

INFORMAÇÕES GERAIS DO TRABALHO

Título do Trabalho: Algoritmo de modificação de trajetórias de veículos autônomos a partir do compartilhamento de trajetórias

Autor (es): Carlos Renato Borges dos Santos, Renan Souza Moura, Willian Félix Souza e Silva

Palavras-chave: Algoritmo, Trajetórias, Autônomos

Campus: Formiga

Área do Conhecimento (CNPq): Engenharias

RESUMO

O projeto objetiva a criação de um algoritmo de modificação e simulação de trajetórias de veículos autônomos a partir do compartilhamento de trajetórias. O algoritmo receberá, por meio de grafos, o mapa do trânsito da região abrangida, no qual estarão explícitos os sentidos de tráfego de cada rua e as respectivas ruas adjacentes. Em seguida, serão recebidas as trajetórias desejadas para cada carro. Feito isto, o algoritmo deverá verificar a existência da possibilidade de serem trafegadas as trajetória solicitadas e se há a existência de choques entre elas. Por fim, o algoritmo deverá modificar as trajetórias iniciais, a fim de que não haja colisões entre os veículos e todos cheguem ao destino pretendido. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre este tipo de veículo e colaboração veicular, a fim de obter como conhecimento as fronteiras de pesquisa neste ramo, os avanços que as grandes empresas tiveram com este modelo de automóvel, as maiores dificuldades encontradas por quem lida com este tipo de veículo, as vantagens e desvantagens trazidas por eles e o quanto eles podem contribuir ao serem empregados na sociedade. Foi realizada também uma revisão bibliográfica sobre grafos e linguagens de programação, tendo em vista que são as principais ferramentas utilizadas para a concretização do projeto. A partir deste ponto, a metodologia usada passa a ser a simulação computacional de casos e trajetórias específicas, que servirão de base para as demais. Depois de verificada a eficácia do algoritmo para dois automóveis, será feita a simulação em protótipos, verificando, assim, as respostas obtidas de maneira prática. Obtendo êxito nesta etapa do projeto, poderá concluir-se que o objetivo proposto foi atingido e, em seguida, aperfeiçoar o algoritmo para que este possa atender casos mais gerais e com situações mais próximas das encontradas no cotidiano. Assim, o algoritmo estará pronto para ser estudado e aplicado aos mais diversos casos envolvendo carros autônomos. Por ser um projeto ainda em desenvolvimento, ainda restam etapas a serem efetuadas e, por isso, os resultados que serão obtidos são somente especulações.

INTRODUÇÃO:

Melhoria na segurança da condução é um dos aspectos mais importantes nos Sistemas de Transportes Inteligentes (ITS), como evidenciado nas atividades de várias indústrias e agências governamentais (Fujii, et al., 2011).

A substituição de sistemas puramente mecânicos por sistemas eletromecânicos permite com que o sistema eletrônico seja capaz de sentir e tratar apropriadamente uma solicitação do motorista e realizar as ações

necessárias, considerando as circunstâncias presentes, de dirigibilidade e de ambiente (Guimarães, 2013). Dessa forma, os comandos do motorista são repassados para o sistema eletrônico para que este possa processá-los e tomar as devidas ações.

A percepção sensorial veicular trata de sensores e de algoritmos que detectam obstáculos e os identificam a partir de determinados padrões pré-estabelecidos. A percepção estendida trata do envio dos dados de percepção a outros veículos por transmissor sem fio. Muito embora o envio da maior quantidade de dados possa maximizar a percepção estendida, a largura de banda do canal, tempo de envio dos dados e tempo de processamento são alguns dos problemas enfrentados, o que necessita de estratégias de compartilhamento da percepção. A percepção colaborativa trata das estratégias tomadas coletivamente a partir das informações compartilhadas. A colaboração entre veículos não tange apenas na transmissão (por broadcast) de dados de percepção local, mas pode ser adicionada à estratégia de mudar trajetórias de forma ordenada com o intuito de evitar colisões e manobras bruscas.

A detecção e a estimativa são aspectos essenciais do projeto de qualquer sistema robótico (Christensen, et al., 2008). Os sensores são os elementos básicos da percepção. Eles convertem sinais físicos em sinais compreensíveis pela máquina. Os dados obtidos pelos sensores são essenciais ao sistema de percepção (Benenson, 2009).

Segundo (Benenson, 2009), a localização global do ego-veículo normalmente possui uma imprecisão maior do que a distância medida por um sensor entre o ego-veículo e o obstáculo. Enquanto que a distância entre um obstáculo e um veículo pode ter imprecisão de alguns centímetros ou mesmo de alguns milímetros, a imprecisão na localização do ego-veículo pode ser de alguns metros.

Dada a incerteza da localização global do ego-veículo, ao identificar a localização relativa de determinado obstáculo, com um grau de incerteza, ao referenciar globalmente o obstáculo, a incerteza da posição global do obstáculo é aumentada (Benenson, 2009). Isso se dá em relação à mudança do posicionamento do obstáculo, de local para global. Em outras palavras, a distância entre o obstáculo e o veículo possui um erro de medição e, adicionado ao erro de localização, quando o obstáculo é referenciado globalmente, há a inserção dos erros de posicionamento do veículo e da distância do veículo ao objeto.

De um modo geral, o funcionamento de um veículo autônomo apresenta duas etapas: percepção e controle. Na percepção, processam-se as informações do ambiente e do próprio estado do veículo. No controle, determina-se como reagir ao meio ambiente (Li, 2012).

O planejamento da trajetória em robótica refere-se ao processo de encontrar uma lei de movimento que permita ao robô se deslocar entre dois pontos considerando alguns requisitos. É utilizado na mudança de órbita de satélites, orientação de mísseis, assistente automático de estacionamento, além do uso em veículos autônomos (Li, et al., 2015).

Chama-se de percepção estendida quando a percepção de objetos é compartilhada entre dois ou mais veículos. Neste caso, o compartilhamento da informação sobre o obstáculo pode ser crucial para evitar uma colisão.

Segundo (Mourllion, 2006), um mapa local representa o conhecimento obtido de um meio através de informações obtidas pelos sensores embarcados de um veículo. O propósito da construção de um mapa estendido de um veículo é explorar as informações complementares ou redundantes de seu próprio mapa local. A redundância serve para aumentar o grau de certeza sobre a representação do mundo visto pelo veículo.

Os condutores de veículos agem como indivíduos independentes seguindo seus próprios destinos. A interação com outros participantes do tráfego é realizada a partir de uma sequência de decisões individuais (Frese, et al., 2007). Isto também é válido para veículos autônomos, mas estes podem cooperar com os outros veículos autônomos para encontrar rotas sem colisão. À medida que a presença dos veículos autônomos cresce nas ruas, encontros entre estes são cada vez mais freqüentes, logo algum tipo de interação entre eles deverá ocorrer, e a melhor forma encontrada é por meio da transmissão sem fio. Cada veículo equipado transmite não somente a sua própria posição e dados inerciais, mas também a sua percepção local. Cada veículo pode ajudar a aumentar o campo perceptivo dos outros veículos. A percepção colaborativa consiste não apenas no compartilhamento das percepções de cada veículo, mas também na cooperação entre veículos para influenciar na tomada de decisões de cada veículo (Rauch, et al., 2012).

Logo, nota-se que a crescente pesquisa por veículos autônomos e a sua aplicação no trânsito abrem a oportunidade para o desenvolvimento de algoritmos, ferramentas e soluções para o setor

METODOLOGIA:

São utilizados laptops, notebooks, com capacidade de processamento suficiente para simulação de algoritmos em Matlab e Python.

Em um primeiro momento, de acordo com o cronograma, foi feita uma revisão bibliográfica sobre veículos autônomos e colaboração veicular, a fim de obter como conhecimento as fronteiras de pesquisa neste ramo, os avanços que as grandes empresas tiveram com este modelo de automóvel, as maiores dificuldades encontradas por quem lida com este tipo de veículo, as vantagens e desvantagens trazidas por eles e o quanto eles podem contribuir ao serem empregados na sociedade.

Partiu-se então, para o estudo de grafos: os conceitos mais relevantes, os meios de solucioná-lo e os problemas mais encontrados.

A partir disso, iniciou-se diversas simulações de algoritmos no MatLab,, para familiarizar com os casos simples de problemas a serem encontrados, como a necessidade de criar grafos possíveis e verificar se trajetórias requisitadas existem.

O foco, neste momento, está voltado para a colaboração entre dois veículos, para que já possam ser feitas simulações práticas do algoritmo desenvolvido. Caso tudo ocorra de maneira esperada, o próximo passo será a colaboração entre mais de dois veículos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

A partir dos métodos já utilizados, foi criado um algoritmo na linguagem Python, posteriormente produzido em Matlab, no qual é possível gerar grafos, que representam mapas de trânsito, mostrando as possíveis conexões entre ruas (arestas). Um exemplo de grafo gerado pode ser visto na Figura 1.

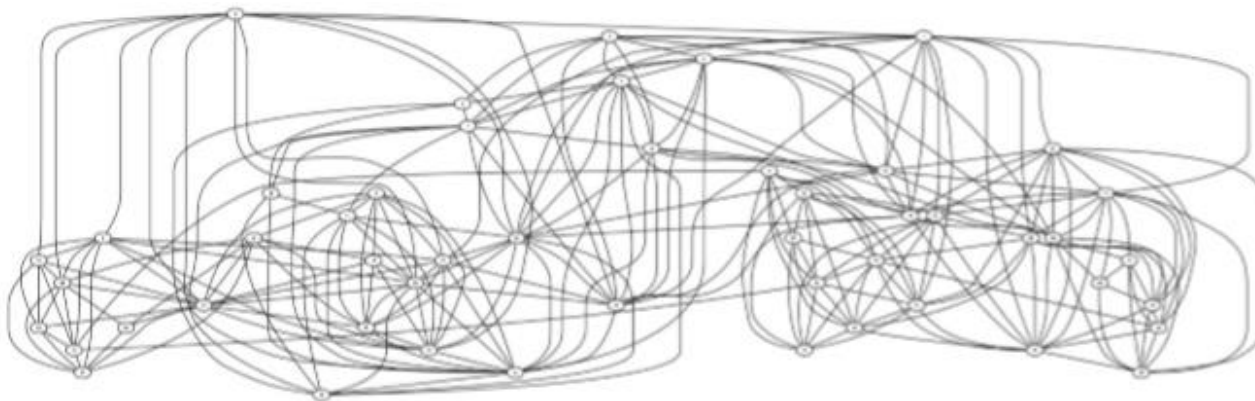


Figura 1 – Exemplo de grafo gerado

Note que o grafo da Figura 1 apresenta grandes possibilidades de trajetórias para um possível carro, o que seria um caso mais geral em relação ao que foi proposto inicialmente.

Para o desenvolvimento do algoritmo, foram desenvolvidos quatro classes: Main (classe principal), Ponto (classe que define o objeto vértice), Generator (classe que cria os pontos solicitados) e Plot (classe que plota o grafo resultante).

A classe main é a classe que comanda todo o algoritmo, é ela que deve ser executada para a resolução do problema. Por meio dela, as outras três classes são relacionadas, as classes Generator e Plot diretamente (importadas pela função import) e a Ponto indiretamente, por meio da classe Generator.

A classe Ponto molda um objeto do tipo ponto, que deve possuir obrigatoriamente uma coordenada x, uma coordenada y e um nome. Por meio desta classe também é possível calcular a distância entre dois vértices solicitados.

A classe Generator é a responsável por criar pontos, de acordo com o molde pré-estabelecido pela função Ponto. Há a opção de criar um ponto de duas formas dentro desta classe: um ponto aleatório, pelo método Random, ou um ponto definido, de acordo com as entradas do usuário. Caso a escolha seja pontos aleatórios, esta função deve receber o nome de cada ponto e o limite das coordenadas x e y para serem obtidos valores aleatórios de posições. Por outro lado, se a escolha for pontos definidos, esta função deve receber o nome do ponto e, em seguida, solicitará os valores das coordenadas x e y do vértice.

A classe Plot é responsável por plotar o grafo, como o próprio nome sugere. Existem dois métodos dentro desta classe que necessitam de parâmetros fornecidos para a classe. No método crianos é necessário atribuir o nome de um nó que deve ser gerado. No método criaarcos deve-se informar qual objeto do tipo

ponto irá partir o arco e qual a lista de nós que receberão arcos provenientes dele. Os outros dois métodos são, respectivamente, para receber dados de onde gerar o grafo e para plotar o grafo.

Os comandos de interação com o usuário podem ser vistos na Figura 2.

```
Número de pontos: 50
Informe a distância para criar o arco: 600
Digite 1 para criar pontos definidos ou 0 para pontos aleatórios: 0
Digite os limites das coordenadas x e y: 1000

Process finished with exit code 0
```

Figura 2 – comando de interação com o usuário

É a partir da interação mostrada na Figura 2 que o usuário poderá definir o tipo de grafo que deseja produzir, ou seja, o tipo de trânsito que deseja simular, tendo como resultado grafos semelhantes ao da Figura 1.

CONCLUSÕES:

Com o que já foi executado do projeto, até o momento, é possível perceber um bom encaminhamento para concluir os objetivos propostos inicialmente. Já é possível criar diversas situações de trânsitos, de sentidos de tráfego, de combinações de rotas, além de verificar a possibilidade de ser ou não executada trajetórias desejadas. Aliando o que já foi executado às perspectivas existentes, são perceptíveis os benefícios do projeto, uma vez que será possível modificar trajetórias pré-estabelecidas de veículos autônomos, visando um tráfego que seja melhor para todos os envolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Benenson, Rodrigo. **Perception for driverless vehicles: design and implementation**. [Livro]. - [s.l.] : École Nationale Supérieure des Mines de Paris., 2009.

Christensen, Henrik I.; Hager, Gregory D. **Sensing and Estimation** [Seção do Livro] // Springer Handbook of Robotics / A. do livro Siciliano Bruno e Khatib Oussama. - Berlin : Springer, 2008. - ISBN: 978-3-540-23957-4

Frese, Christian; Beyerer, Jürgen; Zimmer, Peter. **Cooperation of Cars and Formation of Cooperative Groups** // Proceedings of the 2007 IEEE Intelligent Vehicles Symposium. - Istambul : [s.n.], 13-15 de June de 2007.

Fujii, Sae [et al.]. **Cooperative Vehicle Positioning via V2V Communications and Onboard Sensors**. - San Francisco : IEEE, 5-8 de Sept de 2011. - ISSN: 1090-3038. - pp. 1-5.

Guimarães, Alexandre de Almeida. **Eletrônica embarcada automotiva** [Livro]. - São Paulo : Érica, 2013.

Li. Bai; Shao, Zhijiang. **Simultaneous dynamic optimization: A trajectory planning method for nonholonomic car-like robots** [Artigo], 2015.

Li. Hao. **Cooperative perception: Application in the context of outdoor intelligent vehicle systems** [Livro]. - [s.1.] : Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2012.

Mourllion Benjamin. **Extension d'un système de perception embarqué par communication. Application à la diminution du risque routier.** // Thèse Docteur de l'université Paris-Sud XI. - 2006.

Rauch A. [et al.] **Car2X-Based Perception in a High-Level Fusion Architecture for Cooperative Perception Systems** [Artigo] // Intelligent Vehicles Symposium (IV), 2012 IEEE. - 2012. - pp. 270-275.