

Construindo um Smart IoT Gateway

Danilo Guimarães *

Ricardo Rodrigues †

Uillan Araújo ‡

15 de Setembro de 2017

Resumo

De acordo com o grande avanço da Computação, torna-se comum a coexistência de objetos reais com o mundo virtual. Devido a essa evolução, têm-se a necessidade de uma padronização de conceitos como a *Internet of Things* (IoT) com a comunicação de seus dispositivos, assim surge a ideia de um Gateway para agregar e centralizar essa transição de informações. Este trabalho propõe um estudo breve sobre Gateway IoT, isto é, construir um software Smart IoT Gateway funcional e utilizável em projetos de pequeno e médio porte.

Palavras-chaves: Internet of Things. IoT Gateway. Arquitetura de Software.

Abstract

According to the great advance of Computing, it becomes common the coexistence of real objects with the virtual world. Due to this evolution, there is a need for a standardization of concepts such as Internet of Things (IoT) with the communication of its devices, thus the idea of a Gateway to aggregate and centralize this transition of information. Thus, this work proposes a brief study on Gateway IoT, that is, to build an Smart IoT Gateway functional and usable in small and medium-sized projects.

Key-words: Internet of Things. IoT Gateway. Software Architecture.

Introdução

Com os recentes avanços das tecnologias, especificamente nas últimas décadas e devido a democratização da Internet, nossa sociedade tem caminhado para um cenário cada vez mais conectado. Se antes apenas super-computadores e máquinas robustas eram conectadas à rede, a tendência nos próximos anos é que dispositivos cada vez menores também tenham seu espaço na Internet. A essa tendência chamamos *Internet of Things* (Internet das Coisas ou IoT). É uma nova visão que descreve objetos fazendo

*guimaraesdjl@gmail.com

†ricardo.faria@outlook.com.br

‡uillan@outlook.com

parte da rede, onde cada um deles é unicamente identificado, acessível através da rede, com posição e estado conhecido, captando informações sensoriais ou agindo sobre o ambiente. Serviços são construídos com base nesses objetos. Estima-se que até 2020, sejam investidos cerca de US\$ 267 bi na indústria e serviços voltados para IoT ^{1, 2}.

Para entender melhor como as tecnologias envolvidas funcionam, o objetivo deste trabalho é construir um Smart IoT Gateway open-source, funcional e de uso simples, onde usuários cadastrem ações baseados nos dados enviados por um sensor cadastrado. Neste trabalho não temos como objetivo construir um projeto de hardware para um Gateway IoT.

1 Internet of Things

Conforme as tecnologias avançam, torna-se cada vez mais comum que todos estejam conectados. E com essa evolução os objetos físicos passam a coexistir com a Internet, impactando em diversos aspectos no cotidiano das pessoas seja no profissional ou pessoal.

A Internet das Coisas (do inglês, *Internet of Things*, ou simplesmente IoT) é essa revolução tecnológica que visa conectar dispositivos eletrônicos (como aparelhos eletrodomésticos, máquinas industriais, meios de transporte etc.) à Internet. IoT é um termo criado por Kevin Ashton ³, um pioneiro da tecnologia britânico que concebeu um sistema de sensores onipresentes conectando o mundo físico à Internet, enquanto trabalhava em identificação por rádio frequência (RFID). Embora a IoT e a conectividade entre elas sejam os três principais componentes da Internet, o valor acrescentado está no preenchimento das lacunas entre o mundo físico e digital em sistemas.

Na sua essência, a IoT significa apenas um ambiente que reúne informações de vários dispositivos (computadores, smartphones, semáforos, e quaisquer coisa com um sensor) e de aplicações (qualquer coisa desde uma aplicação de mídia social como o Twitter a uma plataforma de comércio eletrônico, de um sistema de produção a um sistema de controle de tráfego).

A IoT torna-se interessante quando se combinam informações de dispositivos e de outros sistemas. Portanto, enormes recursos de processamento chegam para análises expansivas, geralmente associadas com o conceito de *Big Data* ¹ – ou seja, a análise de dados não necessariamente concebidos para serem avaliados em conjunto. Esta noção de múltiplas finalidades é provavelmente a melhor razão para usar o termo “Internet das Coisas”, quando a Internet é mais do que uma rede resistente para ser um canal para qualquer combinação e coleção de atividades digitais. A Internet começou como uma forma do governo comunicar após uma guerra nuclear, mas evoluiu para ser muito mais do que uma rede. De muitas maneiras, a Internet tornou-se um mundo digital que tem ligações ao nosso mundo físico.

Em seu processo evolutivo a IoT enfrenta diversos problemas, que variam de aplicativos (sistemas), políticas de segurança e até problemas técnicos. Com todos estes dispositivos conectados à Internet uma enorme quantidade de informação é disponibilizada levantando questões de confiabilidade destas informações. Onde e quem garantirá a autenticidade dessas informações? Quem pode ter acesso à essas informações? Quem irá proteger essas informações? São alguns dos problemas enfrentamos ao se disponibilizar as

¹ *Big Data* é um termo usado para referenciar grandes e complexos volumes de informações que necessitam de técnicas e ferramentas específicas para serem capturadas, gerenciadas e/ou processadas

informações de objetos do mundo físico ao mundo virtual.

Uma padronização entre as tecnologias é bastante importante, pois ela levará a uma melhor interoperabilidade, reduzindo barreiras. Muitos fabricantes estão criando suas próprias soluções (Intel, Dell etc.) o que as levam à ter comportamentos diferentes, dificultando a integração destes sistemas ou dispositivos.

2 Gateway IoT

Ao utilizar IoT, de imediato temos algo que estará conectado à Internet. Esse "algo" não necessariamente se conecta de forma direta. Na grande maioria dos casos, essa conexão se dá por meio um gateway. Gateway IoT é uma aplicação (ou dispositivo com aplicação embarcada) responsável por receber requisições de diversos sensores e em algumas situações executar ações ⁴.

O gateway é similar a um roteador ², porém, ele pode unir redes de diferentes protocolos através de um processamento local para a tradução e conversão de protocolos. Gateways são muito utilizados em ambiente industrial e corporativo, porém, com o avanço da IoT, é mais comum encontrar esse tipo de equipamento para uso residencial.

Atualmente fala-se em 2 tipos de Gateways IoT ⁵, os *Traditional Gateways* que não são inteligentes e apenas armazenam a informações para futura transmissão, e os *Smart Gateways* que além disso, podem fazer ações, tais como:

- Persistir as informações;
- Efetuar transformação dos dados recebidos;
- Guardar os dados temporariamente para posteriormente transmiti-los para a Internet;
- Executar regras de segurança sobre os dispositivos;
- Executar ações com base nos dados recebidos e regras configuradas.

A Figura 1 ilustra uma arquitetura convencional de um Gateway IoT e suas relações com os sensores e com a Cloud.

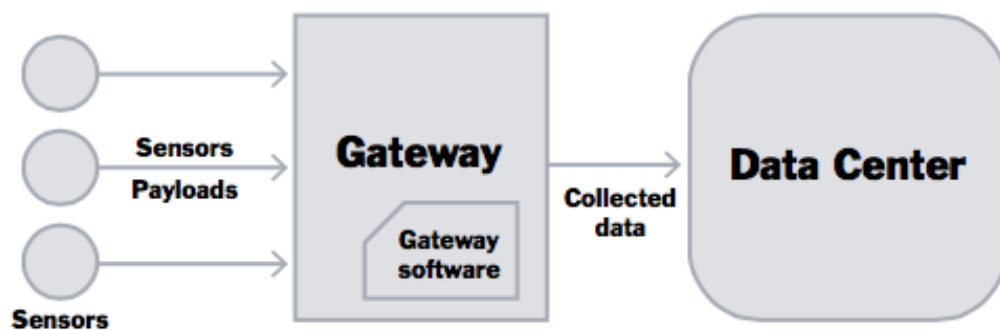


Figura 1 – Descrição esquemática da arquitetura de um Gateway IoT. ⁶

² Roteador é um dispositivo físico de rede cujo objetivo é encaminhar pacotes entre redes de computadores

Sensores residem no que a indústria nomeia como sendo campo, ou seja, onde os sensores realmente devem atuar. São exemplos de campos: galpões, silos, plantas industriais, florestas, plantações etc. Já a Cloud tem o mesmo significado que estamos habituados: um servidor na nuvem onde dados são mantidos e processamentos são realizados. O Gateway IoT faz exatamente essa ligação entre os sensores e a Internet, uma vez que sensores não costumam ter boas condições de acesso à Internet, tanto do ponto de vista da disponibilidade quanto da largura de banda.

A grande vantagem em construir um Gateway open-source é o alto nível de customização que ele pode oferecer, já que temos total acesso ao sistema operacional, sem restrições impostas pelo fabricante – o que ocorre na maioria dos casos. Essa customização vai permitir usar o gateway em modo *fog computing* (computação em nevoeiro) para o processamento de informações o mais perto do dispositivo da borda, ou *edge device*, fazendo com que, mesmo na falta de Internet, o dispositivo consiga se manter operacional, ainda que com algumas restrições.

Fazer o seu próprio gateway de IoT pode parecer contra-intuitivo à primeira vista, mas com a baixa nos preços dos SoC's (System-on-a-Chip) ³, alavancado principalmente pela Raspberry Pi ⁷, torna possível a criação de sistemas computacionais de bom desempenho, tamanho reduzido e baixo custo. Já é possível encontrar SoC's custando menos de US\$ 10 e chips completos e funcionais por menos de US\$ 40 ⁸.

3 Solução desenvolvida

Esta seção detalha os objetivos e decisões arquiteturais. Foi desenvolvida uma solução de software de *Smart Gateway IoT* que está disponibilizada no Github, capaz de receber dados através de uma rede utilizando o protocolo MQTT (3.1.1) de um dispositivo previamente cadastro e armazenar essas informações. Os dados recebidos são analisados para um embasamento onde irá definir a execução ou não de um fluxo de notificação através de SMS (3.1.1) para um número definido.

3.1 Tecnologias Utilizadas

- Node.js ⁴ v6.x;
- TypeScript ⁵ v2.3 com transpile para ES6;
- TSLint ⁶ v4.x com recomendações gerais padrão;
- Jest ⁷ para teste unitário e cobertura;
- AngularJS ⁸ v1.6 para o front end da aplicação ;
- MongoDB ⁹ para persistência.

³ *System-on-a-chip*, ou simplesmente *SoC*, é um termo utilizado para caracterizar um circuito integrado que engloba todos os componentes de um computador convencional, tais como CPU, GPU (processador gráfico), memória RAM, módulo Wi-Fi, interfaces externas etc. O Raspberry Pi é um dos mais populares exemplares de *SoC*

⁴ NodeJS - <<https://nodejs.org/en/>>

⁵ Typescript - <<http://www.typescriptlang.org/>>

⁶ TSLint - <<https://palantir.github.io/tslint/>>

⁷ Jest - <<https://facebook.github.io/jest/>>

⁸ AngularJS - <<https://angularjs.org/>>

⁹ MongoDB - <<https://www.mongodb.com/>>

- MQTT (3.1.1) como protocolo de comunicação
- SMS (3.1.1)
- ExpressJS ¹⁰ como framework web Node.js

O Node.js foi escolhido por conta de seu baixo consumo de memória e processamento, além da sua característica de Non-Blocking IO ⁹, garantindo que possamos servir mais clientes com menos recursos, objetivo essencial para aplicações que podem ser executadas em um Raspberry Pi por exemplo.

A escolha pelo TypeScript ¹¹, linguagem que é um superset do Javascript padrão foi motivada por garantir uma estrutura tipada, de forma que a manutenção do código fosse facilitada e as regras de negócio pudessem estar ligadas a um contrato de objeto.

Já o AngularJS ¹² foi escolhido, por ser uma tecnologia que funciona com javascript nativo, sem necessidade de nenhum pós-processador para servir a aplicação aos clientes, permitindo o seu uso diretamente entre os arquivos estáticos do mesmo servidor Node.js que expõe a aplicação. Além disso, contou como um ponto para a escolha, a experiência prévia da equipe no desenvolvimento com esta tecnologia.

3.1.1 Protocolos de comunicação

SMS, abreviação de *Short Message Service*, é um serviço de troca de mensagens curtas de textos que permite o envio de mensagens para aparelhos celulares, conforme os padrões definidos no GSM (*Global System for Mobile Communications*). Seu uso é bastante popular (cerca de 3,6 bilhões de usuários) ¹⁰ e ubíquo (presente em praticamente qualquer país) ¹¹. Além do que seu uso é fácil e barato, uma vez que o usuário receptor não requer conexão com a Internet para receber a mensagem, bastando possuir sinal com a rede de telefonia.

O MQTT, abreviação de *Message Queue Telemetry Transport*, é um protocolo de comunicação altamente voltado para IoT. Ele foi arquitetado para ser um sistema de mensageria leve do tipo publisher/subscriber, para rodar em dispositivos limitados, tanto do ponto de vista da quantidade de memória para execução do programa, quanto do ponto de vista da conectividade. Redes lentas ou com alta latência não são problemas para esse protocolo. Geralmente, sensores IoT podem residir em locais extremamente hostis do ponto de vista de infra-estrutura de conexão de dados.

3.2 Modelo de Dados

O modelo de dados foi concebido com a intenção de tornar as etapas do processo altamente plugáveis e customizáveis no curto e longo prazo, garantindo as funcionalidades básicas do MVP ¹² executado e a possibilidade de extensibilidade no futuro com retrocompatibilidade, ver Figura 2.

A modelagem desenvolve uma estrutura sequencial que parte da identificação do dispositivo, análise dos gatilhos ligados a este dispositivo, avaliação da operação lógica e liberação para execução do evento, ver Figura 3. Outras entidades não ligadas aos processo

¹⁰ ExpressJS - <<http://expressjs.com/>>

¹¹ Typescript - <<http://www.typescriptlang.org/>>

¹² AngularJS - <<https://angularjs.org/>>

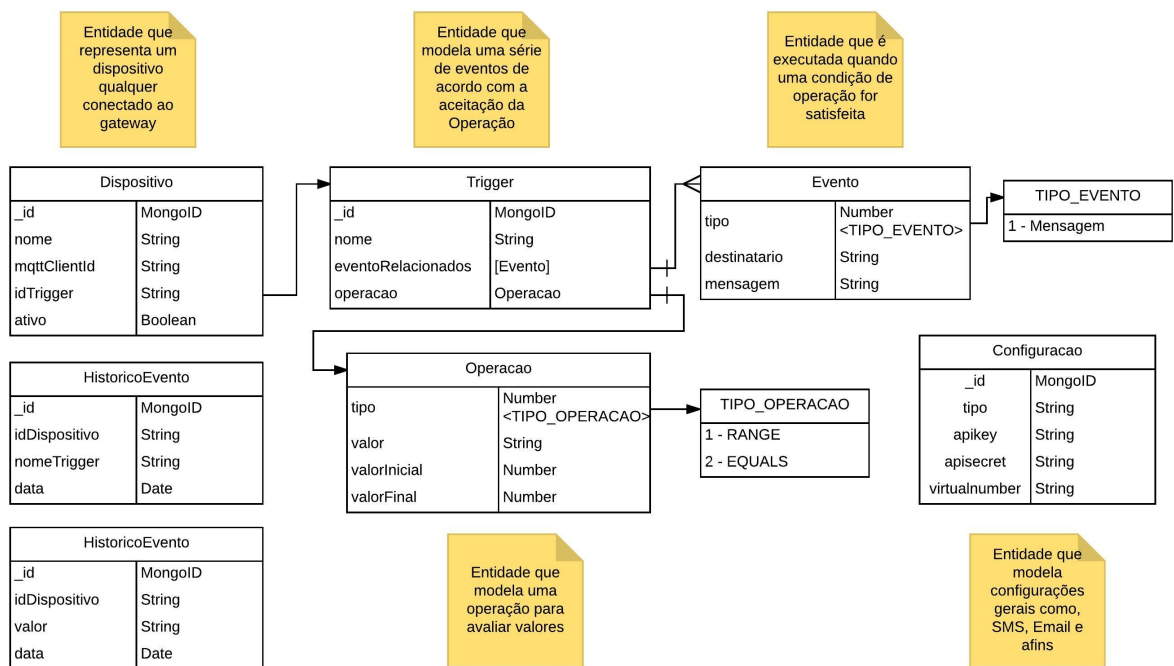


Figura 2 – Representação esquemática da modelagem de dados.

FLUXO IOT GATEWAY

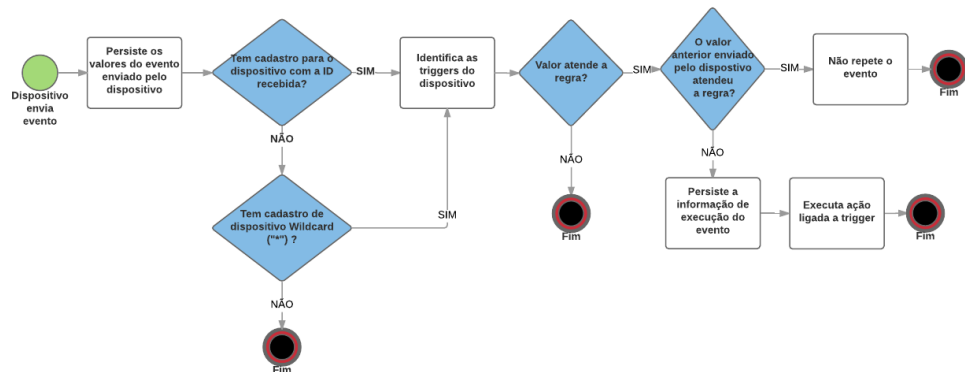


Figura 3 – Representação esquemática do fluxo Gateway IoT.

principal, visam dar suporte estas operações entregando configurações do sistema e registro de históricos para análise futura.

3.3 Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais levados em consideração nesse trabalho foram:

- Requisito 1: Envio de mensagens via SMS ¹⁰
- Requisito 2: Cadastro de número de celular.

3.4 Requisitos não funcionais

Requisitos não funcionais, como os de extensibilidade e de retrocompatibilidade, agregam muito esforço no desenho de um MVP ¹³, mas são aspectos que em hipótese alguma podem ser desconsiderados.

Considerações finais

Durante o desenvolvimento desse trabalho, podemos concluir que a possibilidade de soluções usando IoT é extremamente vasta e extensa. A indústria, como um todo, está aquecida e pretende absorver toda gama de demanda de eventuais serviços que envolvam esse tipo de tecnologia.

Por se tratar de um ramo da Computação que é relativamente novo (o termo foi cunhado em 1999 ³, somando assim apenas 18 anos de idade no momento que este trabalho foi publicado), algumas definições não possuem uma consistência desejável e costumam divergir muito de autor para autor. O que caracteriza um certo aspecto positivo, tal que ainda há muito espaço para que mais trabalhos possam ser feitos e consolidados na indústria de IoT.

Existem tecnologias Web modernas, principalmente as baseadas em Javascript, que propiciam a construção de softwares voltado para IoT de forma fácil, produtiva, testável e manutenível.

Na elaboração desse projeto, no que tange a perspectiva da escrita do software, o maior desafio foi dos pontos de vista da elaboração arquitetural e de modelagem de dados, de forma que após as definições, a escrita do código foi relativamente simples.

3.5 Resultados

Os resultados foram...

3.6 Trabalhos futuros

¹³ *Minimum Viable Product*, ou Produto Mínimo Viável, é um termo utilizado para caracterizar um produto com as features necessárias para os primeiros clientes ¹²

Referências

- 1 BCG Perspectives, The Boston Consulting Group. *Winning in IoT: It's All About the Business Processes*. Citado na página 2.
- 2 Forbes. *Internet Of Things Market To Reach \$267B By 2020*. <https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2017/01/29/internet-of-things-market-to-reach-267b-by-2020>. Citado na página 2.
- 3 ASHTON, K. That "Internet of Things" Thing. *RFID Journal*, v. 22, p. 97–114, 2009. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 7.
- 4 CHEN, H.; JIA, X.; LI, H. A brief introduction to IoT gateway. In: *Communication Technology and Application (ICCTA 2011), IET International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2011. Citado na página 3.
- 5 ROUSE, M. *WhatIs.com: IoT Gateway*,. 2017. Citado na página 3.
- 6 KONSEK, H. *The Architecture of IoT Gateways*. [S.l.]: DZone, 2015. <https://dzone.com/articles/iot-gateways-and-architecture>. Citado na página 3.
- 7 Raspberry Pi Foundation. *Raspberry Pi*. <https://www.raspberrypi.org/>. Citado na página 4.
- 8 RS Online. *UK RS Online - Raspberry Pi 3 Model B SBC*. <http://uk.rs-online.com/web/p/processor-microcontroller-development-kits/8968660/>. Citado na página 4.
- 9 Node.js Foundation. *Node.js - Overview of Blocking vs Non-Blocking*. <https://nodejs.org/en/docs/guides/blocking-vs-non-blocking/>. Citado na página 5.
- 10 Tomi T Ahonen. *Time to Confirm some Mobile User Numbers: SMS, MMS, Mobile Internet, M-News*. 2011. <http://communities-dominate.blogs.com/brands/2011/01/time-to-confirm-some-mobile-user-numbers-sms-mms-mobile-internet-m-news.html>. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 6.
- 11 International Telecommunications Union. [S.l.]: International Telecommunications Union, 2015. <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2015.pdf>. Citado na página 5.
- 12 Eric Ries. *Venture Hacks interview: "What is the minimum viable product?"*. 2009. <http://www.startuplessonslearned.com/2009/03/minimum-viable-product.html>. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 7.