



Veículos conectados

© 2020 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Imagens

Adaptadas de Shutterstock.

Todos os esforços foram empregados para localizar os detentores dos direitos autorais das imagens reproduzidas neste livro; qualquer eventual omissão será corrigida em futuras edições.

Conteúdo em websites

Os endereços de websites listados neste livro podem ser alterados ou desativados a qualquer momento pelos seus mantenedores. Sendo assim, a Editora não se responsabiliza pelo conteúdo de terceiros.

2020

Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza

CEP: 86041-100 — Londrina — PR

e-mail: editora.educacional@kroton.com.br

Homepage: <http://www.kroton.com.br/>

Veículos conectados



Túlio Philipe Ferreira e Vieira

Veículos conectados

Diálogo aberto

A Internet das Coisas (IoT), em conjunto com outras tecnologias, possibilitou o desenvolvimento de aplicações que só eram criadas pelos efeitos especiais do cinema. Grandes diretores utilizam da imaginação para criar, virtualmente, aplicações que se tornaram realidade graças à IoT. Carros autônomos, casas e cidades conectadas, robôs que desempenham serviços domésticos e realizam cirurgias médicas, além de assistentes pessoais cibernéticos são exemplos de cenas de filmes que, atualmente, estão presentes no mundo real.

Dentre as várias ideias futurísticas presentes no cinema, os carros conectados e autônomos têm um papel de destaque. Não é difícil encontrar produções que vislumbram a utilização de veículos autônomos em um sistema de transporte completamente integrado em que veículos, pedestres e infraestrutura urbana funcionam de maneira coordenada. Grande parte das tecnologias ilustradas nesses filmes tornaram-se realidade graças ao desenvolvimento da Internet das Coisas. Vários sistemas como transporte, moradia, educação e saúde empregam as tecnologias presentes na IoT para promoverem maior segurança, conforto e comodidade aos usuários.

Nesta seção, você está na segunda etapa de construção do sistema de monitoramento de pacientes. Nela, você deve indicar como ocorre a integração entre os serviços de emergência e resgate com a central de monitoramento de pacientes, destacando o papel dos veículos conectados. Os veículos conectados, para essa aplicação, são representados pelas unidades de resgate. Portanto, são de extrema importância, pois são esses serviços os responsáveis por realizarem o atendimento dos pacientes nos momentos mais críticos. Assim, é necessário que esse relatório contenha um esquema que represente a conexão e os protocolos empregados para a integração com a central de monitoramento. Além disso, esse esquema deve conter como os veículos de resgate devem estar integrados aos sistemas de comunicação a fim de possibilitar que eles sejam contatados assim que uma situação de emergência for identificada nos dados do paciente monitorado.

Para ajudá-lo nessa tarefa, serão estudados os conceitos básicos sobre veículos conectados e alguns sensores e atuadores utilizados tanto pelos veículos quanto para o gerenciamento do tráfego. Assim, será possível empregar esses conceitos para a construção dessa etapa do projeto de monitoramento de pacientes.

Agora você já tem várias ferramentas necessárias para criar aplicações para a resolução de problemas reais. Não deixe passar essa oportunidade de fazer a diferença na vida das pessoas. Coloque em prática tudo o que você aprendeu e participe da construção de um mundo melhor. Vamos começar?

Não pode faltar

O desenvolvimento de cidades inteligentes está intimamente relacionado à criação e ao amadurecimento dos sistemas inteligentes de transporte (do inglês Intelligent Transportation System – ITS). Os sistemas de transporte inteligente aplicam as tecnologias da Internet das Coisas em todos os meios de transporte a fim de criar um ambiente integrado e proporcionar, a partir da análise de dados, um melhor planejamento e gerenciamento dos sistemas de mobilidade urbana (MUTHURAMALINGAM *et al.*, 2019). Por meio do ITS é possível proporcionar a redução da poluição e melhorar a segurança, o conforto e a eficiência dos serviços de transporte. Tudo isso é alcançado por meio da análise e da transmissão, em tempo real, da informação. Essa maior eficiência do sistema de transporte é gerada pela integração de sensores e ações de atuadores localizados em vários setores das cidades inteligentes como vias de tráfego, estacionamentos e veículos conectados.

Na construção e efetiva aplicação do ITS, são necessárias a integração e a cooperação de diferentes áreas que compõem as cidades inteligentes. Sistemas como carros conectados, estacionamentos inteligentes, infraestrutura, sinalização automatizada e transporte público inteligente são exemplos de áreas que compõem o ITS (ALAM *et al.*, 2016). Nesse cenário, em papel de destaque, estão os veículos conectados (LU *et al.*, 2014).

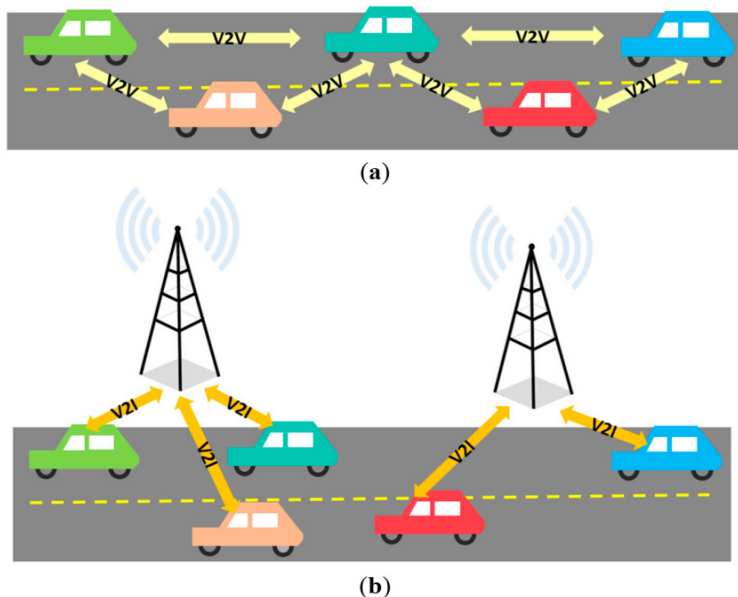
Segundo Uhlemann (2015), um veículo conectado corresponde a aplicações, serviços e tecnologias que o conectam ao ambiente ao redor por meio da internet. Para isso, vários dispositivos são adicionados ao veículo a fim de possibilitar a conexão entre diferentes sistemas dentro dele ou com redes, aplicações e serviços ao redor. Essa comunicação pode ocorrer através de redes entre os próprios veículos (V2V, ou vehicle-to-vehicle) ou entre os veículos e a infraestrutura (V2I, ou vehicle-to-infrastructure). A Figura 4.8 apresenta uma representação desses tipos de comunicação. Na comunicação V2V, as mensagens são trocadas entre os próprios veículos. Por exemplo, por meio dessa comunicação é possível que veículos que estiverem envolvidos em um acidente possam transmitir mensagens de alerta para outros veículos próximos. A comunicação V2V é derivada do padrão IEEE 802.11. Quando dois ou mais veículos estão em uma mesma área de cobertura, eles podem, automaticamente, estabelecer uma rede de comunicação. Desse modo, é

possível que cada veículo atue como um roteador da rede criada, permitindo que as mensagens sejam trocadas entre o maior número possível de veículos (KHAIRNAR *et al.*, 2014).

Através da comunicação V2I, ao entrar em uma área de cobertura, o veículo que recebeu esse alerta pode transmitir essa mensagem para uma central de monitoramento informando o local e o horário do acidente. Essa comunicação V2I corresponde à troca de mensagens entre os veículos e a infraestrutura de transporte, que ocorre, normalmente, através das Unidades de Transmissão (UT). As UT, além de receberem essas mensagens, também podem transmitir, por exemplo, informações sobre as condições de trânsito e comunicar rotas alternativas de locomoção. A Figura 4.9 mostra uma ilustração dessa aplicação.

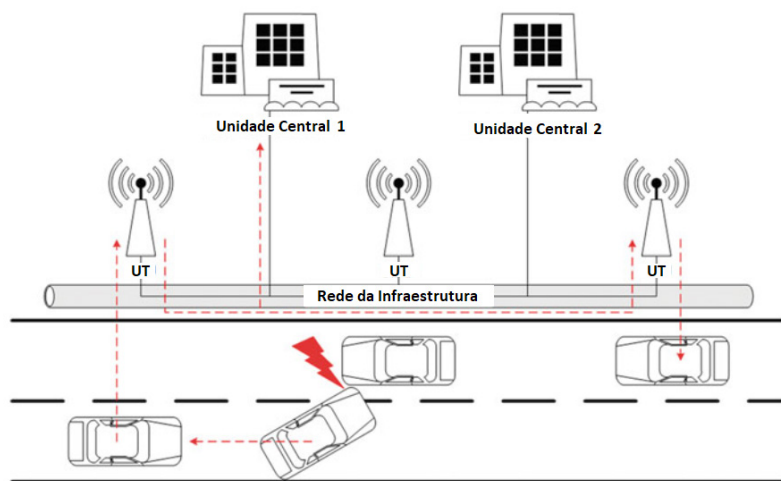
Em comunicações de curta distância pode ser utilizado, por exemplo, o Radio-frequency identification (RFID) (ARENA; PAU, 2019). Esse tipo de comunicação V2I pode ser empregado para tarefas de pagamento automático, detecção de vagas em estacionamentos e identificação de veículos.

Figura 4.8 | Ilustração das comunicações V2V e V2I: (a) representação da comunicação V2V; (b) representação da comunicação V2I



Fonte: Parrado e Donoso (2015).

Figura 4.9 | Ilustração de aplicação envolvendo redes V2V e V2I



Fonte: adaptada de Alam *et al.* (2016).

Essa interação cooperativa entre os diferentes elementos que compõem o sistema de transporte inteligente, a fim de melhorar a segurança, a sustentabilidade, a eficiência e o conforto por meio da comunicação e da cooperação, é chamada de Transporte Inteligente Cooperativo (C-ITS, do inglês Cooperative Intelligent Transportation System) (ALAM *et al.*, 2016). Essa cooperação é alcançada por meio da troca de mensagens através das redes sem fio V2V e V2I.

Para a construção dos sistemas cooperativos de transporte é necessário que exista a comunicação eficiente entre os integrantes de toda a estrutura de transporte. A fim de possibilitar essa interação eficiente são utilizados, basicamente, dois tipos de comunicação (UHLEMANN, 2015). A comunicação de curta distância, por meio da tecnologia IEEE 802.11p, e as redes celulares, através das tecnologias 4G e 5G. O padrão IEEE 802.11p define os requisitos das camadas físicas e de enlace para permitir a comunicação em curtas distâncias e de alta velocidade entre veículos conectados (MIUCIC, 2018). Por meio do IEEE 802.11p é possível estabelecer uma comunicação direta entre os veículos ou entre veículos e as estações bases do ITS. Essa rede de comunicação móvel entre carros ou entre carros e a infraestrutura é chamada de redes VANET (Veicular Ad Hoc Networks) (ALVES *et al.*, 2009). A comunicação por meio das redes 4G e 5G corresponde à utilização de tecnologias móveis de transmissão de dados que permite alta velocidade

de transmissão e baixas latências por meio de redes celulares (DAHLMAN *et al.*, 2013).

Não apenas os carros conectados utilizam a IoT para tornar o trânsito mais seguro. As rodovias, ruas, avenidas e demais vias de tráfego também empregam os sensores e atuadores para auxiliar no gerenciamento e na melhoria do transporte. Especialmente nas grandes cidades, a utilização da IoT auxilia na redução dos congestionamentos. Com o aumento do número de carros nas ruas, os congestionamentos passam a ser grandes responsáveis pelo aumento da poluição sonora e atmosférica, pelo aumento considerável do tempo de viagem e pelo desperdício de combustível (BULL, 2003). Todas essas características fazem com que o sistema de mobilidade urbana seja completamente afetado pelos quilômetros de congestionamentos existentes nas grandes cidades. Sendo assim, a IoT passa a ser uma ferramenta importante para auxiliar na redução dos congestionamentos e no aproveitamento inteligente da malha viária.

Por meio da utilização de análise de vídeos, dos sistemas adaptativos de controle de tráfego (ATCS, do inglês *Adaptative Traffic Control System*) e redes de sensores é possível melhorar o gerenciamento dos sistemas de transporte e reduzir o número de quilômetros de congestionamento (SONI; SARASWAT, 2017). Através de câmeras e sensores localizados nas principais vias de tráfego, imagens das condições do trânsito são capturadas e transmitidas para uma estação central. De posse desses vídeos, é possível obter dados estatísticos sobre o comportamento, em tempo real, das vias monitoradas. Dados como velocidade média dos veículos, quantidade de veículos, acidentes e infrações podem ser gerados através desse método.



Acesse o QR Code para consultar uma aplicação que utiliza a análise de vídeos e auxilia os motoristas a encontrarem vagas de estacionamento.

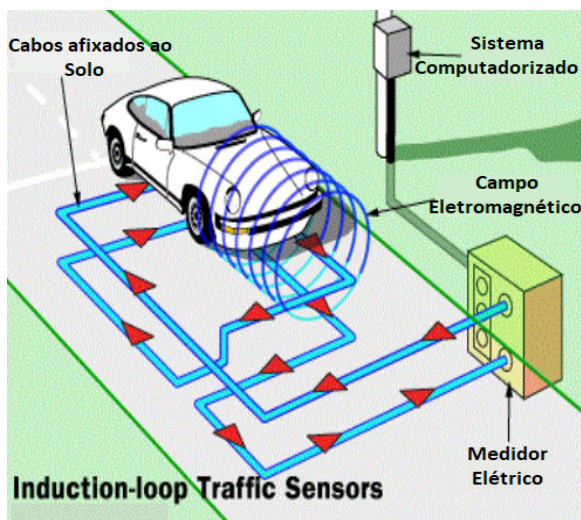
<https://bit.ly/2n8L9JO>

Os sistemas adaptativos de controle de tráfego são uma estratégia de gerenciamento de tráfego em que os tempos dos semáforos são ajustados, em tempo real, a partir da análise das condições atuais das vias, da capacidade do sistema e da previsão de demanda (STEVANOVIC, 2010). Ao ajustar os tempos dos semáforos é possível ajustar o fluxo de veículos de diferentes vias de tráfego. Esse ajuste possibilita que regiões críticas de uma cidade possam ter um fluxo mais homogêneo de veículos, o que reduz os tempos das viagens e os congestionamentos.

Existem vários sensores que auxiliam na redução dos congestionamentos das grandes cidades e no gerenciamento de todo o sistema de transporte.

Sensores como detectores por laço de indução (detectores de loop), células de carga, sensores infravermelhos e de identificação por radiofrequência colaboram para a melhoria dos sistemas de transporte. Os detectores de loop funcionam através do princípio de indução eletromagnética (SONI, 2017). Laços magnéticos são posicionados no solo e quando algum veículo passa por esse laço é gerada uma corrente elétrica que é detectada por uma central. Esse tipo de sensor pode ser utilizado para identificar a presença ou para realizar a contagem de veículos. A Figura 4.10 ilustra o princípio de funcionamento desse sensor. Esses detectores por laço de indução podem ser utilizados, por exemplo, para realizar a contagem de veículos que estejam trafegando em cada uma das faixas de uma via. Além disso, esses detectores também são empregados para identificar infrações de trânsito como invasão de faixa exclusiva e avanço de sinal vermelho.

Figura 4.10 | Princípio de funcionamento do sensor detector de loop



Fonte: adaptada de Somashekhar, Shirabadagi e Hegadi (2014).

As células de carga são transdutores eletromecânicos que medem a deformação ou flexão de um determinado corpo e convertem essa deformação em valores de corrente ou de tensão (FARUOLO; MARTHA, 2008). A deformação sofrida é proporcional ao peso do corpo que provocou essa deformação. Assim, é possível aferir o peso de veículos e estimar a quantidade de pessoas que utilizam o transporte público (LETSHWITI; LAMPRECHT, 2004).

Os sensores de infravermelho também são bastante utilizados em todo o sistema de transporte. Esses sensores contêm um emissor e um receptor

que são responsáveis por identificar a presença de outros carros, pessoas e obstáculos e por medir a velocidade de veículos (GUERRERO-IBÁÑEZ; ZEADALLY; CONTRERAS-CASTILLO, 2018). Eles podem ser empregados, por exemplo, na abertura automática de cancelas e portões, além de serem utilizados para a contagem de veículos que trafegam em uma estrada (HAYAMA; MINAKATA, 2008).

Os identificadores por radiofrequência (RFID, do inglês Radio-frequency identification) são empregados para realizar o rastreamento de veículos e de carga (PANDIT *et al.*, 2009), a detecção de congestionamentos (AL-NAIMA; HAMD, 2012) e para prover serviços de estacionamento e pedágio de maneira automática (PALA; INANC, 2007).

Pesquise mais

Sugerimos a leitura do artigo a seguir, que mostra a importância dos sensores em todo o sistema de transporte e o papel deles na melhoria da segurança e do gerenciamento do trânsito:

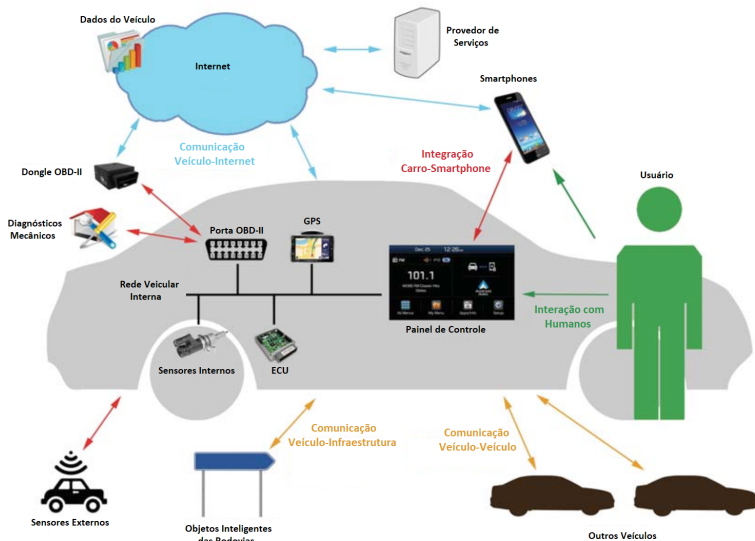
GUERRERO-IBÁÑEZ, J.; ZEADALLY, S.; CONTRERAS-CASTILLO, J. Sensor technologies for intelligent transportation systems. *Sensors*, [s.l.], v. 18, n. 4, p. 1.212, 2018.

Devido à característica pervasiva da IoT, existem vários sensores presentes nos veículos. Eles são os grandes responsáveis por melhorar a segurança em todo o sistema de transporte, além de possibilitar o surgimento dos veículos conectados e autônomos (COPPOLA; MORISIO, 2016). Segundo Greengard (2015), atualmente, existem mais de 70 unidades de controle eletrônico (ECU, do inglês Electronic Control Units) em apenas um veículo, mais de 100 MB de códigos binários e milhões de linhas de códigos construídas para gerar veículos cada vez mais seguros e eficientes. Por exemplo, são encontradas ECU responsáveis por gerenciamento dos sistemas de navegação, comunicação, entretenimento, emissão de gases, suspensão, pressão dos pneus, iluminação, piloto automático e prevenção de colisão. Para realizar a comunicação entre todas essas centrais e sensores são necessários protocolos confiáveis e até 4 km de cabos (QUANTOS..., 2017).

Todos esses cabos são responsáveis por conectar vários sistemas diferentes e por possibilitar comunicação em alta velocidade. Sistemas como de arrefecimento, alimentação, injeção eletrônica, freios, ignição e de entretenimento devem estar interligados para que seja possível realizar as tarefas de maneira coordenada. Devido à grande quantidade de sensores, atuadores e sistemas de comunicação, os automóveis conectados passam a desempenhar o papel

de nós móveis para o ITS (COPPOLA; MORISIO, 2016). Informações como condições do trânsito, relato de acidentes e indicações de melhores rotas podem ser compartilhadas entre os veículos conectados. Nesse sentido, cada veículo conectado passa a receber e a transmitir informações, em tempo real, a fim de tornar o trânsito mais seguro e eficiente. A Figura 4.11 mostra alguns dos sistemas presentes nos veículos conectados.

Figura 4.11 | Exemplo de sistemas presentes nos veículos conectados



Fonte: adaptada de Coppola e Morisio (2016).

Na Figura 4.11, os sensores internos (embarcados) do veículo são responsáveis por monitorar as variáveis de funcionamento de todo o automóvel. Variáveis como temperatura do óleo, nível de carga da bateria e qualidade da mistura ar-combustível são captadas e enviadas para as ECU. Na ECU, esses dados são analisados e podem ser enviados, automaticamente, para as centrais de diagnóstico, por meio da conexão com a internet ou do acesso local por meio da porta OBD-II. De posse desses dados é possível realizar um diagnóstico preciso das condições do veículo e executar possíveis manutenções. Em seus smartphones os usuários podem consultar os dados históricos do automóvel e agendar revisões diretamente com a concessionária. Por meio da rede de comunicação estabelecida entre os veículos e a infraestrutura é possível que informações sobre incidentes ou alterações nas condições da estrada possam ser compartilhadas de maneira automática entre todos os veículos pertencentes a essa rede. Desse modo, os sistemas embarcados

e a troca de informações contribuem para a construção de um sistema de trânsito cada vez mais seguro.

Através dos sistemas embarcados, os veículos conectados podem oferecer diferentes serviços aos motoristas. Eles podem ser de segurança no trânsito, de entretenimento, de eficiência no tráfego, de redução nos custos de rodagem, além de conveniência e interação (EVERIS, 2015). Os serviços de assistência no trânsito auxiliam o motorista na prevenção de acidentes e falhas mecânicas. Por exemplo, sensores e câmeras podem ser instalados dentro do veículo para monitorar o estado de atenção do motorista. Com eles é possível verificar os sinais biológicos, o movimento e o intervalo de tempo em que os olhos permanecem fechados. Por meio desses sinais é possível identificar se o motorista está cansado. Caso confirmem que o estado de atenção está comprometido, podem ser enviados sinais de alerta e mensagens para que o condutor descanse (GHIMIRE et al. 2015). Outros sistemas utilizados para evitar acidentes consistem em utilizar radares, laser e câmeras para identificar a iminência de um acidente. Assim, podem auxiliar o motorista com a frenagem automática ou preparar o carro para uma colisão, por exemplo, tensionando os cintos de segurança e ligando para os serviços de emergência (SIVAKUMAR; MANGALAM, 2014).

Refleta

Durante esta seção foram apresentados os sistemas embarcados e os diferentes sensores que constituem os veículos conectados e as possibilidades geradas pela conexão entre esses veículos, a infraestrutura de transporte e a internet. Como todo sistema de comunicação, existem questões relativas à segurança que devem ser observadas. Por exemplo, como garantir que as informações de localização do veículo só possam ser acessadas por pessoas autorizadas. Sendo assim, você conseguiria elencar algumas das ameaças à segurança da informação que podem acometer os veículos conectados?

Os serviços de entretenimento e comodidade fornecem maior conforto aos usuários por meio da central integrada de mídias. Podem ser oferecidos serviços de multimídia integrados a smartphones, a redes internas de comunicação Wi-Fi e ao compartilhamento de músicas e vídeos. Através da comunicação entre os veículos, as redes sociais podem ser utilizadas para que os ocupantes compartilhem com outros motoristas as informações da viagem, para que peçam apoio na estrada ou para trocarem experiências (LUAN et al., 2015). Sensores inteligentes de temperatura também podem identificar padrões dos usuários e ajustar automaticamente a temperatura, conforme as preferências de cada passageiro.

Nos sistemas para a eficiência no trânsito são utilizados GPS e redes de telefonia para fornecer uma localização precisa e em tempo real dos veículos. A partir dessa localização, podem ser enviadas informações, por exemplo, sobre preços de combustíveis, pontos turísticos ou vagas de estacionamento que estejam nas proximidades. Além disso, por meio dos sistemas de comunicação com outros veículos (V2V) e com a infraestrutura de trânsito (V2I) é possível que os veículos conectados compartilhem informações sobre as condições das vias e que auxiliem na indicação de melhores rotas e na redução de congestionamentos (COPPOLA; MORISIO, 2016).

Para a redução dos custos de rodagem, pode ser utilizada a telemetria do veículo. Por exemplo, por meio de dispositivos conectados à porta On-Board Diagnostics (OBD) podem ser enviados, diretamente para as agências de seguro, dados sobre o comportamento do condutor. O OBD é um sistema que proporciona acesso e diagnóstico de várias ECU do veículo. Com ele é possível monitorar dados como a velocidade do veículo, o nível e o consumo de combustível, a emissão de poluentes, o odômetro, a posição dos pedais, e ler possíveis códigos de erro existentes nas ECU do veículo. A partir de todos esses dados é possível que as seguradoras mapeiem o comportamento do motorista. Assim, podem ajustar os serviços oferecidos, conforme as demandas de cada tipo de condutor (EVERIS, 2015).

Assimile

Apesar das similaridades entre os veículos conectados e veículos autônomos, eles apresentam definições diferentes. Nos veículos conectados existe a integração e comunicação entre sistemas por meio da internet. Em um veículo autônomo também existe essa integração entre diferentes sistemas e comunicação via internet. A diferença entre essas duas tecnologias reside no fato de que para os veículos conectados existe a necessidade de um condutor, já em veículos autônomos não é necessário a existência de um motorista (COPPOLA; MORISIO, 2016).

Para a maior conveniência dos motoristas e ocupantes, pode existir, por exemplo, a conexão entre os veículos e as casas conectadas. Essa conexão permite que os motoristas consigam realizar tarefas como abrir o porão da garagem, controlar luzes, verificar níveis de combustível e ligar remotamente o veículo (FORD, 2016). Além disso, por meio da telemetria do veículo é possível identificar falhas mecânicas ou momentos de manutenção preventiva e, automaticamente, realizar o agendamento de serviços de reparo.



Acesse o QR Code para consultar uma aplicação que demonstra a utilização de algoritmos de visão computacional a fim de identificar as faixas de trânsito em uma rodovia. Sistemas similares a essa aplicação são empregados para possibilitar a construção de veículos autônomos.

<https://bit.ly/2najWWc>

Essas são apenas algumas das possibilidades geradas pelos veículos conectados. A partir delas é possível perceber que o desenvolvimento desses veículos é fundamental para a construção de sistemas de transporte mais eficientes. Portanto, os veículos conectados contribuem para a construção de um trânsito mais seguro e para a preservação do meio ambiente.

Sem medo de errar

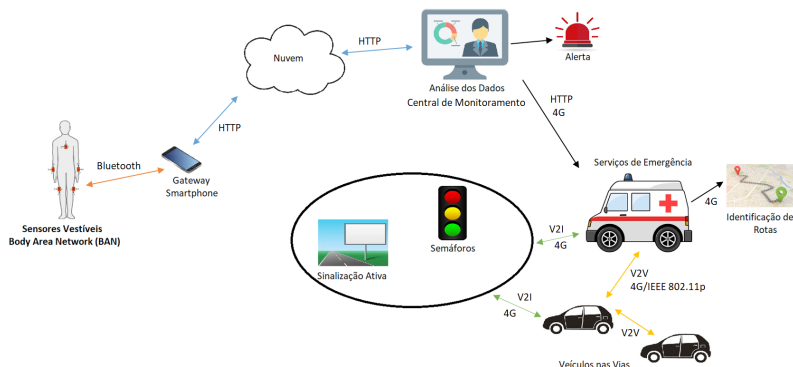
Os veículos conectados têm um papel fundamental para o desenvolvimento do sistema de transporte inteligente. Como esses veículos passam a ser vistos como nós móveis do ITS, é através deles que informações sobre o trânsito são compartilhadas. Esse compartilhamento de informação pode ocorrer, por exemplo, entre os veículos presentes nas vias ou entre os veículos e os demais elementos de infraestrutura como semáforos e painéis eletrônicos de mensagens. Nesse sentido, os veículos conectados podem integrar e beneficiar outros sistemas que compõem as cidades inteligentes, por exemplo, aos serviços inteligentes de emergência e de cuidado com a saúde.

Você está trabalhando no desenvolvimento de um sistema inteligente de monitoramento de pacientes. Na primeira etapa, você iniciou a construção de um relatório que deve ser apresentado aos diretores de uma grande rede hospitalar. Agora você está na segunda etapa de desenvolvimento desse relatório. Nela, deve ser apresentado um esquema que contém os dispositivos necessários para a integração do sistema inteligente de monitoramento com os serviços de resgate de emergência. Além disso, devem ser indicados os protocolos que permitem a integração entre os diferentes elementos que compõem essa aplicação. Assim, será possível apresentar um esquema que resume os dispositivos utilizados e indica como deve ocorrer a integração entre eles.

Para que o sistema de monitoramento de pacientes proporcione maior qualidade de vida aos pacientes assistidos, especialmente em situações de emergência, é necessário que esse sistema seja integrado aos serviços de resgate de emergência. Isso ocorre, pois são esses serviços os responsáveis por prestar o primeiro atendimento aos pacientes em casos de urgência. Assim, reduzir o tempo necessário para esses serviços se deslocarem até o local onde está o paciente é fundamental para a preservação da saúde desse indivíduo.

Uma sugestão de esquema de integração entre os serviços de monitoramento e resgate de emergência é expresso na Figura 4.12. Nessa figura é possível ver alguns protocolos empregados para a comunicação entre os diferentes dispositivos e unidades que compõem o sistema proposto.

Figura 4.12 | Exemplo de esquema para o sistema de monitoramento de pacientes



Fonte: elaborada pelo autor.

Os dispositivos “vestíveis” instalados no paciente monitorado formam uma rede de comunicação responsável por coletar os seus dados vitais. Essa rede tem o nome de Body Area Network (BAN). A comunicação entre os elementos dessa rede e um smartphone (gateway) pode, por exemplo, ocorrer através do protocolo Bluetooth. Através do smartphone, esses dados podem ser enviados, por meio do protocolo Hypertext Transfer Protocol (HTTP), para plataformas em nuvem. Com a integração desses dados na nuvem, as centrais médicas de monitoramento podem realizar uma análise e, caso algum comportamento anormal seja identificado, é gerado um alerta. Esse alerta pode ser enviado diretamente para os serviços de resgate. Ao receber esse alerta e as informações sobre a localização, além de alguns dados, como tipo sanguíneo, alergias e estado atual de saúde do paciente, os serviços de resgate passam a utilizar os carros conectados e o ITS para reduzir o tempo para realizar o atendimento de urgência.

De posse dos dados de localização do paciente, a central de resgate pode encontrar a unidade móvel mais próximo do local da emergência. Essa comunicação pode ser realizada, por exemplo, através das redes 4G. Assim que a unidade móvel é contatada, ela pode estabelecer a comunicação com outros veículos conectados através do V2V, indicando que está em um trabalho de resgate e que necessita de caminho livre para realizar esse procedimento. Logo, os motoristas podem ser avisados sobre a rota da unidade

de resgate mesmo antes de obter um contato visual com essa unidade. Desse modo, podem liberar a passagem e tornar o trajeto mais rápido. Essa comunicação também pode ocorrer entre os veículos e as infraestruturas de trânsito (V2I), como semáforos e painéis de informação, a fim de mostrar aos demais veículos que não estão integrados a essa rede que eles estão na rota de uma unidade em trabalho de resgate.

Esses são apenas alguns exemplos de integração entre os diferentes dispositivos e sistemas responsáveis pelo monitoramento do paciente em situações de emergência. Portanto, por meio dessa solução proposta, você está contribuindo para a melhoria da qualidade de vida dos pacientes monitorados. Além disso, com a implementação desse sistema, é possível que várias vidas sejam salvas por conta da integração de diferentes sistemas que compõem as cidades inteligentes.

Avançando na prática

Sistema automático para detecção de colisão e acionamento de serviços médicos

Uma grande empresa de seguros deseja oferecer aos clientes um serviço automático de detecção de colisão e acionamento de resgate. Devido ao seu conhecimento sobre carros conectados, você foi convidado para desenvolver um sistema capaz de identificar um acidente e, automaticamente, informar às autoridades policiais e aos serviços de emergência a localização desse sinistro.

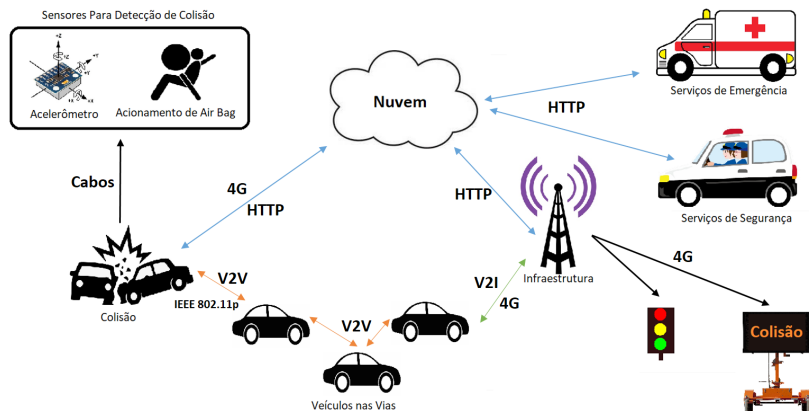
Para a apresentação desse projeto aos diretores da empresa, você deve mostrar um esquema que contenha alguns dos dispositivos e protocolos a serem utilizados na construção dessa aplicação. Esse esquema deve possibilitar uma visão geral da integração necessária entre os veículos conectados e os serviços policiais e de emergência.

Resolução da situação-problema

Para a detecção automática de colisão podem ser utilizados acelerômetros e sensores que constatarem o acionamento do airbag. Após a identificação da colisão são enviadas mensagens para os demais veículos que estão trafegando na via, a fim de indicar o local da colisão e prevenir que novos acidentes ocorram em decorrência dessa colisão. Essas mensagens podem ser trocadas entre os veículos através da comunicação V2V, utilizando o protocolo IEEE 802.11p. Ao identificar essa colisão, por exemplo, dados sobre o local e

danos causados aos veículos são enviados para as plataformas em nuvem e são encaminhados para os serviços de emergência e autoridades policiais por meio da internet, utilizando o protocolo HTTP. Além disso, esses dados podem ser enviados às unidades de monitoramento que utilizam a infraestrutura do trânsito para informar aos motoristas, através da comunicação V2I e de redes celulares 4G, sobre o acidente e facilitar o resgate das vítimas. A Figura 4.13 apresenta um esquema de conexão dos vários sistemas constituintes dessa aplicação.

Figura 4.13 | Exemplo de esquema para a identificação de colisão e acionamento de serviços médicos



Fonte: elaborada pelo autor.

Faça valer a pena

1. Os veículos conectados já são uma realidade. Por meio da conexão com a internet e com sistemas que permitem a comunicação com outros veículos e a infraestrutura, esses veículos podem contribuir para uma maior segurança no trânsito e para a preservação do ambiente.

Assinale a alternativa que contém a afirmativa correta sobre os veículos conectados.

- Os veículos conectados realizam a comunicação apenas via internet. Isso ocorre, pois esse tipo de conexão exige altas taxas de transmissão e grande banda de dados.
- Os veículos conectados podem interagir com outros veículos por meio da comunicação V2V ou com a infraestrutura, por meio da comunicação V2I.

- c. A comunicação entre os veículos conectados e a infraestrutura de trânsito só pode ocorrer via redes celulares, pois essa é a única forma de comunicação com a internet existente nas rodovias.
- d. Para a comunicação entre veículos conectados, normalmente é utilizada a tecnologia Bluetooth, pois ela apresenta altas taxas de transmissão e baixo consumo de energia.
- e. A integração entre os carros conectados e o ITS só pode ocorrer em vias urbanas, pois exige a capacidade de conexão com a internet.

2. Os veículos conectados têm vários sensores, atuadores e sistemas de comunicação que auxiliam na construção de um trânsito mais seguro e com maior comodidade aos condutores. Por meio dos veículos conectados, podem ser oferecidos alguns serviços aos motoristas. Entre eles, podemos citar os serviços que auxiliam na segurança no trânsito, na conveniência e na interatividade e na redução dos custos de rodagem. A seguir são feitas algumas afirmações sobre esses serviços.

- I. Os serviços de segurança no trânsito são realizados, exclusivamente, pelos sensores internos dos veículos conectados.
- II. Os serviços de segurança no trânsito podem auxiliar os motoristas por meio de sistemas ativos como Anti-lock Braking System (ABS) e passivos como airbag.
- III. Os serviços de interatividade proporcionam interação entre os usuários do mesmo veículo e outros veículos conectados que estejam nas vias.
- IV. Os custos de rodagem podem ser reduzidos por meio de serviços de telemetria e acompanhamento de manutenções.

Assinale a alternativa que contém as afirmativas corretas sobre os serviços oferecidos aos usuários de veículos conectados.

- a. I e II, apenas.
- b. II e IV, apenas.
- c. I, II e III, apenas.
- d. II, III e IV, apenas.
- e. I, III e IV, apenas.

3. Os veículos conectados auxiliam na construção de um trânsito mais seguro. À medida que assistem os motoristas para uma condução mais segura e são utilizados como nós do ITS, os veículos conectados passam a desempenhar um papel fundamental na construção das cidades inteligentes. A seguir são feitas algumas afirmativas sobre o papel dos veículos conectados na construção de cidades inteligentes.

- I. Os veículos conectados agem como nós do ITS, pois podem receber, enviar e transmitir mensagens por meio das redes VANET.
- II. O que distingue um veículo conectado de um veículo autônomo é a quantidade de atuadores que existe em cada uma das ECUs.
- III. Os veículos conectados contribuem para a redução dos congestionamentos por meio do compartilhamento de informação entre veículos e infraestruturas de trânsito.
- IV. As comunicações V2V e V2I permitem o ajuste automático de sinais de trânsito e o controle do fluxo de veículos nas vias.

Assinale a alternativa que contém as afirmativas corretas a respeito dos veículos conectados.

- a. I e II, apenas.
- b. II e III, apenas.
- c. II, III e IV, apenas.
- d. I, II e IV, apenas.
- e. I, III e IV, apenas.

Referências

- ALAM, M.; FERREIRA, J.; FONSECA, J. (Ed.). **Intelligent transportation systems: dependable vehicular communications for improved road safety**. [S.l.]: Springer, 2016.
- AL-NAIMA, F. M.; HAMD, H. A. Vehicle traffic congestion estimation based on rfid. **International Journal of Engineering Business Management**, [s.l.], v. 4, p. 30, 2012.
- ALVES, R. dos S. *et al.* Redes veiculares: princípios, aplicações e desafios. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES, SBRC, 2009, [s.l.]. **Minicursos** [...]. [S.l.]: SBRC, 2009. p. 17-24.
- ARENA, F.; PAU, G. An overview of vehicular communications. **Future Internet**, [s.l.], v. 11, n. 2, p. 27, 2019.
- BELTRÃO, N. E. de M.; FILHO, J. F.; FIGUEIRÊDO, I. C. de M. Uso adequado de casa-de-vegetação e de telados na experimentação agrícola. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s.l.], v. 6, n. 3, p. 547-552, 2002.
- BERNARDO, S. **Impacto ambiental da irrigação no Brasil**. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. Viçosa: MMA, SRH, ABEAS, UFV, 1997. v. 34.
- BOFF, L. Sustentabilidade: tentativa de definição. **Leonardo Boff** [blog]. [S.l.], 15 jan. 2012. Disponível em: <https://leonardoboff.wordpress.com/2012/01/15/sustentabilidade-tentativa-de-definicao/>. Acesso em: 20 set. 2019.
- BONOMI, F. *et al.* Fog computing and its role in the internet of things. In: MCC WORKSHOP ON MOBILE CLOUD COMPUTING, 1., 2012, [s.l.]. **Proceedings** [...]. [S.l.]: ACM, 2012. p. 13-16.
- BORGIA, E. The Internet of Things vision: key features, applications and open issues. **Computer Communications**, [s.l.], v. 54, p. 1-31, 2014.
- BRASIL, A. *et al.* Plano de negócio: uma ferramenta com múltiplas aplicações. **Revista Conexão Eletrônica**, [s.l.], v. 10, n. 1, 2016.
- BRUECK, A. *et al.* A real-time wireless sweat rate measurement system for physical activity monitoring. **Sensors**, [s.l.], v. 18, n. 2, p. 533, 2018.
- BULL, A. **Traffic congestion: the problem and how to deal with it**. [S.l.]: United Nations Publications, 2003.
- CAI, H. *et al.* IoT-based configurable information service platform for product lifecycle management. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, [s.l.], v. 10, n. 2, p. 1558-1567, 2014.
- CAO, Y. *et al.* FAST: A fog computing assisted distributed analytics system to monitor fall for stroke mitigation. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON NETWORKING, ARCHITECTURE AND STORAGE (NAS), 2015, [s.l.]. **Anais** [...]. [S.l.]: IEEE, 2015. p. 2-11.

COPPOLA, R.; MORISIO, M. Connected car: technologies, issues, future trends. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, [s.l.], v. 49, n. 3, p. 46, 2016.

CRUZ, P. *et al.* SensingBus: using bus lines and fog computing for smart sensing the city. **IEEE Cloud Comput**, [s.l.], p. 1-11, 2018.

DA SILVA, I. J. O. **A rastreabilidade dos produtos agropecuários do Brasil destinados à exportação**. [S.l.: s.n.], 2004.

DAHLMAN, E.; PARKVALL, S.; SKOLD, J. **4G: LTE/LTE-advanced for mobile broadband**. [S.l.]: Academic press, 2013.

DESHPANDE, A.; PITALE, P.; SANAP, S. Industrial automation using Internet of Things (IOT). **International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)**, [s.l.], v. 5, n. 2, p. 266-269, 2016.

DIJKMAN, R. M. *et al.* Business models for the Internet of Things. **International Journal of Information Management**, [s.l.], v. 35, n. 6, p. 672-678, 2015.

DORNELAS, J. *et al.* **Plano de negócios com o modelo Canvas**. [S.l.]: Grupo Gen-LTC, 2015.

DORSCH, J. Making buildings smarter. **Semiconductor Engineering**. [S.l.], 2018. Disponível em: <https://semiengineering.com/buildings-get-smarter-through-tech/>. Acesso em: 20 set. 2019.

ERPINNEWS. Fog computing vs edge computing. **Erpinnews**. [S.l.], 2018. Disponível em: <https://erpinnews.com/fog-computing-vs-edge-computing>. Acesso em: 20 set. 2019.

EVERIS. **Everis Connected Car Report**. [S.l.]: Everis, 2015. Disponível em: http://s3-eu-west-1.amazonaws.com/e17r5k-datap1/everis_documents_downloads/everis+connected+car+report.pdf. Acesso em: 18 set. 2019.

FARUOLO, L. B.; MARTHA, P. J. B. **Medição dinâmica da massa de veículos rodoviários em transporte de cargas líquidas para aplicação de trânsito**. [S.l.: s.n.], 2008.

FERRAZ FILHO, B. da S. *et al.* **Agricultura de precisão em casas de vegetação: controle e gestão de cultivo em produção de mudas**. [S.l.: s.n.], 2018.

FORD. **Smart cars meet smart homes**: Ford exploring SYNC integration with Amazon Echo and Alexa Wink. Las Vegas, 2016. Disponível em: <https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2016/01/05/smart-cars-meet-smart-homes.html>. Acesso em: 18 set. 2019.

GAUR, A. *et al.* Smart city architecture and its applications based on IoT. **Procedia Computer Science**, [s.l.], v. 52, p. 1.089-1.094, 2015.

GELLINGS, C. W. **The smart grid: enabling energy efficiency and demand response**. [S.l.]: The Fairmont Press, Inc., 2009.

GHIMIRE, D. *et al.* Real-time sleepiness detection for driver state monitoring system. **Adv. Sci. Technol. Lett**, [s.l.], v. 120, p. 1-8, 2015.

GONDCHAWAR, N.; KAWITKAR, R. S. IoT based smart agriculture. **International Journal of advanced research in Computer and Communication Engineering**, [s.l.], v. 5, n. 6, p. 838-842, 2016.

GREENGARD, S. Automotive systems get smarter. **Communications of the ACM**, [s.l.], v. 58, n. 10, p. 18-20, 2015.

GREENIQ Smart Garden Hub - Control Your Garden with Your Smartphone. [S. l.: s. n.], 2018. 1 vídeo (2 min 12 s). Publicado pelo canal GreenIQ. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=LEdmUrzDKs>. Acesso em: 23 set. 2019.

GREER, C. *et al.* **Nist framework and roadmap for smart grid interoperability standards, release 3.0**. [S.l.: s.n.], 2014.

GUERRERO-IBÁÑEZ, J.; ZEADALLY, S.; CONTRERAS-CASTILLO, J. Sensor technologies for intelligent transportation systems. **Sensors**, [s.l.], v. 18, n. 4, p. 1.212, 2018.

HANK, P. *et al.* Automotive ethernet: in-vehicle networking and smart mobility. *In: CONFERENCE ON DESIGN, AUTOMATION AND TEST IN EUROPE, 2013*, [s.l.]. **Proceedings** [...]. [S.l.]: EDA Consortium, 2013. p. 1.735-1.739.

HAYAMA, K.; MINAKATA, T. A Far Infrared Vehicle Sensor for a Traffic Signal Control. *In: WORLD CONGRESS ON INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS AND ITS AMERICA'S 2008 ANNUAL MEETING ITS AMERICA ERTICOITS JAPAN TRANSORE*, 15., 2008, [s.l.]. **Anais** [...]. [S.l.: s.n.], 2008.

HU, F; XIE, D.; SHEN, S. On the application of the internet of things in the field of medical and health care. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GREEN COMPUTING AND COMMUNICATIONS AND IEEE INTERNET OF THINGS AND IEEE CYBER, PHYSICAL AND SOCIAL COMPUTING, 2013*, [s.l.]. **Proceedings** [...]. [S.l.]: IEEE, 2013. p. 2.053-2.058.

HUA, B. D. C. *et al.* Internet of Things (IOT) Monitoring System for Elderly. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT AND ADVANCED SYSTEM (ICIAS)*, 2018, [s.l.]. **Proceedings** [...]. [S.l.]: IEEE, 2018. p. 1-6.

ISLAM, S. M. R. *et al.* The internet of things for health care: a comprehensive survey. **IEEE Access**, [s.l.], v. 3, p. 678-708, 2015.

KAMILARIS, A. *et al.* Agri-IoT: a semantic framework for Internet of Things – enabled smart farming applications. *In: WORLD FORUM ON INTERNET OF THINGS (WF-IoT)*, 3., 2016, [s.l.]. **Proceedings** [...]. [S.l.]: IEEE, 2016. p. 442-447.

KHAIRNAR, M.; VAISHALI, D.; PRADHAN, Dr SN. **V2V communication survey wireless technology**. arXiv preprint arXiv: 1403.3993, 2014.

KLEIN, A.; PACHECO, F. B.; RIGHI, R. da R. Internet of things-based products/services: process and challenges on developing the business models. **JISTEM-Journal of Information Systems and Technology Management**, [s.l.], v. 14, n. 3, p. 439-461, 2017.

KONDEPUDI, S. N. *et al.* **Smart sustainable cities analysis of definitions**. The ITU-T focus group for smart sustainable cities. [S.l.: s.n.], 2014.

KORKAS, C. D. *et al.* Intelligent energy and thermal comfort management in grid-connected microgrids with heterogeneous occupancy schedule. **Applied Energy**, [s.l.], v. 149, p. 194-203, 2015.

LACINÁK, M.; RISTVEJ, J. Smart city, safety and security. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 192, p. 522-527, 2017.

LETSHWITI, V.; LAMPRECHT, T. J. **Appropriate technology for automatic passenger counting on public transport vehicles in South Africa**. [S.l.]: SATC, 2004.

LIU, L. IoT and A Sustainable City. **Energy Procedia**, v. 153, p. 342-346, 2018.

LU, N. *et al.* Connected vehicles: solutions and challenges. **IEEE internet of things journal**, [s.l.], v. 1, n. 4, p. 289-299, 2014.

LUAN, T. H. *et al.* Social on the road: enabling secure and efficient social networking on highways. **IEEE Wireless Communications**, [s.l.], v. 22, n. 1, p. 44-51, 2015.

MANYIKA, J. *et al.* **Unlocking the potential of the Internet of Things**. [S.l.]: McKinsey Global Institute, 2015.

MICROSOFT. Saving lives by alerting people about earthquakes before they strike. **Microsoft: customer stories**. [S.l.], 2017. Disponível em: <https://customers.microsoft.com/en-us/story/sky-alert>. Acesso em: 20 set. 2019.

MINOLI, D.; SOHRABY, K.; OCCHIOGROSSO, B. IoT considerations, requirements, and architectures for smart buildings – energy optimization and next-generation building management systems. **IEEE Internet of Things Journal**, [s.l.], v. 4, n. 1, p. 269-283, 2017.

MIUCIC, R. (Ed.). **Connected vehicles: Intelligent Transportation Systems**. [S.l.]: Springer, 2018.

MOHANTY, S. P.; CHOPPALI, U.; KOUKIANOS, E. Everything you wanted to know about smart cities: The Internet of Things is the backbone. **IEEE Consumer Electronics Magazine**, [s.l.], v. 5, n. 3, p. 60-70, 2016.

MORVAJ, B.; LUGARIC, L.; KRAJCAR, S. Demonstrating smart buildings and smart grid features in a smart energy city. In: INTERNATIONAL YOUTH CONFERENCE ON ENERGETICS (IYCE), 3., 2011, [s.l.]. **Proceedings** [...]. [S.l.]: IEEE, 2011. p. 1-8.

MUANGPRATHUB, J. *et al.* IoT and agriculture data analysis for smart farm. **Computers and electronics in agriculture**, [s.l.], v. 156, p. 467-474, 2019.

MUTHURAMALINGAM, S. *et al.* IoT Based Intelligent Transportation System (IoT-ITS) for Global Perspective: A Case Study. In: INTERNET OF THINGS AND BIG DATA ANALYTICS FOR SMART GENERATION, 2009, Cham. **Anais** [...]. Cham: Springer, 2019. p. 279-300.

PALA, Z.; INANC, N. Smart parking applications using RFID technology. *In: ANNUAL RFID EURASIA*, 1., 2007. **Anais [...]**. [S.l.]: IEEE, 2007. p. 1-3.

PANDIT, A. A.; MUNDRA, A. K.; TALREJA, J. RFID tracking system for vehicles (RTSV). *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE, COMMUNICATION SYSTEMS AND NETWORKS*, 1., 2009, [s.l.]. **Anais [...]**. [S.l.]: IEEE, 2009. p. 160-165.

PANG, Z. **Technologies and Architectures of the Internet-of-Things (IoT) for Health and Well-being**. 2013. Tese (Doutorado em Sistemas Eletrônicos e Computacionais) – KTH Royal Institute of Technology, Estocolmo, Suécia, 2013.

PARRADO, N.; DONOSO, Y. Congestion based mechanism for route discovery in a V2I-V2V system applying smart devices and IoT. **Sensors**, [s.l.], v. 15, n. 4, p. 7.768-7.806, 2015.

PERERA, C. *et al.* Fog computing for sustainable smart cities: A survey. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, [s.l.], v. 50, n. 3, p. 32, 2017.

QUANTOS metros de fiação existe em um carro? **Quatro Rodas**. [S.l.], 2017. Disponível em: <https://quatrorodas.abril.com.br/auto-servico/quantos-metros-de-fiacao-existe-em-um-carro/>. Acesso em: 18 set. 2019.

RAJI, A.; JEYASHEELI, P. G.; JENITHA, T. IoT based classification of vital signs data for chronic disease monitoring. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT SYSTEMS AND CONTROL (ISCO)*, 10., 2016, [s.l.]. **Proceedings [...]**. [S.l.]: IEEE, 2016. p. 1-5.

RANDALL, T. The smartest building in the world. **Bloomberg**. [S.l.], 2015. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/features/2015-the-edge-the-worlds-greenest-building/>. Acesso em: 20 set. 2019.

RANI, S. U. *et al.* Iot Patient Health Monitoring System. **Indian Journal of Public Health Research & Development**, [s.l.], v. 8, n. 4, 2017.

ROZA, D. Novidade no campo: geotecnologias renovam a agricultura. **Revista InfoGEO**, [s.l.], n. 11, jan./fev., 2000.

SCHULZ, P. *et al.* Latency critical iot applications in 5G: perspective on the design of radio interface and network architecture. **IEEE Communications Magazine**, [s.l.], v. 55, n. 2, p. 70-78, 2017.

SCHUMACHER, J.; GSCHWEIDL, M.; RIEDER, M. EURIDICE – an enabler for intelligent cargo for the logistics sector. **Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics**, [s.l.], p. 18-28, 2010.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (Sebrae). **O quadro de modelo de negócios** – cartilha. Brasília, DF: Sebrae, 2013.

SHARMA, A. K. *et al.* IOT enabled forest fire detection and online monitoring system. **Int J Curr Trends Eng Res (IJCTER)**, [s.l.], v. 3, n. 5, p. 50-54, 2017.

SHI, W. *et al.* Edge computing: Vision and challenges. **IEEE Internet of Things Journal**, [s.l.], v. 3, n. 5, p. 637-646, 2016.

SILVA, A. F. da. O que é business model canvas e como fazer um? **Guia Empreendedor**. [S.l.], 2019. Disponível em: <https://guiaempreendedor.com/o-que-business-model-canvas/>. Acesso em: 20 set. 2019.

SIVAKUMAR, R.; MANGALAM, H. RADAR based vehicle collision avoidance system used in four wheeler automobile segments. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, [s.l.], v. 5, n. 1, 2014.

SIVARAMAN, V. *et al.* Network-level security and privacy control for smart-home IoT devices. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WIRELESS AND MOBILE COMPUTING, NETWORKING AND COMMUNICATIONS (WiMob), 11., 2015, [s.l.]. **Proceedings [...]**. [S.l.]: IEEE, 2015. p. 163-167.

SMOOT, S. R.; TAN, N. K. **Private cloud computing**: consolidation, virtualization, and service-oriented infrastructure. [S.l.]: Elsevier, 2011.

SOMASHEKHAR, G. C.; SHIRABADAGI, S.; HEGADI, R. S. High Density traffic management using image background subtraction algorithm. **International Journal of Computer Applications**, Bangalore, p. 10-15, fev. 2014.

SONI, N. B.; SARASWAT, J. A review of IoT devices for traffic management system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT SUSTAINABLE SYSTEMS (ICISS), 2017, [s.l.]. **Anais [...]**. [S.l.]: IEEE, 2017. p. 1.052-1.055.

STEVANOVIC, A. **Adaptive traffic control systems**: domestic and foreign state of practice. [S.l.: s.n.], 2010.

TESCH, M. IoT and predictive analytics: fog and edge computing for industries versus cloud. 2018. **leanBI**. [S.l.], 2018. Disponível em: <https://leanbi.ch/en/blog/iot-and-predictive-analytics-fog-and-edge-computing-for-industries-versus-cloud-19-1-2018/>. Acesso em: 20 set. 2019.

TSAI, C.-W. *et al.* Data mining for internet of things: a survey. **IEEE Communications Surveys and Tutorials**, [s.l.], v. 16, n. 1, p. 77-97, 2014.

TSCHIEDEL, M.; FERREIRA, M. F. Introdução à agricultura de precisão: conceitos e vantagens. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 32, n. 1, p. 159-163, 2002.

UHLEMANN, E. Introducing connected vehicles [connected vehicles]. **IEEE Vehicular Technology Magazine**, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 23-31, 2015.

UN, D. **World urbanization prospects**: the 2018 revision. Nova York: United Nations Department of Economics and Social Affairs, Population Division, 2018.

VAHIDI, A.; ESKANDARIAN, A. Research advances in intelligent collision avoidance and adaptive cruise control. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, v. 4, n. 3, p. 143-153, 2003.

VIEIRA, T. P.; ALMEIDA, P. E. M.; MEIRELES, M. R. G. Intelligent fault management system for wireless sensor networks with reduction of power consumption. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INDUSTRIAL ELECTRONICS (ISIE)*, 26., 2017, [s.l.]. **Proceedings** [...]. [S.l.]: IEEE, 2017. p. 1.521-1.527.

WEISER, M. The Computer for the 21 st Century. **Scientific American**, [s.l.], v. 265, n. 3, p. 94-105, 1991.

WENG, T.; AGARWAL, Y. From buildings to smart buildings – sensing and actuation to improve energy efficiency. **IEEE Design & Test of Computers**, [s.l.], v. 29, n. 4, p. 36-44, 2012.

WORLD'S Greenest Office Building Is Dutch: The Edge. Amsterdam: Bloomberg Business, 2015. 1 vídeo (4 min 36 s). Publicado pelo canal Bloomberg. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JSzko-K7dzo>. Acesso em: 19 set. 2019.

WU, M.; SHIH, M. Simulated and experimental study of hydraulic anti-lock braking system using sliding-mode PWM control. **Mechatronics**, [s.l.], v. 13, n. 4, p. 331-351, 2003.

YANG, Z. *et al.* An IoT-cloud based wearable ECG monitoring system for smart healthcare. **Journal of Medical Systems**, [s.l.], v. 40, n. 12, p. 286, 2016.

YANNUZZI, M. *et al.* Key ingredients in an IoT recipe: Fog Computing, Cloud computing, and more Fog Computing. *In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON COMPUTER AIDED MODELING AND DESIGN OF COMMUNICATION LINKS AND NETWORKS (CAMAD)*, 19., 2014, [s.l.]. **Proceedings** [...]. [S.l.]: IEEE, 2014. p. 325-329.