

Smart Cities: Arquiteturas e Tecnologias

João Silva A81761, João Araújo A84306, and António Manuel A85516

Universidade do Minho, Departamento de Informática

1 Introdução: o conceito de uma "Smart City"

Hoje em dia, sendo que metade da população atual reside em cidades, quase todos os serviços nas zonas urbanísticas estão otimizados para as suas necessidades. Semáforos inteligentes, sistemas de manutenção de tráfego rodoviário, pedonal, aéreo, etc, sistemas de monitorização de água e gás e um sistema de saúde inteligente são alguns dos exemplos associados a uma "Smart City", uma cidade preparada para os problemas que resultam de um contínuo processo de urbanização a nível global.

Mais concretamente, uma Smart City é como um ecossistema complexo, onde a sustentabilidade e rentabilidade deste reside nas suas tecnologias de comunicação e informação. Apesar de não haver um consenso sobre este conceito, uma forma simples de as descrever é como centros urbanos que incorporam tecnologias de forma a otimizar as operações municipais, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida dos seus habitantes.

Assim, de forma a tentar esclarecer melhor um tema tão abrangente, abordaremos pequenas temáticas como aplicações do conceito de smart cities, aquisição, processamento e disseminação e, por fim, o tipo de software em torno destas.

2 Aplicações do conceito "Smart city"

Nesta secção, apresentaremos alguns exemplos que englobam os seis aspetos mais importantes numa Smart City: economia, administração, população, mobilidade, ambiente e qualidade de vida.

2.1 Smart Street Lights

Semáforos inteligentes é um dos exemplos de aplicação do conceito de Smart City. A base desta ideia está na implementação de sensores que permitirão a coleta de dados para um funcionamento eficiente.

Os semáforos seriam sensíveis a diversas condições que influenciariam a forma como estes se comportariam, por exemplo, tráfego rodoviário e condições meteorológicas, que seriam fatores importantes para a intensidade da luz produzida pelo semáforo. Nos dias de nevoeiro e chuva e em horas de ponta, aumentar-se-ia a intensidade do semáforo, de forma a criar as melhores condições de visibilidade para os condutores e para os peões, enquanto que em horas de baixo tráfego esta se reduziria, de forma a poupar energia. Há ainda os problemas de manutenção e consumo de energia. Nos semáforos tradicionais é preciso uma equipa percorrer a cidade e verificar visualmente o estado destes, enquanto que nos semáforos inteligentes as falhas seriam automaticamente reportadas ao sistema. Da mesma forma, enquanto que no método mais antiquado apenas conseguimos ter uma estimativa da energia que está a ser consumida, é possível termos um valor exato calculado por "smart meters".

Posto isto, facilmente percebemos as vantagens que este pequeno upgrade traria a qualquer cidade.

2.2 Smart Traffic Management

Outro dos pontos chave de uma Smart City é proporcionar métodos inovadores de transporte e de controlo de tráfego. O objetivo do Smart Traffic Management é dar ao utilizador o maior número de informação possível para que este possa tomar as melhores decisões consoante esta informação. Assim, há duas formas de obter esta informação: floating car data e sensing technologies.

Floating car data é obtido através de métodos de triangulação. Tem-se em conta os dispositivos móveis que estejam em veículos a circular nas diferentes vias e são calculados tempos de viagem e velocidades através das diferentes localizações em que os veículos se encontram quando detetados por sensores, isto é, GPS, em diferentes intervalos de tempo.

Sensing technologies está relacionado com, mas não só, inductive loop detection, isto é, os veículos são "registados" quando passam num campo magnético associado ao loop, como é mais facilmente perceptível na imagem seguinte. Temos também formas mais simples como registo por vídeo, áudio e bluetooth ou ainda captação de dados por sensores.

Desta forma, e porque há cidades onde o trânsito rodoviário é um problema no dia a dia das pessoas, estas são medidas que permitem uma enorme melhoria no que toca a qualidade de vida.

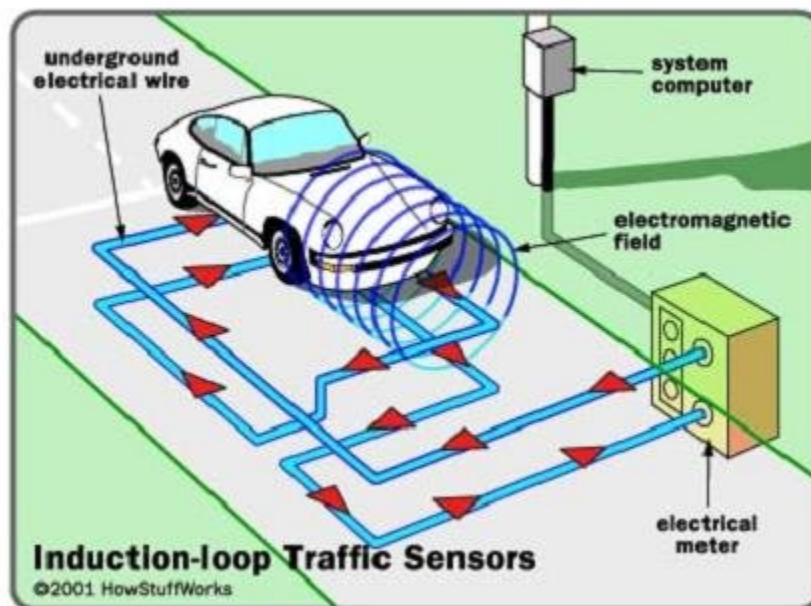


Fig. 1. Induction-loop Traffic Sensors

2.3 Virtual Power Plants

Com o passar dos anos, as entidades reguladoras estão cada vez mais exigentes com fatores como o impacto no ambiente e a flexibilidade de preços, obrigando as companhias a proporcionarem serviços tendo em conta estes parâmetros. As VPPs podem ser uma das respostas a estes fatores.

Virtual Power Plants abrangem um grupo de clientes, que estão sob um programa cujo o objetivo poderá ser a partilha de custo, nivelar a procura oferta e a distribuição de recursos energéticos.

Uma das formas de reduzir a carga energética de uma cidade através das VPPs é adicionar um dispositivo de armazenamento de energia dentro da cidade, para que seja possível preencher falhas entre procura e oferta, sem aumentar o custo aos consumidores.

AS VPPs estão então divididas em três principais componentes:

-Distributed Energy Resources: o fabrico de energia estará dividido de acordo com os diferentes tipos de energia, capacidade e o proprietário da mesma.

-Energy Store Systems: a energia armazenada nas horas de menor afluência urbana pode depois ser utilizada nos picos de consumo.

-Information and Communication System: esta componente promove o bom funcionamento das duas componentes acima, para que haja um aproveitamento eficiente da VPP.

2.4 Smart Emergency Systems

Uma cidade deverá promover a segurança dos seus cidadãos. Nisto podemos estar a falar da aplicação da lei, redução da taxa criminal e prevenção contra acidentes e desastres naturais.

É importantíssimo haver uma grande quantidade de dados reunidos, para que se possa agir de forma rápida e rigorosa, principalmente para os acidentes e desastres naturais. Assim, é importante criar um sistema de troca de informação eficiente, que partilharia com as entidades de resgate instruções otimizadas para cada tipo de situação, tendo em conta situações antecedentes.

As CCTVs são um exemplo eficaz de uma tecnologia que promove a segurança, por exemplo, nas ruas. No entanto, é sempre preciso ter cuidado para não interferir com a privacidade dos cidadãos.

Tendo isto em conta, o importante é possuir informação que permita agir da forma mais rápida, de forma a diminuir os possíveis prejuízos.

2.5 Smart Health

Os sistemas de saúde atuais possuem bastantes limitações que impedem todos os cidadãos de obter serviços de qualidade a um baixo preço. Assim, será preciso que também este evolua para um smart system.

Um smart healthcare teria como princípio o uso de sensores no corpo de um paciente que identificariam, em tempo real e acessível a vários médicos, enfermeiras e técnicos, qual o problema deste. Mais uma vez, a chave está na partilha de informação.

Existe ainda o conceito de Smart Hospital. O objetivo é ter um edifício altamente tecnológico, que funcionaria mais ou menos como uma cloud onde estariam todas as informações dos pacientes, facilmente acessadas por um telemóvel ou outro dispositivo.

A implementação de medidas como estas permitiriam a execução da melhor resposta médica, principalmente para casos urgentes.

3 Dados nas Smart Cities

Todas estas aplicações necessitam de informação para funcionar devidamente. Assim, existem tecnologias que, diariamente, recolhem dados sobre o que as rodeia com o objetivo de criar uma base de dados com tudo o que foi recolhido. Contudo, mesmo depois de vários avanços que se têm feito nos últimos anos, ainda existem problemas a resolver e coisas a melhorar.

3.1 Recolha de Dados

Para que a Smart City funcione como pretendido é necessário recolher dados sobre as várias aplicações. É preciso ter em conta que as necessidades de cada pessoa não são propriamente iguais, obviamente que, por exemplo, uma grande empresa terá que consumir mais energia do que uma casa de família.

Posto isto, são utilizadas várias estratégias para que a aquisição de dados seja feita com maior eficácia:

Data Standards -Muitas vezes, os dados que são recolhidos num dado momento são semelhantes ou mesmo iguais aos recolhidos anteriormente. Assim, estes dados podem ser tratados de igual forma, diminuindo o trabalho de criar mais casos para todos os possíveis acontecimentos e otimizando as respostas que os sistemas têm que realizar.

Data Quality -Quando se recolhe a informação é preciso ter em atenção que quantidade não é igual a qualidade. O objetivo é obter dados específicos de cada aplicação de forma a que as respostas de cada aplicação sejam o mais adequadas possível.

Data Use -Para que toda esta informação possa ser utilizada é necessário existirem bases de dados e aplicações que a consigam representar. Estas serão utilizadas pelos *end users* (consumidores/trabalhadores) de forma a tomar decisões, alterar comportamentos entre outros.

São utilizadas várias tecnologias para que toda esta informação possa ser recolhida de uma forma eficiente e organizada:

- Sensores:** podem servir para monitorizar trânsito, verificar se é necessário ligar iluminação, controlar a distribuição de energia, para tratamentos na área da saúde etc

- Mobile ad hoc networks (MANETs):** aparelhos móveis que não necessitam de uma infraestrutura para estarem ligados entre si;

- Vehicular ad hoc networks (VANETs):** semelhantes aos MANETs mas mais utilizados para a organização de transportes inteligentes;

- Unmanned Aerial Vehicles (UAV):** utilizados para recolher informação em locais onde é difícil instalar outras tecnologias ou de difícil acesso. No entanto, não estão ligados à corrente, o que os obriga a usar baterias que, muitas vezes, não têm uma vida muito longa;

Uma vez que existem tantas formas de recolher a informação necessária, é preciso ter o cuidado de não misturar informações nem de piorar a qualidade dos dados durante e após a sua recolha. Assim existem alguns desafios que as Smart Cities têm que combater:

Coordenação- A quantidade de informação recolhida é tanta que pode ser complicado mantê-la perceptível. É importante que os dados estejam organizados e que a sua recolha seja feita de uma forma mais coordenada possível.

Assegurar a qualidade dos Dados- Mais uma vez, a quantidade de informação pode levar a que parte desta seja perdida ou corrompida. Assim, foram criadas novas formas de armazenamento para assegurar que tal coisa não aconteça.

Poupança de Energia- Como foi referido anteriormente, um dos principais objetivos das Smart Cities é manter o seu consumo de energia a um nível sustentável. Assim, foram desenvolvidas tecnologias para diminuir o consumo, como sensores que detetam quando ligar a iluminação e até se desenvolveu a produção de energias renováveis.

3.2 Tratamento de Dados

Após a recolha de dados, estes têm de ser tratados para que possam ser utilizados pelas várias aplicações devidamente. Uma vez que a quantidade de informação é tão grande, é muito importante que estes não sejam misturados ou até desperdiçados para que seja possível tirar o melhor proveito deles.

Para isto, é possível utilizar Machine Learning, ou seja, a máquina “aprende” a tomar decisões conforme o input. Assim, a informação é filtrada, sendo depois mais fácil agir conforme os dados mais importantes. Contudo, é difícil definir comportamentos ou condições para todos as possíveis situações, por exemplo, no caso de um acidente de carro, o estado do condutor pode ser visto de várias formas, conforme os seus ferimentos, doenças anteriores etc, o que dificulta as decisões que a máquina terá que efetuar.

3.3 Apresentação dos Dados

O último passo da informação. Permite aos *end users*, quer sejam pessoas, companhias, empresas etc, interagir com os vários tipos de dados que foram obtidos e tratados anteriormente. Mais uma vez, a maior dificuldade é a quantidade de dados que é necessário apresentar. Estes são guardados em bases de dados e podem ser acedidos de várias formas.

Para além disso, é preciso ter em conta que os dados recolhidos podem precisar de contexto para serem bem interpretados, o que nem sempre é possível. Por exemplo, o número de carros numa estrada num dia normal é muito menor do que num dia em que há um jogo de futebol.

4 Software utilizado nas SmartCities

Tal como existem vários dispositivos físicos para serem utilizados no dia a dia nas Smart Cities, também existem vários softwares e programas que facilitam a recolha e organização da informação. A maioria desta informação é guardada na Cloud, utilizada quer pelos clientes quer pelos serviços, onde constroem e implementam as suas aplicações e serviços.

Contudo, os diferentes protocolos de comunicação, a existência de software proprietário e as diferenças em hardware oferecem desafios à existência de smart cities. Para ultrapassar estes problemas foram desenvolvidos vários sistemas como a computação em cloud, o Network Functions Virtualizations (NFV) e o Software-Defined Networking (SDN). Estas tecnologias facilitam a integração de sistemas e dispositivos inteligentes e facilitam a gestão dos dados.

4.1 Computação em Cloud

A cloud consiste em hardware e software em centros de dados de larga escala, com milhares de máquinas espalhadas pelo mundo. Oferece recursos quase ilimitados: capacidade de computação, armazenamento e sistemas de redes interligadas.

Podemos dividir os serviços oferecidos pela cloud em 3 categorias principais, que diferem de acordo com o nível de acesso à infraestrutura da cloud:

Software-as-a-Service (SaaS): Os utilizadores têm acesso a aplicações em execução na cloud.

Platform-as-a-Service (PaaS): Os utilizadores são capazes de criar os seus próprios programas.

Infrastructure-as-a-Service (IaaS): Os utilizadores alocam recursos, tal como memória e capacidade de computação.

Normalmente, fornecedores de serviços tentam prever a procura dos seus produtos, mas enfrentam dificuldades quando necessitam de alocar recursos para responder a aumentos súbitos na demanda. A elasticidade da cloud auxilia os provedores de serviços na resposta a estas flutuações, providenciando recursos de forma mais rápida e eficiente para responder a picos de demanda.

A computação em cloud, permite aos fornecedores de serviços alocar recursos dinamicamente, através da virtualização. Estes recursos virtuais podem ser alocados e realocados em centros de dados de diversas regiões geográficas, o que aumenta a rapidez e contribui para uma aproximação ao cliente final.

4.2 Software-Defined Networking

O SDN oferece ao administrador de uma rede ferramentas para a gerenciar, alterar e controlar. Esta arquitetura dissocia o controlo da rede e utiliza funções de encaminhamento, permitindo que o controlo seja diretamente programável.

O SDN é composto por 3 vertentes essenciais:

Data Plane: É a parte de uma rede que transporta os dados dos utilizadores. Possibilita a transferência de dados de e para clientes, gerindo múltiplas conversas através de vários protocolos.

Management: É responsável pela gestão, monitorização e a configuração do sistema.

Control Plane: É a parte da rede que carrega a informação necessária para estabelecer e controlar a própria rede.

O hardware inclui dispositivos de encaminhamento, tal como routers (a informação atravessa de um router para o próximo). Os controladores e o hardware de encaminhamento no data plane comunicam, utilizando protocolos de comunicação, sendo o OpenFlow no protocolo mais utilizado. Uma rede que utilize OpenFlow regista informações genéricas sobre o router, tal como o endereço do IP da fonte. SDN proporciona enorme flexibilidade e facilita o processo de programação, oferecendo possibilidades dinâmicas e eficientes de configuração de redes. Por estas razões é uma ótima arquitetura para o gerenciamento de redes e, conseqüentemente, ideal para ser implementada numa smart city.

4.3 Network Functions Virtualization

O NFV consiste no processo de dissociar as funções de uma rede do seu hardware específico para que possam ser executadas por software, em qualquer tipo de hardware convencional. Estas funções, tornam-se, assim, em virtual network functions (VNF). O objetivo do NFV é fornecer os componentes necessários para suportar uma estrutura independente do hardware. Tradicionalmente, utilizam-se vários equipamentos para executar funções de gestão e monitorização de redes. Todos estes hardwares diferentes requerem manutenção e reposição realizada por técnicos especializados. A virtualização permitiria abandonar todos estes equipamentos diferentes, o que reduziria custos e facilitaria a manutenção do sistema. Deste modo, o NFV é essencial para facilitar e acelerar a propagação da internet das coisas nas smart cities, já que a padronização do hardware permite uma maior conexão entre dispositivos e auxilia na troca de dados

5 Conclusões

Com a execução deste trabalho, facilmente percebemos que as Smart Cities são o futuro no que toca a uma melhor gestão dos recursos combinado com uma melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.

Dada a crescente urbanização a nível mundial necessitamos de algo que combata a escassez de recursos causada pela mesma, que por si só já implica uma diminuição da qualidade de vida. Assim, havendo tantas aplicações possíveis dentro desta temática, acreditamos que seja possível as cidades irem tomando medidas benéficas não só para o planeta, mas como para a vida de cada um.

Bibliography

- [1] <https://blog.sonda.com/smart-city-o-que-e/>
- [2] <http://grupoassessor.com/smart-cities/>
- [3] https://www.researchgate.net/figure/An-inductive-loop-detection-system-49_fig4_299471883
- [4] https://searchnetworking.techtarget.com/definition/data-plane-DP?fbclid=IwAR07arBtgWpXm9bWpoolS_S_HZyF1VALSwHI-AyfZNdPUvs4FF2f_uqIwSk
- [5] <https://www.sdxcentral.com/networking/nfv/definitions/whats-network-functions-virtualization-nfv/?fbclid=IwAR0z29fKAwwWQ6AuDDUJXcsTCjISlwbMWAU3-cX0uSXgfEe9mzJqGQINJQs>
- [6] Smart Cities: A Survey on Data Management, Security and Enabling Technologies
Ammar Gharaibeh, Member, IEEE, Mohammad A. Salahuddin, Member, IEEE, Sayed J. Hussini, Student Member, IEEE, Abdallah Khreishah, Member, IEEE, Issa Khalil, Member, IEEE, Mohsen Guizani, Fellow, IEEE, and Ala Al-Fuqaha, Senior Member, IEEE