresso Internacional Informática Educativa, TISE*.
- Leithardt, V. R. Q. (2015). *UbiPri: middleware para controle e gerenciamento de privacidade em ambientes ubíquos*. PhD thesis, UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Silva, L. A., dos Santos, D. A., Dazzi, R. L. S., Silva, J. S., and Leithardt, V. R. Q. (2018). Priser-utilização de ble para localização e notificação com base na privacidade de dados. *Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação*, 2(1).
- Tanenbaum, A. (2017). *Introduction to distributed systems*. TMH.