

Sumário

1	INTRODUÇÃO	2
1.1	Justificativa e Relevância do Trabalho	3
1.2	Objetivos	4
1.2.1	Objetivo Geral	4
1.2.2	Objetivos Específicos	4
1.3	Metodologia	4
1.4	Organização do Documento	5
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
2.1	Classificação de redes	6
2.1.1	Classificação de redes: escala de abrangência	6
2.1.2	Redes Pessoais - PAN	6
2.1.2.1	Redes locais - LAN	6
2.1.2.2	Redes geograficamente distribuídas - WAN	6
2.1.2.3	Redes de longa distância com baixo consumo energético - LPWAN	7
	REFERÊNCIAS	8

1 Introdução

IoT é um conceito que vem ganhado força ao longo dos anos, graças a estudo, prototipação e desenvolvimento de diversas protocolos e tecnologias. Os pontos chave para o seu desenvolvimento foram a miniaturização de processadores e sensores; melhoramento de baterias e otimização do uso destas; definição de novos protocolos de rede; e aumento da robustez de protocolos de comunicação sem-fio.

A Internet das Coisas, mais conhecida pelo seu acrônimo em inglês IoT(Internet of Things), foi cunhada pelo engenheiro britânico Kevin Ashton no final dos anos 1990 onde ele, trabalhando para a P&G, pensou na possibilidade de que os produtos da empresa estivessem munidos de identificadores e capazes de estabelecer comunicação através da internet, que na época estava se estabelecendo, criando assim uma internet onde as coisas estivesse conectadas[1]. Assim, os computadores se tornariam capazes de rastrear e identificar tudo, podendo reduzir desperdícios, minimizar custos e identificar o momento certo quando substituir ou reparar um produto[2].

Atualmente há diversas aplicações de IoT, desde implementações em larga escala como cidades inteligentes conforme descrito em [3], onde em Santander na Espanha é implantado por toda a cidade nós com múltiplos sensores afim de disponibilizar uma plataforma de testes. Aplicações de smart campus como apresentada em [4] que mostra a aplicação de uma rede de sensores sem fio para verificar a qualidade do ar. Aplicações de saúde como em [5], onde é coletado e analisado em tempo real informações de pressão sanguínea e peso corporal do paciente, estes dados são utilizados então para verificar a probabilidade do paciente ter um evento de insuficiência cardíaca, utilizando técnicas de aprendizado de maquina.

Após o termo ser cunhado em 1999, foram necessários anos de evolução tecnológica para a atual popularidade do conceito. Por exemplo, a criação da plataforma de desenvolvimento de hardware aberta Arduino em 2005[6], tornou fácil o estudo e a prototipação de itens de baixo custo. [FF] adicionar exemplos como o IPv6, baterias e os protocolos de Sem Fio

A implementação de uma aplicação IoT necessita de uma rede de nó sensores distribuídas geralmente conectadas a um nó central, conhecido como nó gateway, que tem por finalidade encaminhar os dados coletados para processamento. Para tal implementação existem duas abordagens clássicas, conexões cabeadas entre os nós sensores e a utilização de redes sem fio[7]. Como vantagem em relação à redes sem fio, as conexões cabeadas apresentam maior confiabilidade na camada física. Em contrapartida, a utilização de redes sem fio se destaca, em relação a redes cabeadas, nos quesitos de flexibilidade, custo de

implantação, facilidade e rapidez na implementação e na manutenção[8].

As vantagens que Redes de Sensores Sem Fio, RSSF, fazem estas se destacarem na implementação de sistemas IoT, porém há ainda desafios para uma implementação robusta de comunicações sem fio, pois o meio de transmissão é caótico e pouco confiável. Apresenta interferências, é ruidoso e possui altos valores de latência, podendo também ter problemas como sombreamento e propagação por multi percurso[7].

Padrões e tecnologias foram desenvolvidos com a intenção de minimizar os problemas intrínsecos da comunicação sem fio, a seguir estão algumas das principais tecnologias aplicadas em IoT. Em cenários industriais, são proeminentes o WirelessHart, tecnologia RSSFs baseada no padrão Hart[9] e o padrão ISA100.11a. Ambos padrões são baseados na camada física do padrão IEEE802.15.4, porém apresentam diferentes implementações de Controle de Acesso ao Meio[7], MAC. Além do cenário industrial, o Zigbee é uma tecnologia de baixo consumo energético, baixas taxas de transferência e de baixo custo baseado no protocolo de redes sem fio IEEE802.15.4 que tem por objetivo aplicações de controle remoto e automação[10]. 6LoWPAN é um protocolo definido na RFC6282 pela IETF que pretende distribuir endereços da versão 6 do IP para dispositivos de RSSF, sendo o principal alvo dispositivos que tem tecnologias baseadas no IEEE802.15.4(Zigbee), facilitando assim a conexão destas redes à internet já que podem compartilhar os mesmos endereços IPv6[11]. Ao padrão IEEE802.15.4, desde sua consolidação em 2003, vem sendo anexado emendas criando assim novas possibilidades de usos e tecnologias. Com a emenda “g” de 2015 ao padrão foi definida três modulações para utilização na camada física e mudanças para a MAC[12]. LoRa é uma tecnologia que utiliza uma técnica de modulação proprietária chamada Chirp Spread Spectrum, que permite uma melhor sensibilidade e uma largura de banda fixa em troca de uma menor taxa de transferência[13]. NarrowBand-IoT é uma tecnologia integrada com o padrão de comunicações moveis LTE, porém simplificada para reduzir custos e complexidade dos dispositivos, minimizando consumo de bateria[13].

1.1 Justificativa e Relevância do Trabalho

Em [14] foi proposto o uso das três modulações da emenda “g” do padrão IEEE 802.15.4 em conjunto para melhorar a qualidade das comunicações, baseado na taxa de entregas de pacotes. Este artigo foi realizado em um cenário industrial onde os desafios para a comunicação sem fio estão, principalmente, em interferências de fontes externas e propagação por multi caminho. Pensando em analisar os efeitos da propagação de ondas de rádio em outro cenário, este trabalho então se propõe a analisar a comunicação sem fio de dispositivos que implementam as modulações do padrão IEEE 802.15.4g em um ambiente predial, também denominado como Smart Building, que possui como maior fonte de problemas para a comunicação a falta de linha de visada. Estudando como cada

modulação se comporta a partir da verificação da taxa de entrega de pacotes, PDR, em cada modulação. E portanto, analisando a viabilidade de implementação de uma RSSF a partir da tecnologia utilizada.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Ensaia uma aplicação de IoT afim de coletar as informações das transmissões realizadas através das modulações definidas pelo padrão IEEE 802.15.4g para analisar o comportamento destas no cenário de Smart Building.

Coletar e analisar os dados experimentais de transmissões realizadas entre os dispositivos openmote que implementam as modulações definidas no padrão IEEE 802.15.4g SUN espalhados pelo prédio dos professores no campus Campina Grande.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Implementar uma rede sem fio de dispositivos openmote
- Coletar e armazenar os dados relativos as transmissões
- Gerar e disponibilizar um conjunto de dados com as informações coletadas
- Analisar os dados e gerar informações a respeito da comunicação entre dispositivos neste cenário

1.3 Metodologia

Para alcançar os objetivos acima, foram realizados os seguintes passos:

- [refatorar] Estudo e implementação dos dispositivos: Os dispositivos utilizados neste projeto possuem o código disponível em um repositório github [15]. Bem como algumas alterações no código fonte para esta aplicação.
- [refatorar] Persistência dos dados: Desenvolvimento de um script responsável por coletar e persistir os dados gerados em um banco de dados InfluxDB
- [refatorar] Rodar o experimento: Distribuição dos nós transmissores pelo prédio e instalação dos softwares e scripts necessários para persistencia dos dados.
- [refatorar] Analise dos resultados: A partir dos dados coletados e salvos localmente, foram feitas análises e gerado informações as quais estarão na seção de resultados

1.4 Organização do Documento

[FF] A ser feito quando o documento tiver pronto

2 Fundamentação Teórica

Na fundamentação deste trabalho, será abordado como é dado a categorização de redes de telecomunicação, bem como as topologias de redes. Em seguida será apresentado alguns padrões e tecnologias de comunicação sem fio destacando os mais utilizados em RSSFs atualmente. E então, será apresentado parâmetros de comunicação sem fio, que foram utilizados neste projeto, para medição de eficácia e a eficiência de um enlace sem fio.

2.1 Classificação de redes

Segundo Tanenbaum em [16], redes de telecomunicação são classificadas, comumente, de acordo com sua escala de abrangência.

2.1.1 Classificação de redes: escala de abrangência

2.1.2 Redes Pessoais - PAN

Redes de área pessoal, ou redes de alcance limitado, são redes, geralmente sem fio, utilizadas para conexão entre sistemas pessoais. Por exemplo conexão de um fone de ouvido a um smartphone utilizando o Bluetooth. Aplicações de redes PAN vão além de conexão de dispositivos sem fio como mouses, teclados e fone. Também são utilizados em Sistemas Monitoração de Saúde onde no paciente há dispositivos coletando e enviando dados para o smartphone.

2.1.2.1 Redes locais - LAN

Redes de área local, são redes privadas contidas dentro de um prédio, casa ou escritório. É formada pela conexão de computadores em uma rede de tamanho restrito, normalmente conectando os computadores através de um comutador(switch) por meio de cabos de par trançado utilizando uma topologia estrela. Atualmente é comum a utilização do Wi-Fi para conexão de redes locais, conhecidas como WLAN.

2.1.2.2 Redes geograficamente distribuídas - WAN

Redes de longa distâncias que abrangem uma grande área geográfica, também se refere a redes que conectam países ou continentes. Por exemplo a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa(RNP) que conecta diversas instituições de ensino superior do Brasil.

2.1.2.3 Redes de longa distância com baixo consumo energético - LPWAN

Dispositivos que implementam redes de baixo consumo energético ganharam popularidade na indústria e nas comunidades de pesquisa pois podem estabelecer comunicação sem fio de longas distâncias, de 10 a 40 km em zonas rurais e 1 a 5 km em zonas urbanas com baterias que podem durar mais de 10 anos com uma única carga [17]. A utilização deste tipo de rede se tornou fundamental para a implementação de RSSFs, oferecendo confiabilidade e baixo custo de implantação e manutenção para redes sem fio. Abaixo serão apresentadas os principais padrões utilizados.

Referências

- 1 ELDER, J. *Como Kevin Ashton batizou a Internet das Coisas?* 2019. Disponível em: <<https://blog.avast.com/pt-br/kevin-ashton-named-the-internet-of-things>>. Citado na página 2.
- 2 LOPEZ RESEARCH LLC. *Uma introdução à Internet da Coisas (IoT)*. <https://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/brand/iot/iot/pdfs/lopez_research_an_introduction_to_iiot_102413_final_portuguese.pdf>. Acessado em: 27 fev. 2020. Citado na página 2.
- 3 SOTRES, P. et al. Practical lessons from the deployment and management of a smart city internet-of-things infrastructure: The smartantander testbed case. *IEEE Access*, IEEE, v. 5, p. 14309–14322, 2017. Citado na página 2.
- 4 WANG, S.-Y. et al. Performance of lora-based iot applications on campus. In: IEEE. *2017 IEEE 86th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall)*. [S.l.], 2017. p. 1–6. Citado na página 2.
- 5 ZHANG, L. et al. A remote medical monitoring system for heart failure prognosis. *Mobile Information Systems*, Hindawi, v. 2015, 2015. Citado na página 2.
- 6 CULTURE, O. *Arduino Documentary: Open Source Hardware is Here*. 2011. Disponível em: <https://www.openculture.com/2011/01/arduino_documentary_open_source_hardware_is_here.html>. Citado na página 2.
- 7 GOMES, R. D. et al. Estimacão de qualidade de enlace e alocação dinâmica de canais em redes de sensores sem fio industriais. Universidade Federal de Campina Grande, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 3.
- 8 GUNGOR, V. C.; HANCKE, G. P. Industrial wireless sensor networks: Challenges, design principles, and technical approaches. *IEEE Transactions on industrial electronics*, IEEE, v. 56, n. 10, p. 4258–4265, 2009. Citado na página 3.
- 9 WIRELESSHART e o modelo OSI. 2012. Disponível em: <<https://www.instrumatic.com.br/artigo/wirelesshart-e-o-modelo-osi>>. Citado na página 3.
- 10 ERGEN, S. C. Zigbee/ieee 802.15. 4 summary. *UC Berkeley, September*, v. 10, n. 17, p. 11, 2004. Citado na página 3.
- 11 OLSSON, J. 6lowpan demystified. *Texas Instruments*, v. 13, 2014. Citado na página 3.
- 12 CHANG, K.-H.; MASON, B. The ieee 802.15. 4g standard for smart metering utility networks. In: IEEE. *2012 IEEE Third international conference on smart grid communications (SmartGridComm)*. [S.l.], 2012. p. 476–480. Citado na página 3.
- 13 SINHA, R. S.; WEI, Y.; HWANG, S.-H. A survey on lpwa technology: Lora and nb-iiot. *Ict Express*, Elsevier, v. 3, n. 1, p. 14–21, 2017. Citado na página 3.

- 14 TUSET-PEIRÓ, P. et al. Reliability through modulation diversity: can combining multiple iee 802.15. 4-2015 sun modulations improve pdr? In: IEEE. *2020 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*. [S.l.], 2020. p. 1–6. Citado na página 3.
- 15 TUSET, X. V. P. *openmote-fw*. [S.l.]: GitHub, 2019. <<https://github.com/openmote/openmote-fw>>. Citado na página 4.
- 16 TANEMBAUM, A.; WETHERALL, D. *Redes de Computadores*. [S.l.]: Pearson Education, 2011. 582 p. Bibliografia: p. 10–18. ISBN 978-85-7605-924-0. Citado na página 6.
- 17 MEKKI, K. et al. A comparative study of lpwan technologies for large-scale iot deployment. *ICT express*, Elsevier, v. 5, n. 1, p. 1–7, 2019. Citado na página 7.