

Veículos autônomos, novos paradigmas da gestão do trânsito da cidade de São Paulo e para a Companhia de Engenharia de Tráfego

Prof. Dr. Edison de Oliveira Vianna Junior

Resumo

A tecnologia faz com que o ser humano se desvincule de tarefas prosaicas do cotidiano e as transfira às máquinas, esta automação pode dar aos automóveis autonomia na realização de tarefas e comportamento de autômato, permitindo a melhoria da segurança do trânsito por meio de automação e inteligência artificial. Aproveitar esta transformação e limitar a ação dos automóveis evitando que se transformem em uma arma é uma oportunidade que deve ser explorada.

Este artigo aborda preliminarmente “veículos autônomos”, dos primórdios da automação mecânica, com a troca da manivela pelo motor de arranque, até o nível SAE 5 de automação completa, onde o veículo poderá ir buscá-lo em casa e leva-lo ao trabalho, e depois dirigir-se a um estacionamento independentemente, por exemplo.

A operação plena do veículo autônomo depende de técnicas e tecnologias que mudarão o paradigma das cidades e dos transportes nos próximos anos. Os sistemas críticos para que isto ocorra são os de segurança e controle, pois o trânsito é um dos grandes responsáveis pela morte de pessoas prematuramente, e a evolução destes sistemas determinará o momento destas mudanças no futuro. Poder-se-á limitar velocidade e criar freios automáticos anti-atropelamentos, por exemplo.

A interpretação automática de imagens para identificação dos demais elementos do trânsito, sua velocidade e curso, a precisão dos sistemas de telemetria, e a tomada de decisão por sistemas de inteligência artificial são os pontos de pesquisa e desenvolvimento atuais por onde se chegará aos sistemas de veículos autônomos até 2030.

Para que isto ocorra, a pesquisa em: redes neurais convolucionais CNN, rede de tomada de decisões DMN, e os sistemas V2V, e V2X de comunicação entre veículo e veículo, e veículo e central operacional são pontos em discussão na indústria automobilística que deverá estimular e fomentar sistemas que evitarão e impedirão a ocorrência de acidentes.

Para o poder público, além das questões legais e problemas de responsabilidade civil e imputabilidade, são elementos importantes a gestão da qualidade dos elementos de sinalização, tais como balizamento, sinalização vertical e horizontal, regulamentação e semafórico visuais, e o modo como a instrumentação às interpreta. Os serviços públicos podem ser beneficiados com estes sistemas na redução de custos, ou de melhoria geral de desempenho.

E quando se trata de veículos aqui, não são obrigatoriamente aqueles de transporte individual, ou seja, espera-se que estes benefícios sejam utilizados em veículos de transporte coletivo de passageiros, de carga e outros serviços públicos.

Também não é necessário que os veículos sejam completamente autônomos inicialmente, mas que tenham subsistemas automáticos que melhorem seu desempenho e segurança, assim como foram os cintos de segurança, os air bags e o Anti Block System ABS. Ou mesmo possam ser controlados automaticamente em caso de velocidade excessiva ou motorista dormir, impedir motorista alcoolizado ou parar seguramente quando sofrer colapso físico.

Abstract

Technology makes the human being get rid of prosaic daily tasks and transfer them to the machines, this automation can give the cars autonomy in the accomplishment of tasks and automaton behavior, allowing the improvement of traffic safety by means of automation and artificial intelligence. To take advantage of this transformation and to limit the action of automobiles avoiding it to become a weapon is an opportunity that must be explored.

This article deals first with "autonomous vehicles", from the beginnings of mechanical automation, with the change of the crank by the starter motor, to the SAE 5 level of complete automation, where the vehicle can pick it up at home and take it to work, and then drive to a separate car park, for example.

The full operation of the standalone vehicle depends on techniques and technologies that will change the paradigm of cities and transport in the coming years. The critical systems for this to occur are those of safety and control, as traffic is one of the major causes of premature death, and the evolution of these systems will determine the timing of these changes in the future. One can limit speed and create automatic anti-tramplé, for example.

The automatic interpretation of images to identify the other elements of traffic, their speed and course, the accuracy of telemetry systems, and decision making by artificial intelligence systems are the current research and development points through which vehicles by 2030.

In order for this to occur in CNN convolutional neural networks, DMN decision-making network, and V2V, and V2X communication systems between vehicle and vehicle, and vehicle and operating center are points of discussion in the automotive industry that should stimulate and encourage systems that prevent and prevent the occurrence of accidents.

In addition to legal issues and problems of civil liability and imputability, the importance of quality management of signaling elements, such as beacons, vertical and horizontal signaling, visual regulation and traffic light, and the way interpret Public utilities can benefit from these systems in reducing costs or improving overall performance, and when dealing with vehicles, they are not necessarily those of individual transport, ie it is expected that these benefits will be used in transport vehicles passenger, freight and other public services.

It is also not necessary that the vehicles be fully autonomous initially, but that they have automatic subsystems that improve their performance and safety, as were seat belts, air bags and ABS Anti Block System. Or even can be controlled automatically in case of excessive speed or driver sleeping, drunk or suffering physical collapse.

Introdução

“Veículos autônomos também são chamados de auto conduzidos, sem motoristas ou robóticos...” (Litman, 2018).

A automação dos veículos não é algo recente, no início do século XX a partida era dada por meio de manivela diretamente no eixo do motor, e logo depois os motores elétricos de partida rápida melhoraram as partidas sobretudo nos países frios.

A adoção de veículos autônomos é um fato, faz parte do processo inexorável de automação, que produzirá um impacto silencioso na sociedade, desempregando categorias de trabalhadores inteiras, motoristas, cobradores de ônibus, e outros, logo alguns profissionais não serão mais necessários. No caso dos transportes urbanos de São Paulo, os cobradores de ônibus resistiram bastante, pois o bilhete único significa a automação da cobrança, mas seus motoristas, imaginava-se demorar um pouco mais, mas fica cada vez mais próxima a adoção dos ônibus automáticos, principalmente nos sistemas *Bus rapid transport* BRT.

“Automóveis automatizados estarão em nossas estradas na próxima década, mas o papel do motorista ainda não foi definido ou previsto antecipadamente.” (Banks & Stanton, 2016, tradução do autor)

Veículos autônomos não consomem bebidas alcoólicas, não se envolvem em discussões de trânsito ou têm um comportamento agressivo, tampouco são gentis, mas são mais previsíveis, portanto mais fáceis para prever e simular seu comportamento, caso o motorista desmaie o sistema pode assumir o comando do veículo e ser programado a parar.

Possibilidades de ganhos de tempo aos motoristas permitindo que possam desenvolver outras atividades relacionadas à viagem como telefonar, ver mensagens, realizar atividades de higiene pessoal, alimentação, ou descanso no caso de longas distâncias.

Para as pessoas portadores de deficiência será um alento, pois os que tem mobilidade reduzida por problemas motores, os deficientes visuais, auditivos e os mais jovens que não podem dirigir, para deslocar-se da escola para casa.

Os principais problemas enfrentados na implantação de veículos automáticos ao redor do mundo, para que se possa sugerir requisitos e características dos sistemas para aprimorar as viagens aumentando a segurança e prever o que ocorrerá em solo nacional, e indicar caminhos para pesquisa e inovação para que se possa acompanhar e contribuir com desenvolvimento tecnológico salvando vidas, reduzindo custos e preservando o meio ambiente.

Aspectos econômicos

Vantagens e desvantagem são visíveis, os erros humanos fora do rol de causas de acidentes podem vislumbrar um potencial de redução de até 33% dos acidentes, se estiverem associados a uma redução de falhas do fator humano como causa, e se estes tiverem sua frota renovada e equipada com sistemas automáticos de segurança, podem elevar esta redução de acidentes a 50%, num cenário otimista, porém os custos com acidentes podem justificar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento em sua redução.

Os transportes urbanos têm itens de custo que podem indicar potenciais pontos de automação, como a bilhetagem desembarcada que gerou o BRT, onde a bilhetagem ocorre nas plataformas ou paradas, obviamente o avanço dos sistemas de bilhetagem depende do comportamento da população, a evasão de tarifas e o índice de inadimplência. Com as câmeras de vídeo embarcadas também é possível reduzir a inadimplência melhorar o controle e outros crimes a bordo ou atos de vandalismo, que podem ser combatidos em tempo real com a conexão de internet que pode permitir a oferta de wifi a bordo. Tudo isto reduz custo e melhora o desempenho geral dos sistemas de transportes públicos. Outros itens de conforto e atenção às pessoas com necessidades especiais também tem sido observado, como plataformas de embarque e ar condicionado.

Os custos de transportes de longa distância também poderão cair significativamente, devido à redução de necessidade de descanso dos motoristas, será suprimido o consumo de drogas ou paradas para lanche ou atender ao sono, os custos se reduzem, e seu desempenho deverá aumentar, a segurança patrimonial, da carga e a manutenção do veículo passam a ser o trabalho principal do condutor.

Para o poder público, a qualidade do pavimento, sinalização e alinhamento viário como guias e sarjetas deverão se garantidas em toda a cidade, a cidade deverá ser concluída na periferia onde não houver infraestrutura urbana, são itens coletivos de custo que os benefícios superam.

O viário em seus sistemas coletores e arteriais deverão estar obrigatoriamente adequados aos novos parâmetros de sinalização e segurança, as feiras livres deverão ser cadastradas e alocadas no sistema viário local e as placas e sinais deverão ser georreferenciados para que os sistemas possam prever antecipadamente sua ocorrência e checagem e rechechagem da direção autônoma e parâmetros de direção, como velocidade posicionamento e curso.

“Os veículos autônomos requerem custo adicional em equipamentos e serviços. Tais tecnologias podem adicionar milhares de dólares aos preços de compra e centenas de dólares anuais de para taxas. Por exemplo, um pacote de elementos adicionais como partida remota, assistente de farol alto, controle de velocidade de cruzeiro adaptativo e câmera de vista do topo, aumenta os preços típicos de novos veículos para mais de cinco mil dólares, e serviços de navegação e segurança, como OnStar e TomTom, custam de duzentos a seiscentos dólares por ano.” (Litman, 2018)
Tradução do autor.

Consumo de combustível

Veículos autônomos consomem mais energia que veículos assistidos:

“A julgar pelos carros de teste da General Motors e pelas previsões de Elon Musk, o mundo se dirige a um futuro autônomo e elétrico. Mas na prática a autonomia e a bateria podem acabar em conflito.

O motivo é que a tecnologia de direção autônoma gera um enorme consumo de energia. Alguns dos protótipos atuais de sistemas totalmente autônomos consomem dois a quatro quilowatts de eletricidade — o equivalente a ter 50 a 100 laptops funcionando continuamente no porta-malas, segundo a BorgWarner. A fornecedora de sistemas de propulsão veicular estima que os primeiros carros autônomos — provavelmente táxis-robô, que estarão o tempo todo na rua — consumirão energia demais para trafegar só com a energia da bateria.” (Coppola & Dey, 2017).

Pode-se supor que haverá veículos autônomos movidos ainda a gasolina, e que veículos elétricos autônomos dependerão de abastecimento contínuo por placas solares ou células de combustível. A demanda elétrica dos automóveis autônomos aumenta, pois, a capacidade de processamento e de armazenamento de dados de tecnologia de inteligência artificial, demandam computadores de maior capacidade de processamento e armazenamento, e que consomem mais energia:

“Em um setor no qual o número de LEDs na luz de freio é examinado minuciosamente por seu impacto no rendimento do combustível, o processamento dos dados dos sensores laser, de radar e de câmeras será um enorme desafio — não apenas para os codificadores que trabalham com aprendizagem de máquinas, mas também para os engenheiros que tentam alimentar os veículos de forma eficiente. Pelo fato de os principais mercados, da Califórnia à China, estarem aumentando a pressão para reduzir a poluição, as fabricantes de veículos e suas fornecedoras terão que encontrar novos caminhos criativos para compensar as emissões produzidas para alimentar o cérebro cada vez mais inteligente do carro.” (Coppola & Dey, 2017)

Sob o ponto de vista de consumo de combustível, quanto mais automático o veículo mais consumirá energia para funcionamento dos sensores, processadores e atuadores, e também os indicadores e painéis de apoio à navegação e sistemas de telemetria e comunicação com os demais veículos e centrais de

operação e controle.

Tecnologia - estado da arte

A tecnologia automotiva tende a se alterar rapidamente nos próximos anos, a cada ano os veículos serão mais evoluídos tecnologicamente, as mudanças nos sistemas de propulsão são as que estão mais avançadas, trata-se de uma demanda ambiental, a redução de emissões de carbono. Veículos movidos a energia elétrica e híbridos são realidade, combustíveis para combustão interna alternativos como etanol, metanol, gás Liquefeito de Petróleo GLP e hidrogênio com as células de combustível, que estão há algum tempo em pesquisa e operação.

“Células de combustível são células eletroquímicas nas quais a energia química de um combustível apropriado é continuamente transformada em energia elétrica usando o oxigênio atmosférico (O₂). Os combustíveis mais comuns para esta finalidade são o hidrogênio H₂, o metanol (CH₃OH) e, em menor escala, o metano (a temperaturas muito altas).” (Bosh, 2005)

Comunicação é estratégica para a redução dos acidentes e trocas de informações entre os automóveis:

“A comunicação em Redes Veiculares pode ocorrer de três maneiras distintas: entre veículos (V2V), entre veículos e a infraestrutura (V2I), e de maneira híbrida. Para isso, os veículos necessitam estar equipados com uma unidade de recepção e transmissão de sinal wireless, conhecida como *Onbord Unit*. Na comunicação V2I, usa-se antenas no decorrer via para melhorar a qualidade de comunicação, principalmente em áreas com pouco tráfego, como é o caso do cenário rural. Tais dispositivos são conhecidos como *Road Side Units* (RSUs). Quando os veículos são capazes de se comunicarem sem a necessidade dessas antenas, tem-se a comunicação V2V, que é adequada para cenários de tráfego intenso e constante, como no cenário urbano. Por fim, em cenários com alta variação de tráfego, faz-se necessário adotar uma abordagem híbrida, onde alguns veículos são capazes de se comunicarem entre si e outros necessitam de RSUs (REHMAN et al., 2013).”

“A rede veicular pode ser classificada de acordo com a forma como os veículos realizam o encaminhamento de informações. Na abordagem *Single-Hop*, os veículos são capazes de transmitir dados somente para os que estão em seu alcance de transmissão. Já na abordagem *Multi-Hop*, veículos intermediários podem retransmitir indefinidamente até que a mensagem chegue ao seu destino. (SICHITIU; KIHIL, 2008, APUD)”.

Níveis de aplicação da tecnologia para veículos autônomos, sendo que o nível zero é sem nenhuma automação e o nível 5 de máxima automação, segundo Sociedade dos Engenheiros Automotivos SAE (Tabela 1):

“SAE 0 – Sem automação - Os veículos nessa categoria são, basicamente, a esmagadora maioria do que vimos em toda a história dos carros até hoje: tudo que ele faz depende de um humano, desde sua aceleração e direção, monitoramento do ambiente, respostas dinâmicas às situações de risco, além da ausência de modos de condução distintos.

SAE 1 – Assistência ao Condutor - O primeiro nível de automação é atingido quando o sistema consegue ajudar o condutor com algumas atividades simples, como é o caso da manutenção de aceleração – através do uso de funções como Cruise Control não-adaptativo CCNA, que ainda exige que o motorista direcione o veículo e freie quando necessário – e também de modos de condução distintos que podem ser escolhidos manualmente para se adaptar a uma situação distinta.

SAE 2 – Automação Parcial (Atualmente) - É o que temos atualmente em termos de automação já popularizado no mercado: o sistema é capaz de efetuar por conta própria algumas funções do

veículo, como acelerar e frear de acordo com o limite estipulado pelo condutor, através do Cruise-Control adaptativo CCA. Em alguns casos, pode também direcionar ou ajudar o motorista a manter sua direção, mas é necessário um humano para assumir o controle em caso de situações de risco. Geralmente reservado para o uso em estradas.

Para que isso aconteça, os veículos atuais vêm equipados com um conjunto de radares e sensores que fazem um mapeamento de objetos em torno do veículo para um monitoramento passivo, ou seja, que não é capaz de reagir.

SAE 3 – Automação Condicional (até 2021) - Esperado em modelos que sairão dentro de 5 anos, o nível 3 já consiste em veículos que podem se movimentar por conta própria tanto na parte de aceleração e direção quanto no monitoramento ativo do ambiente. Isso permite que o motorista foque completamente em outras atividades, mas eventualmente terá que assumir o controle em situações de risco. Um exemplo desse nível de automação é o Autopilot da Tesla, em sua versão que também é capaz de dirigir em ambientes urbanos.

Aqui a exigência já passa a ser um conjunto mais robusto de sensores, como scanners a laser, sensores ultrassônicos e sistemas de radar – como os LiDARS, que já existem nos veículos que vem sendo testados –, que conseguem monitorar e reproduzir o ambiente ao redor do veículo para que o sistema consiga tomar decisões mais complexas de condução.

SAE 4 – Automação Alta (a partir de 2021) - Nesse nível, a expectativa é que o motorista possa até dormir ao longo do trajeto até o destino, já que praticamente todas as atividades serão feitas pelo sistema autônomo do veículo, inclusive habilidades reativas em situações de risco mesmo quando o motorista humano não for capaz de responder à solicitação para assumir o comando do automóvel.

Nesse estágio, a expectativa é que todos os sensores e câmeras já sejam capazes de fornecer dados muito mais precisos e o sistema também contará com informações fornecidas pelos serviços de navegação para definição de rotas e de manobras de condução – o que exigirá um altíssimo nível de conectividade constante do veículo e comunicações do tipo V2V (*Vehicle-To-Vehicle*) e V2I (*Vehicle-To-Infrastructure*).

SAE 5 – Automação Completa (2030) - O último nível extingue a necessidade de um condutor humano (em alguns casos até impedindo essa possibilidade), com absolutamente todos os controles e responsabilidade pela direção sendo feitos pelo sistema autônomo do veículo. O motorista se torna mais um passageiro e pode dedicar todo o seu tempo dentro do carro para fazer outras atividades.

É difícil especificar quais são as reais exigências do nível SAE 5 em termos de estrutura veicular, mas o que se espera é que a parte de sensores esteja extremamente avançada e que a conectividade já tenha se tornado algo orgânico no dia a dia das pessoas.

Algumas cidades já estão se antecipando com relação ao nível 5 e já pretendem fazer testes a partir de 2020. A BMW já deu uma mostra do que eles esperam ter em mãos com o seu Vision Next 100, apresentado no ano passado.” (Napol, 2017).

Para a *full automation* no SAE nível 5 é necessário que o veículo tenha câmeras de vídeo que consigam discriminar os elementos do trânsito, outros veículos, pedestres, ciclistas, crianças, animais e outros elementos móveis, sua velocidade, direção e riscos de acidentes, elementos urbanos, como postes, árvores e equipamentos urbanos para que possa se balizar e evitar colisão e atropelamentos.

“No contexto da visão de máquina, o reconhecimento de imagem é a capacidade de um software identificar pessoas, lugares e objetos. Para reconhecer imagens, os computadores podem utilizar tecnologias de visão de máquina e softwares de inteligência artificial juntamente com uma câmera.” (Ravindra, 2017).

Seres humanos nascem cegos, apesar dos órgãos associados à visão estarem perfeitos, porque a visão

depende do aprendizado. O primeiro contato visual é com a mãe e o aprendizado a reconhecê-la em qualquer circunstância, ângulo de visão e na penumbra, faz parte da sobrevivência encontrar o alimento e chorar para receber assistência.

“Embora seja muito fácil para o cérebro dos seres humanos e dos animais reconhecer objetos, os computadores têm certa dificuldade com a mesma tarefa. Quando olhamos para algo como uma árvore, um carro ou uma pessoa, geralmente não precisamos estudá-lo conscientemente antes de podermos dizer o que é., no entanto, para um computador, identificar qualquer coisa (seja um relógio, uma cadeira, seres humanos ou animais) representa um problema muito difícil e as apostas para encontrar uma solução para esse problema são muito altas.” (Ravindra, 2017).

A capacidade de aprendizado faz com que o ser humano recém-nascido leve meses para aprender a enxergar e identificar tudo o que necessita para sobreviver, uma máquina mesmo tendo excelente sistema de registro da imagem como sensores infravermelho, sistema zoom e outros recursos característicos de captação de imagem, o reconhecimento do objeto em ângulo de visão pouco comum, seu curso e sua velocidade ainda pode ser um problema.

“O reconhecimento de imagens não é uma tarefa fácil. Uma boa maneira de realizá-lo para dados não estruturados é através da utilização de metadados...

...Uma maneira de resolver esse problema seria através da utilização de Redes Neurais Artificiais (ANN). Em teoria, podemos fazer uso de Redes Neurais convencionais para analisar imagens, mas na prática, analisando através da perspectiva computacional é altamente dispendioso. Por exemplo, uma rede neural convencional tentando processar uma imagem pequena (30x30 pixels) ainda precisaria de 0,5 milhões de parâmetros e 900 entradas. Uma máquina razoavelmente poderosa pode lidar com isso, mas uma vez que as imagens se tornam muito maiores (por exemplo, 500x500 pixels), o número de parâmetros e entradas aumentaria para níveis muito altos.”

Redes Neurais Convolucionais (CNN)

Quais os sistemas principais de veículos autônomos, o que deve estar embarcado para viabilizar a automação completa, mas que possa de fato agregar ainda hoje qualidade e características desejáveis que a tecnologia pode agregar?

A tomada de decisão como os seres humanos depende de redes neurais, com inteligência artificial agregada, que são construídas por meio de CNN.

“As Redes Neurais Convolucionais são muito semelhantes às Redes Neurais comuns: elas são constituídas de neurônios com bases e pesos para aprendizado. Cada neurônio recebe algumas entradas, executa um produto escalar e segue de modo não linear. Toda a rede, cada neurônio ainda expressa uma única função com pontuação variável. E eles ainda têm uma função de perda na última camada (totalmente conectada) e todas as dicas / truques que desenvolvemos para o aprendizado de redes neurais ainda ocorrem.” (<http://cs231n.github.io/>) [tradução do autor](#)

O automóvel aprende com as ocorrências do cotidiano e armazena estas situações com suas respectivas decisões, que muitas vezes o próprio ser humano esquece, principalmente quando assume o comportamento de manada. Se muito avançam o sinal vermelho, todos tendem a avançar, ou se todos excedem a velocidade os demais não ficam para trás.

Histórico sucinto da automação veicular

A mecânica convencional já introduzia alguns níveis de automação, as mudanças de marcha “no tempo”, foram superados pelos sincronizadores, que permitem as engrenagens produzirem acoplamentos em velocidades iguais, e as transmissões completamente mecânicas evoluíram para as transmissões automáticas.

“Há dois conceitos de transmissão automáticas, diferenciados pelo seu efeito no comportamento dinâmico do veículo:

- Transmissões automatizadas são caixas de mudanças manuais nas quais todos os procedimentos realizados pelo motorista na troca de marchas são assumidos por um sistema eletrônico de atuadores...

- Transmissões totalmente automáticas, mais comumente denominadas transmissões automáticas, trocam de marcha sob carga, ou seja, mesmo durante a troca de marchas a propulsão do veículo é mantida.” (Bosh, 2005)

Os sistemas de transmissões totalmente automáticas consomem mais do que os síncronos, devido ao motor estar continuamente acoplado às rodas, à impossibilidade de previsão das condições de topografia a ser enfrentada pelo veículo, e dificuldade de se manter o veículo desengatado e seguir por inércia.

“Sistemas antibloqueio (ABS) fabricados em série estão em uso desde o final de 1978. Eles têm se estabelecido como sistema de segurança. Na Europa e América do Norte as taxas de equipação com ABS (montagem em todos os veículos novos) em aproximadamente 80%; mundialmente em aproximadamente 70%. Em alguns países praticamente viraram standard. Como resultado de um acordo, ABS se tornou equipamento standard para veículos de passeio a partir de 2004.” (Bosh, 2005, pg. 809)

Os sistemas de piloto automático não adaptativo já são acessórios em automóveis de mercado, há anos os veículos são equipados com controladores de velocidade (FRG), mas o ACC são sistemas de assistência ao motorista, mas com sistemas de sensores que permite identificar a velocidade e posição dos veículos à sua frente.

“O principal componente de um sistema ACC é o sensor que mede a distância, a velocidade relativa e a posição angular do veículo da frente. A melhor performance é obtida – mesmo sob condições climáticas adversas – com sensores de radar.” (Bosh, 2005, pg. 1058)

Segurança

Segurança de veículos autônomos é um dos problemas críticos, os protocolos devem prever 100% de seguro, ou perto, pois é um dos pré-requisitos devido à expectativa da sociedade para tal tecnologia.

“Dois incidentes separados na Califórnia envolvendo veículos autônomos recentemente receberam atenção. Um acidente envolveu um Tesla Model S, o outro, um Chevrolet Bolt que estava usando a tecnologia de automação de cruzeiro da General Motors. Em ambos os casos, os veículos foram declaradamente usando seus respectivos sistemas de condução autônomos.

Autoridades do Corpo de Bombeiros de Culver City relataram em 22 de janeiro que o Modelo S “subiu na traseira” de um de seus caminhões de bombeiros em uma rodovia. Supostamente, o Tesla estava viajando a 105 km por hora (65 mph) no modo Autopilot quando atingiu o caminhão de bombeiros, relataram os bombeiros em um tweet.

Enquanto trabalhava um acidente de autoestrada esta manhã, o motor 42 foi atingido por um #Tesla viajando a 65 mph. O motorista informa que o veículo estava no piloto automático. Surpreendentemente não houve feridos! Por favor, fique alerta enquanto estiver dirigindo! # abc7eyewitness #kta #CulverCity #distracteddriving pic.twitter.com/RgEmd43tNe

- Bombeiros de Culver City (@CC_Firefighters) 22 de janeiro de 2018

Mais de um mês no início de dezembro de 2017, um Chevy Bolt que estava dirigindo de forma autônoma colidiu com uma motocicleta quando o carro estava mudando de pista. De acordo com o relatório do incidente apresentado pela GM ao Departamento de Veículos Motorizados da Califórnia, o Bolt “olhou de relance para o lado” da motocicleta. O ciclista ferido abriu um processo contra a montadora americana, o primeiro processo envolvendo um carro autônomo. O incidente só recentemente foi tornado público.” (Galeon, 2018).

Os mais frágeis no tráfego são os pedestres, sobretudo idosos e pessoas com mobilidade reduzida, depois ciclistas, skatistas, e outras pessoas em equipamentos móveis, e animais soltos que não contêm carapaça protetora, e dos motorizados, os mais frágeis são os motociclistas. Estes grupos geralmente saem perdendo em severidade de avarias em qualquer acidente, na ordem de apresentação. Portanto sistemas de detecção de pedestres em veículos autônomos podem reduzir significativamente acidentes e suas injúrias. Os sistemas de identificação podem seguir monitorando e identificando e registrando curso e velocidade relativa ao veículo. E no caso de curso de colisão reduzir a velocidade ou parar e alterar ângulo de impacto.

Previsões

Qual será a demanda destes sistemas do poder gestor do sistema viário? O controle do poder público sobre os veículos pode ser uma estratégia de segurança, se um veículo é utilizado como uma arma de terrorismo, por exemplo, informações sobre o veículo e rastreabilidade podem ser úteis.

Como a sinalização determinará a segurança e apoiará a condução destes veículos? A sinalização toda deverá ser georreferenciada, para que se possa operar em condições climáticas críticas, onde a visibilidade seja comprometida, ou mesmo quando sejam removidas por acidentes ou vandalismo, o georreferenciamento fará com que os veículos possam respeitá-la, e até acusar ao poder público sua ausência de modo automático.

A responsabilidade civil no caso de multa ou acidente, de quem será? Problemas legais podem gerar dúvidas na autoria de eventuais acidentes? Sem dúvida os veículos autônomos deverão possuir uma caixa preta, assim como os aviões, registrando o estado do sistema, condições ambientais, e todas as imagens (ou parte) e decisões tomadas e dados medidos por sensores e computadores de bordo.

Conclusões

Apesar de que seja previsível apenas para 2030 o sistema completo, em SAE 5, é possível prever que haverá paulatinamente uma quebra de paradigma para transportes rodoviários de cargas e passageiros, motoristas dormindo ou alimentando-se e conduzindo simultaneamente seus veículos vão impactar na demanda por viagens nos demais modos, as reduções de custo e o aumento de produtividade. Neste cenário ônibus rodoviários receberão mais demanda que transporte aéreo, e as ferrovias e hidrovias deverão abaixar seus fretes.

“Esta análise indica que alguns benefícios, como maior mobilidade independente para não motoristas, pode começar em 2020 ou 2030, mas os maiores impactos, incluindo redução de

tráfego e congestionamento em estacionamentos (e portanto ganhos de infraestrutura) mobilidade independente para pessoas de baixa renda (e portanto redução por demanda de transportes públicos), aumento da segurança do trânsito, conservação de energia e redução da poluição, somente serão significativas quando veículos autônomos tornarem-se comuns e confiáveis, provavelmente em 2040 a 2050, e alguns benefícios deverão requerer a proibição de motoristas em certas vias, o que poderia demorar um pouco mais.”(Litman, 2018) Tradução do autor.

É necessária uma preparação da sociedade e das cidades para a automação completa dos veículos, o veículo autônomo é um robô com rodas, o desafio maior será absorver a mão de obra excedente no sistema produtivo. A tecnologia não deve ser de propriedade de ninguém, mas diluído seus benefícios por toda a sociedade, senão não haverá mais consumidores e a sociedade de consumo se inviabilizará. A ciência é patrimônio coletivo.

Nesta diluição das vantagens os maiores benefícios podem ser os controles de acidentes e sinistros que podem reduzir as severidades dos acidentes e as fatalidades, não se trata de prever o que vai ocorrer ou não, mas demandar seu desenvolvimento pela indústria, por meio de instrumentos legais e exigências das sociedades, incorporadas pelos fabricantes.

Os sistemas de reconhecimento visual de pedestres, ciclistas e outros usuários geralmente mais frágeis no caso de acidentes podem desligar ou frear automaticamente no caso de reconhecimento destes usuários, reduzindo a energia dos impactos e aumentando a probabilidade de sobrevivência no caso de acidente. Poderia ter o efeito do cinto de segurança para o pedestre.

Com relação à responsabilidade pelo equipamento em caso de acidente, um aparato legal deve ser constituído para que sejam evitadas situações extremas, e a identificação dos responsáveis no caso de acidente provocado pelo mau uso do equipamento depois de auditados os registros de bordo.



Imagem: General Motors

A adoção de veículos autônomos não significa apenas que seja possível dispensar o ser humano da tarefa de dirigir, mas adotar sistemas que permitam o controle do veículo quando o motorista adormecer, frenagem automática quando um pedestre estiver em rumo de colisão do veículo, produzir alarmes e alertas para comportamentos inadequados e arriscados dos motoristas.

Sob o ponto de vista de segurança de trânsito é uma oportunidade única para salvar vidas no futuro, invenções importantes que melhoraram a segurança dos veículos, para seus ocupantes como cintos de segurança, air bags e ABS, salvaram muitas vidas, nesta linha pode-se seguir implementando elementos de segurança nos veículos.

Considerando uma ótica mais futurista, é o primeiro passo para que os veículos possam sair do chão e ganhar altura, aumentando a capacidade de transportar coisas e pessoas e reduzindo ainda mais os tamanhos das cidades, uma verdadeira revolução urbana está para ocorrer com os veículos voadores, o filme *Metrópolis* do Fritz Lang pode ser realidade em um futuro mais próximo que se imagina, assim que a segurança obtida por um sistema similar no solo puder ser projetada ao espaço. Taxis voadores autônomos já são utilizados em Dubai, e o futuro das cidades é depender menos do transporte individual e mais de sistemas coletivos autônomos.

Bibliografia:

1. **Cal**, Rafael [et all] – **Ingeniería de tránsito** – 8ª ed. – Colômbia : Alfaomega Colombiana S.A. junio 2016. 597p. il.
2. **González**, Francisco Colom (org.) - **Forma y política de lo urbano : la ciudad como idea, espacio y representacion** / Bogotá : Editorial Planeta Colombiana S. A., 2016. 349p. il.
3. **Souza**, Antônio Carlos Zambroni de...[et al.] **Projetos, simulações e experiências de laboratório em sistemas de controle** – 1. Ed. – Rio de Janeiro : Interciência, 2014. 254 p.: il.: 24 cm.
4. **Campos**, Vânia Barcellos Gouvêa – **Planejamento de Transportes: conceitos e modelos** - 1ª Edição – Rio de Janeiro: Interciência, 2013, 174p.
5. **Bateman**, Robert E. ... [et al.] ; [organização Belge Engenharia e Sistemas ; tradução Alain de Norman et d' Audenhove ... et al.]. **Simulação de Sistemas – aprimorando processos de logística, serviços e manufatura** – 1. Ed. – Rio de Janeiro : Elsevier, 2013. 200p. : il. ; 23 cm.
6. **Boolos**, George S. [et al.] **Computabilidade e lógica** – tradução de Cezar A. Mortari. – São Paulo: Editora Unesp, 2012.
7. **Ortuzar & Willunsen** – *Modelling Transport* – Wiley Online Library, Quarta Edição, London, 2011.
8. **Bazant Sánchez**, Jan – **Planeación Urbana estratégica : métodos y técnicas de análisis.** – México : Trilloas, 2011, 198p.: il.
9. **Silveira**, Márcio Rogério. (organizador) -- **Circulação, transportes e logísticas diferentes perspectivas.** 1. Ed.—São Paulo: Outras Expressões, 2011. 624p.: maps., fotos., tabs., graf.
10. **Fogliatti**, Maria Cristina *et.* – **Teoria de Filas** : Rio de Janeiro, Interciência, 2007, 290p.
11. **Bittencourt**, Guilherme – **Inteligência artificial : ferramentas e teorias** – 3.ed. ver. – Florianópolis : Ed. Da UFSC, 2006. 371p.
12. **Bosh**, Robert – *Manual de tecnologia automotiva* – tradução de Madjderey, Helga [et all]; São Paulo, Edgard Blucher, 2005. 1232p. il.
13. **Portugal**, Licínio da Silva, 1950 – **Simulação de tráfego: conceitos e técnicas de modelagem** – Rio de Janeiro : Interciência, 2005, 197p.

14. **Garber**, Nicholas J. [et all] **Ingenieria de tr nsito y carreteras**, 3^a. Ed. Trad. : Thompson Editores ; México, 2005, 1170p. il.
15. **Rodrigues da Silva**, Ant nio Nelson ... (et al) - **SIG Uma plataforma para introdu o de técnicas emergentes no planejamento urbano, regional e de transportes**. São Carlos, SP: Ed. Dos Autores, 2004, 227p.
16. **Golany**, Gideon S. **Ethics and Urban Design – Culture, form, and environment** : John Wiley & Sons, Inc. New York, 1995, 260p. il.

Peri dicos:

1. **Banks**, Vitoria A. & **Stanton**, Neville A. - **Keep the driver in control: Automating automobiles of the future** – Elsevier – Applied Ergonomics 53 (2016) 389-395pgs. - <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.06.020>
2. **Merat**, Natasha [et all] – **Transition to manual: Driver behaviour when resuming control from a highly automated vehicle** – Elsevier - Transportation Research Part F 27 (2014) 274 - 282 pgs.
3. **Litman**, Todd – **Autonomous Vehicle Implementation Predictions – Implications for Transport Planning** – 23 March 2018 - Victoria Transport Policy Institute. 35p

Sites pesquisados:

1. https://www.its.dot.gov/automated_vehicle/avr_progress.htm consultado em 23 de março de 2018;
2. <https://www.bloomberg.com.br/blog/economia-de-combustivel-de-carros-autonomos-preocupa-engenheiros/> - **Coppola**, Por Gabrielle & **Dey**, Esha, BLOOMBERG 11 DE OUTUBRO, 2017 consultado em 23 de março de 2018;
3. <https://www.tecmundo.com.br/carro/116608-significam-5-niveis-direcao-autonoma-carros.htm> - O que significam os 5 níveis da dire o aut noma dos carros? NAPOL, IGOR, EM MOBILIDADE URBANA/SMART CITIES 11 MAI 2017 — 19H45 - Consultado em 11 de abril de 2018;
4. <https://futurism.com/who-responsible-when-self-driving-car-accident/> Who Is Responsible When a Self-Driving Car Has an Accident? WRITTEN BY Dom Galeon, @domgaleon Published: January 29, 2018 - Consultado em 11 de abril de 2018;
5. https://www.gm.com/content/dam/gm/en_us/english/selfdriving/gmsafetyreport.pdf 2018 SELF-DRIVING SAFETY REPORT - Consultado em 11 de abril de 2018;
6. https://ec.europa.eu/growth/tools.../monitor/.../DTM_Autonomous%20cars%20v1.pdf - Digital Transformation Monitor Autonomous cars: a big opportunity for European industry - January 2017;
7. https://www.infoq.com/br/articles/redes-neurais-convolucionais?utm_source=articles_about_data-science&utm_medium=link&utm_campaign=data-science Consultado em 19 de abril de 2018
Como as Redes Neurais Convolucionais realizam o reconhecimento de imagem por Savaram Ravindra , Poliana Reis em 22 set 2017.
8. <https://even3storage.blob.core.windows.net/anais/43011.pdf>
Anais do V S mpoio de Engenharia de Produ o - SIMEP 2017 - ISSN: 2318-9258 Pag. 2588 Consultado em 19 de março de 2018
9. <http://cs231n.github.io/> Convolutional Neural Networks (CNNs/ConvNets) Consultado na internet em 18 de abril de 2018