

Internet das Coisas e Redes Veiculares (TP-546)

Samuel Baraldi Mafra



Redes Platoon (Pelotão)



- Um platoon é um grupo de veículos que podem viajar muito próximos, com segurança em alta velocidade. Os veículos são guiados pelo primeiro carro.
- Cada veículo se comunica com os outros veículos do pelotão. Há um veículo líder que controla a velocidade e direção, e todos os veículos seguintes (que têm frenagem e aceleração precisamente combinadas) respondem ao movimento do veículo líder.



História

- 1972-73, o projeto europeu ARAMIS colocou em pelotão 25 pequenos veículos de transporte rodando a 30 centímetros de distância em uma pista de teste francesa. Os veículos usaram sensores ultrassônicos e de alcance óptico.



- O Projeto Prometheus na Europa (1980-1995) é outro marco em que fabricantes de automóveis e caminhões, empresas de tecnologia, universidades e o governo se uniram para criar veículos inteligentes que operariam em um sistema viário avançado. O arranjo incluiria áreas-chave como comunicações, controle de veículos e inteligência artificial.

- Uma das empresas envolvidas significativamente neste projeto foi a Volkswagen, que executou trilhas de teste em velocidade de rodovia. Os veículos tinham direção e controle longitudinal totalmente automatizados. Embora o projeto tenha se mostrado promissor, ele acabou sendo descartado por motivos políticos.

- Os experimentos ainda continuavam nos Estados Unidos para melhores tecnologias de pelotão. Em UC Berkley, o projeto Partners for Advanced Transportation Technology (PATH) em 1986 começou como uma colaboração entre os governos estaduais e locais e foi o pioneiro em vários sistemas inteligentes.
- O projeto está operacional até hoje e atualmente opera pelotões de três caminhões operando em intervalos de 14 pés (4.26 metros).

- O projeto Safe Road Trains for the Environment (SARTRE) (2010-2012) que foi realizado em parceria com a Comissão Europeia, Ricardo UK Ltd e Volvo. O foco do projeto era projetar sistemas inteligentes para o pelotão de caminhões que também trariam benefícios ambientais e de segurança importantes.

- A Peloton Technologies, uma empresa do Vale do Silício em colaboração com a Volvo e a Peterbilt, desenvolveu um sistema de pelotão de caminhões que integra segurança, eficiência e análise para mitigação de colisão e sistemas de controle de cruzeiro adaptativos.
- O sistema combina comunicações veículo-veículo (V2V), sistemas de frenagem ativa baseados em radar e algoritmos proprietários de controle de veículos para acoplar caminhões eletronicamente.
- Peloton fez demonstrações de sucesso em Detroit e está ansioso por exibições de demonstração em outras regiões.

Em geral, existem 3 tipos de veículos, nomeadamente habilitados para pelotão, veículos não-pelotão e veículos de pelotão.

- Um veículo habilitado para pelotão tem todo o hardware e software necessários e pode ser um veículo não pelotão ou pelotão.
- Um veículo não-pelotão, por outro lado, não faz parte de nenhum pelotão e viaja com direção manual, enquanto o veículo de pelotão é um membro do pelotão.
- Uma faixa é reservada para o pelotão para discriminar os veículos não-pelotão e os habilitados para pelotão. Apenas os veículos habilitados para pelotão têm permissão para fazer parte do pelotão de veículos.

A comunicação moderna, como Bluetooth e sem fio, GPS, sistemas de detecção de radar, além de direção e acelerador drive-by-wire, permite que os computadores assumam o controle dos carros. As comunicações 5G podem ajudar em termos do volume de dados que precisam ser processados para tornar o pelotão uma opção segura.

- A comunicação do pelotão deve satisfazer os requisitos de segurança e confiabilidade para manter o pelotão estável e apoiar operações de manobra de pelotão eficientes.
- As operações de manobra com suporte incluem entrada, saída, fusão e divisão.
- A entrada e saída referem-se à entrada e saída do pelotão, respectivamente.

- A operação de mesclagem significa combinar dois pelotões que estão viajando na mesma pista.
- A divisão de pelotão é definida como a separação de um pelotão em dois pelotões menores.
- Os membros do pelotão comunicam-se entre si através de pacotes de dados periódicos do pelotão, pacotes de solicitação / resposta de manobra e pacotes de visualização de membros.

- Pelotão de distância constante;
- Maior troca de mensagens.
- Distâncias variável;
- Desempenho pior do pelotão.

- A estabilidade do pelotão é alcançada pela troca periódica de pacotes de dados do pelotão. O pacote de dados do pelotão é iniciado pelo líder de pelotão.
- O pacote contém identificador de pelotão, identificador de pista, número de sequência, aceleração, velocidade, posição e endereço do remetente do transmissor do pacote.
- Veículo receptor ajusta a sua posição e então atualiza o endereço do remetente, campos de velocidade e aceleração nos dados do pelotão pacote e o envia para o veículo seguinte.
- O objetivo deste ajuste de velocidade e distância é manter uma lacuna de espaço seguro para o veículo da frente.

- O líder do pelotão coordena todas as manobras do pelotão. As manobras podem acontecer a qualquer momento e apenas uma manobra é permitida por vez.
- Seguidores do pelotão precisam informar o líder do pelotão antes de realizar qualquer ação de manobra.
- Primeiro, pedido de manobra o pacote é enviado do veículo inicial para o de destino, possivelmente em vários saltos.
- O veículo inicial é o membro do pelotão através do qual um novo veículo precisa entrar no pelotão em manobra de entrada, membro do pelotão que precisa sair do pelotão em manobra de licença, o líder do pelotão que pretende se fundir com outro pelotão na manobra de fusão, e líder do pelotão na manobra de divisão.

- O veículo de destino é o líder do pelotão. O pacote de solicitação de manobra contém a manobra identificador, o endereço do veículo inicial e de destino.
- Após a recepção do pacote , uma mensagem é enviada de volta ao veículo de iniciação com informações para a adequação do manobra de pelotão.
- Após a conclusão de qualquer manobra e, periodicamente, os membros são atualizados com a visão dos membros do pelotão.
- A sequência ordenada de identificadores de veículos em pelotão de veículos

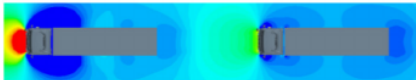
Vantagens potenciais do pelotão de veículos

- Ele melhora a eficácia aerodinâmica e o desempenho, aumenta a capacidade das estradas e fornece um fluxo de tráfego mais estável.
- Como os veículos estão se "desenhando", isso reduz o consumo de combustível.

- Economia significativa de energia com o desenho aerodinâmico
- Veículo mais estável seguindo a dinâmica, reduzindo o tráfego distúrbios de fluxo e economia de energia adicional e emissões



(i) No-traffic



(ii) 30 ft



(iii) 90 ft



- Potencial melhoria de segurança e redução de acidentes



- Inicialmente, cada veículo do pelotão teria um motorista o tempo todo, mas, eventualmente, os veículos sem motorista (autônomos ou autônomos) serão capazes de se juntar automaticamente a pelotões que podem funcionar como longos trens de veículos em uma rodovia, e os motoristas seriam livres para aproveitar os benefícios de ter um veículo sem motorista, como poder assistir a um filme ou trabalhar.



Possíveis desvantagens do pelotão de veículos

- Nem todas as rodovias podem receber pelotões.
- Pelotões longos podem impedir que outros veículos mudem de faixa quando necessário.
- Um pelotão exigirá uma mudança cultural, deixando de estar no controle de um veículo motorizado para dar o controle total e viajar muito próximo.
- O sistema deve poder operar de forma híbrida, desabilitando o pelotão quando este não for permitido.

- Encarecimento dos veículos;
- Quem será responsabilizado em um acidente envolvendo um pelotão de veículos.

- Se o veículo da frente não tiver tempo para reagir a uma obstrução, por exemplo, um veículo que vira à sua frente não deixa espaço para parar, todos os outros veículos provavelmente estarão envolvidos na colisão devido à proximidade da direção.
- Dadas as distâncias seguintes, se o veículo da frente passar por cima de um objeto, todos os veículos a seguir também passarão por esse objeto.
- Veículos autônomos diminui muito a probabilidade de isto ocorrer.
- Inteligência artificial para minimizar as ocorrências.

- Os motoristas precisam ser capazes de deixar o pelotão a qualquer momento e se transformar em outros pelotões ou assumir o controle completamente. Isso ocorre porque nem todo destino final dos carros será o mesmo.
- Falhas de segurança podem ocorrer neste processo.

Ataques em platoon

- Nenhum sistema de computador é 100% seguro e os pelotões podem ser hackeados.
- Atacante no controle de um veículo que tenta perturbar o pelotão.
- Outsider: NÃO tem conhecimento prévio da lei de controle e apenas modificar seu movimento.
- Insider: Modificando a lei de controle e seu movimento.

- Platoon Data Packet Injection: A falsificação de dados e ataques de repetição são considerados exemplos desta classe. A falsificação de dados é definida como a alteração do conteúdo do pacote de dados do pelotão e a retransmissão como se a mensagem viesse de membros do pelotão.
- Por exemplo, o agente malicioso pode modificar o campo de aceleração no pacote de dados do pelotão de desaceleração para aceleração. Isso pode destruir a estabilidade do pelotão, possivelmente resultando em uma colisão.
- No ataque de repetição, o agente malicioso escuta o pacote transmitido pelo meio de comunicação do pelotão, armazena e retransmite-o posteriormente como se fosse um novo pacote.

- Embora o conteúdo do pacote de dados do pelotão não seja modificado no ataque de repetição, as informações desatualizadas podem enganar os membros do pelotão, possivelmente arruinando a estabilidade do pelotão.
- O relógio sincronizado do Sistema de Posicionamento Global (GPS) ou números de sequência de pacotes são usados para prevenir ataques de repetição de pacotes de dados, enquanto o uso de chaves criptográficas, certificados digitais e assinatura elimina ataques de falsificação de pacotes de dados.

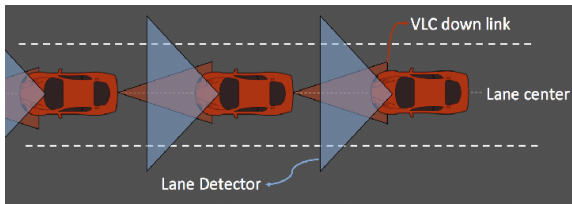
- Platoon Channel Overhearing: ator mal-intencionado escuta o meio de comunicação do pelotão, coleta informações privadas do veículo e operações do pelotão e personifica a identidade dos membros do pelotão. A informação a o agente malicioso pode obter inclui a rota e o destino final dos veículos autônomos, o que expõe a privacidade em risco. Por exemplo, locadoras de veículos ou seguradoras podem deseja seguir os veículos de forma ilegítima para rastrear os passageiros.

- Platoon Jamming: O ator mal-intencionado bloqueia o meio de comunicação do pelotão. O bloqueio ocorre quando o adversário recebe informações relacionadas ao pelotão de veículos. Ator malicioso visa violar o meio protocolo de controle de acesso (MAC) e causa atraso no pacote entrega, o que põe em perigo o funcionamento estável do pelotão.

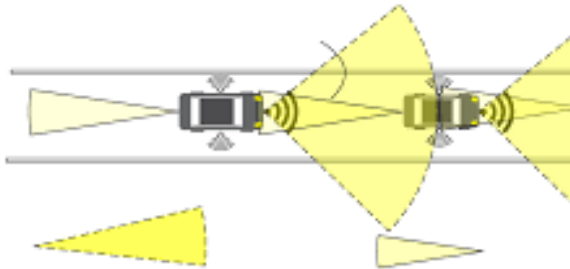
- Ataque de manobra de pelotão: o ator mal-intencionado gera um pacote de solicitação de manobra falso ou um pacote de resposta de manobra falso.

VLC platoon

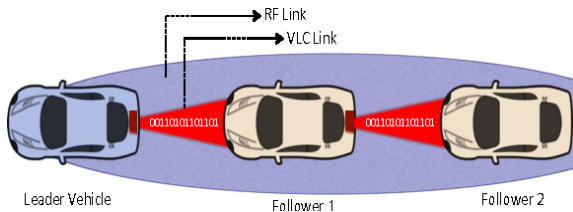
- Os transmissores e receptores VLC são colocados na frente e na traseira do veículo. Os transmissores VLC são conectados aos faróis e lanternas traseiras do veículo.



- As características de transmissão das lanternas traseiras e dos faróis dianteiros são diferentes, resultando em uma ligação de comunicação assimétrica entre o pelotão de veículos consecutivos.



- Envio de mensagens do líder do pelotão a todos os membros via VLC não é possível devido ao seu recurso de diretividade e obstáculos causados por outros veículos.
- Condições climáticas;
- Uso híbrido RF/VLC



Paving the way to Connected Automation - Cooperative Adaptive Cruise Control

<https://youtu.be/2-WoV8nKQUE>

Cohda Wireless Exiting and Joining Platoon
<https://youtu.be/oeLh03gB8Gg>

Cohda Wireless S Curve Platooning @ The Bend Motorsport Park

<https://youtu.be/37dw6jsvsq8>

All aboard truck platooning

<https://youtu.be/VDTtatx6xLY>

Innovation Day in Hamburg - Use Case AUTOMATED

<https://youtu.be/wSmTgBQhMr8>

Truck Platooning: An Early Application of Cooperative Vehicle Automation

<https://youtu.be/qycc1nZQtLc>