

Automação Residencial Utilizando Protocolo MQTT e Rede ZigBee a Baixo Custo

Leonardo A. G. Silva¹, Diego F. Sousa¹, Davi Luis¹

¹Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Porto Alegre – RS – Brazil

leosilvadrum100@gmail.com

Abstract. *In the current context due to its potential, the Internet of Things has been receiving a lot of attention due to its ability to integrate and interoperate with any simple or complex system in a distributed or centralized way. As a consequence applications for different uses are being implemented, such as monitoring of intelligent gardens, monitoring of patients in the health area and mainly residential automation. These applications use various concepts and technologies of computer networks for integration with web systems and microcontrollers that support protocols such as TCP / IP that commercially have high prices. This paper addresses the use of the Messaging Queue Telemetry Transport (MQTT) protocol and Zigbee Wireless Sensor Networks for low-cost distributed residential automation. As validation of the application was presented a statistical method based on combinations. in order to measure the QoS (Quality of Service). The results showed that combinations of technologies are feasible in terms of beneficial cost and performance through case study.*

Resumo. *No contexto atual devido ao seu potencial a Internet das Coisas vem recebendo uma grande atenção devido sua capacidade de integração e interoperabilidade com qualquer sistema simples ou complexo de forma distribuída ou centralizada. Como consequência aplicações para diferentes usos estão sendo implementadas, como monitoramento de hortas inteligentes, monitoramentos de pacientes na área da saúde e principalmente automação residencial. Tais aplicações utilizam de diversos conceitos e tecnologias de redes de computadores para integração com sistemas web e microcontroladores que suportam protocolos como o TCP/IP que comercialmente tem altos preços. O presente trabalho aborda o uso do protocolo MQTT (Messaging Queue Telemetry Transport) e Redes de sensores sem fio Zigbee para uma automação residencial distribuída de baixo custo. Como validação da aplicação foi apresentada um método estatístico baseado em combinações cursadas. afim de mensurar o QoS (Qualidade de Serviço). Os resultados apontaram que as combinações das tecnologias mostram-se viáveis em termos de custo benéfico e desempenho através de estudo de caso.*

1. Introdução

A evolução da eletrônica no mercado facilitou a aquisição de diversos tipos de componentes, tornando a produção mais acessível a dispositivos como microcontroladores e embarcados a baixo custo. Tal barateamento dos componentes motivou a comunidade

científica a reunir esforços para o desenvolvimento de tecnologias que possam ser mais acessíveis com o usuário final e tenham um custo benefício mais acessível.

Os grandes entusiastas desta área é a comunidade do Hardware livre, são desenvolvedores que seguem a filosofia *Do It Yourself* – DIY (faça você mesmo) que trabalham com um hardware barateado e softwares *Open Source* produzindo protótipos em microcontroladores. Partindo desse movimento várias iniciativas de pequenos e grandes projetos na área de IoT e robótica vem ganhando seguidores. Uma grande parte dos projetos ligados a RSSF (Redes de Sensores Sem Fio), que aliados aos microcontroladores tornam a implementação mais dinâmica e rápida para futuras alterações.

Uma área específica da robótica vem ganhando destaque conhecida como domótica, que em suma destina-se a automação de residências por meio dos recursos da IoT. Muitos projetos de automação residencial são desenvolvidos com o intuito de ter o menor custo benefício possível e com maior eficácia e praticidade. O MQTT é uma tecnologia vem se destacando para dar mais dinamicidade e segurança a essas aplicações, baseado em mensagens curtas com menor cabeçalho ocasionando em uma maior rapidez.

O presente trabalho descreve uma proposta de um sistema de automação residencial a baixo custo utilizando-se de rede Zigbee e protocolo MQTT. O objetivo é apresentar um modelo de arquitetura distribuída e dinâmica que possibilite o monitoramento e controle de atuadores e sensores (luzes, ventiladores, sensor de luminosidade, temperatura, etc.). Juntamente com a arquitetura foi desenvolvida uma plataforma web para servir interface entre o hardware e o usuário final.

A avaliação seguirá o critério de requisitos mínimos para a qualidade de serviço para a automação de residências. a aplicação será submetida a testes com diferentes cargas e níveis, buscando fazer análises cruzadas para melhor análise sobre características de funcionamento das tecnologias envolvidas. As variáveis analisadas foram latência e análise ponto-a-ponto da rede e dos sistemas interligados. Por fim serão comparados com trabalhos relacionados similares a proposta.

2. Background

Ao longo desta seção diversos aspectos sobre as tecnologias envolvidas no projeto serão abordados como suas características de desenvolvimento, usabilidades e implementações no contexto do trabalho.

2.1. Internet das Coisas

A Internet das Coisas, do inglês *Internet of Things*, é uma revolução tecnológica que tem como objetivo principal conectar dispositivos eletrônicos utilizados no dia-a-dia. Atualmente a IoT, como é comumente abreviada, além de ser utilizada em ambientes residenciais, também tem crescente demanda em meios industriais e urbanos - Fatores que contribuem para que seja considerada a primeira evolução da *Internet* [Evans 2011].

Uma Internet das Coisas é composta basicamente quando aparelhos ou dispositivos conectam entre si através da *internet* de modo que automatize ou auxilie em tarefas maçantes do cotidiano. Os domínios da IoT envolvem indústrias de telecomunicações, médica e saúde, logística, aeronáutica e espacial, automobilística e transporte [Beevi 2016].

2.1.1. Protocolo MQTT

O MQTT é um protocolo de mensagens que se baseia na arquitetura *publish/subscribe* voltado para dispositivos limitados e redes com baixa largura de banda e alta latência. Criado em 1999 por Andy Stanford e Arlen Nipper, o protocolo segue alguns princípios que visam minimizar os requerimentos de recursos dos dispositivos e da largura de banda a fim de garantir a confiabilidade e garantia da entrega.

O MQTT é construído em cima da camada TCP e é adequado para dispositivos de baixo recurso consistindo em três elementos básicos: *subscriber*, *publisher* e o *broker*. O *publisher* (publicador) é aquele que envia dados e encaminha através do *broker* para os *subscribers* (assinantes) [Florea et al. 2017].

2.2. Módulos Xbee's (ZigBee)

Os Xbee's são módulos sem fio que suportam envios de quadros pequenos com latência mínima e pouco consumo de energia criados pela Digi XBee® Ecosystem. Ideais em projetos como os que utilizam controle na agricultura, automação residencial, sistemas de alarmes e supervisão industrial.

Em uma rede Xbee pode haver componentes como coordenadores, roteadores e "end devices". Os coordenadores operam como inicializador de um canal de comunicação, gerenciando os nós. Os Roteadores são encaminhadores de mensagens entre nós de uma rede. Os "end devices" são como dispositivos finais que são recebem mensagens vindas de outros nós.

3. Trabalhos Relacionados

Nesta seção serão discutidos os trabalhos relacionados ao presente estudo no contexto de domótica e redes de sensores sem fio. Os trabalhos que estão citados em ordem de ano, ainda apresentam são apontadas as contribuições de cada pesquisa e correlacionados no uso da rede ZigBee e do protocolo MQTT.

Tabela 1. Trabalho Correlatos

Autor/Ano	Processamento Distribuído	Testes Quantitativos Mensuráveis	Controle Remoto pela Web
2016	NÃO	NÃO	NÃO
2017	SIM	NÃO	NÃO
2018	SIM	NÃO	SIM
2018	NÃO	NÃO	NÃO

Em [Nguyen et al. 2016] foi proposto dispositivo para IoT, desenvolvido para controlar e detecção de ambientes inteligentes usando sinal *wireless* através do *smartphone*. Com o protótipo construído foi possível monitorar temperatura e umidade, além de operar eletrodomésticos através do protocolo MQTT aliado a um microcontrolador ESP8266.

No trabalho de [Wang et al. 2017] é apresentada uma proposta de um sistema de estacionamento urbano inteligente. O sistema conta com a integração de uma rede Zigbee, protocolo MQTT, Node.js e cliente móvel. A solução foi aceita como eficaz dentro dos requisitos que o problema esperava.

Em [Karthikeyan et al. 2017] foi proposto um sistema de gerenciamento de resíduos de lixo, permitindo o monitoramento do nível de lixo antes que atingisse o limite. O protocolo MQTT foi utilizado para fornecer uma ligação entre o coordenador e o servidor de forma leve e mais rápida usando o módulo ZigBee.

[Velez et al. 2018] fez uma integração entre o protocolo MQTT e o padrão IEEE 1451 visando estender serviços para IoT. E estudo ainda conta com uma implementação usando um Raspberry PI e um ESP32 para prover de uma interface de monitoramento e acionamento de itens.

A partir dos trabalhos relacionados é possível identificar que a rede de sensores sem fio é bastante utilizada para automatizar tarefas do cotidiano junto a protocolos de envio de pacote de dados como o MQTT.

O presente trabalho combina as abordagens das propostas correlatas anteriores, divergindo-se com um direcionamento de publico diferente e tecnologias distintas, bem como a arquitetura bem com um grau maior de processamento distribuído para dos dados. Os testes também são um diferencial do trabalho pois o escopo tenta simular um *workload* (carga de trabalho) similar a uma rotina real, para que possa ser feita uma avaliação do QoS (*Quality of Service*) da aplicação com dados quantitativos. Logo o trabalho atual possui como principal contribuição a apresentação de uma forma estrutural/arquitetural utilizando redes de sensores sem fio a baixo custo para comunicação dos dados, junto com a utilização de *brokers* de mensagem para o monitoramento automatizado e remoto do ambiente doméstico.

4. Modelo Proposto

Em busca da solução do problema esta seção aborda um modelo de controle de atuadores e sensores em um ambiente domestico através de uma rede ZigBee em conjunto ao protocolo MQTT. A Figura 1 representa um exemplo de disposição dos embarcados dentro de um ambiente físico contendo três cômodos.

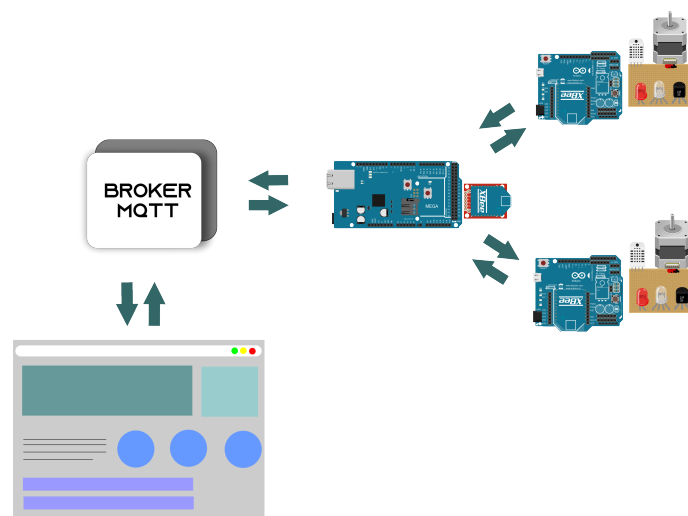


Figura 1. Esquema de Funcionamento

Neste modelo a placa **arduíno-A** funciona como nó central na rede domestica.

Acoplado ao **Arduíno-A** encontra-se um módulo ZigBee que envia informações em *broadcast* para os outros nós. Deste modo, a mensagem emitida chega em todos os nós conectadas aos atuadores e sensores. Foram utilizados três módulos XBee/XBee-PRO S2C 802.15.4 configurados como roteadores na topologia Mesh.

Os nós **Arduíno-B** e **Arduíno-C** funcionam como nós receptores e também possuem módulos ZigBee acoplados que recebem comandos. O **Arduíno-A** também possui um módulo Ethernet Shield que suporta o uso do protocolo HTTP. Por meio da porta LAN ele é conectado ao roteador. Desta forma ele se comunica com um Broker que suporta gerenciar a filas de mensagens do protocolo MQTT.

Por fim o módulo ethernet pode consumir e enviar mensagens do broker. Como peça principal o **Arduíno-A** é responsável pela comunicação entre o usuário e o sistema, já que o mesmo realiza a troca de mensagens através de tópicos de acordo com a arquitetura *machine-to-machine*.

Para que seja feita qualquer ação no ambiente é necessário que o usuário publique tópicos a fila de mensagens do *broker* e que o próprio *broker* esteja inscrito no tópico. Ainda tomando como exemplo a figura 1, assim que a mensagem chega ao **Arduíno-A**, ela é replicada aos outros Xbee's e consequentemente as duas placas Arduíno restantes.

5. Avaliação e Testes

Nível	Usuários	Payload
1	3 Usuários	300 Kb
2	6 Usuários	600 Kb
3	9 Usuários	900 Kb

6. Conclusão

Referências

- Beevi, M. J. (2016). A fair survey on internet of things (iot). In *Emerging Trends in Engineering, Technology and Science (ICETETS), International Conference on*, pages 1–6. IEEE.
- Evans, D. (2011). A internet das coisas: como a próxima evolução da internet está mudando tudo. *CISCO IBSG*.
- Florea, I., Rughinis, R., Ruse, L., and Dragomir, D. (2017). Survey of standardized protocols for the internet of things. In *Control Systems and Computer Science (CSCS), 2017 21st International Conference on*, pages 190–196. IEEE.
- Karthikeyan, S., Rani, G. S., Sridevi, M., and Bhuvaneswari, P. (2017). Iot enabled waste management system using zigbee network. In *Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT), 2017 2nd IEEE International Conference on*, pages 2182–2187. IEEE.
- Nguyen, A.-T., Hoang, T., Do, A.-T., and Thai, Q.-V. (2016). Design of an iotmulti device for smart homes.

- Velez, J., Trafford, R., Pierce, M., Thomson, B., Jastrzebski, E., and Lau, B. (2018). Ieee 1451-1-6: Providing common network services over mqtt. In *Sensors Applications Symposium (SAS), 2018 IEEE*, pages 1–6. IEEE.
- Wang, Z., Lian, Z., and Han, K. (2017). Designing of intelligent parking lot based on mqtt. In *2017 International Conference on Computer Network, Electronic and Automation (ICCNEA)*, pages 317–322. IEEE.