

Pesquisa e Desenvolvimento para Veículos Autônomos

Research and Development for Autonomous Vehicles

Mathias Rodrigues da Luz

mathias_luz@outlook.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

Prof. Dr. Max Mauro Dias Santos

maxsantos@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema de detecção de faixas em rodovias por meio de processamento de imagem para sistemas avançados de direção assistida (ADAS – *Advanced Driver-Assistance Systems*). Para o desenvolvimento do sistema foi utilizada a plataforma MATLAB/Simulink com o intuito de localizar as faixas de trânsito com precisão, inicialmente em vídeos de rodovias para futuramente realizar testes em tempo real utilizando diretamente uma câmera como entrada de vídeo no Simulink. O sistema consiste de analisar os vídeos *frame a frame* e pode ser dividido em três etapas principais, sendo elas o pré-processamento, o processamento e o pós-processamento de imagem. Apesar de utilizar técnicas simples, o sistema apresentou bons resultados, com baixos índices de detecções incorretas em vídeos gravados, não sendo verificada a eficiência em tempo real.

PALAVRAS-CHAVE: Veículos autônomos. Processamento de imagens. Detecção de faixas. Sistemas avançados de assistência ao motorista.

ABSTRACT

The purpose of this work was to develop a lane detection system for advanced driver-assistance systems (ADAS) using image processing. For the development of the system, the MATLAB / Simulink platform was used with the intention of locating the traffic lanes with precision, initially on roadway videos to in the future conduct real-time testing directly using a camera as a video input in Simulink. The system consists of analyzing the videos frame by frame and can be divided into three main steps, being the pre-processing, processing and post-processing of image. Despite using simple techniques, the system showed good results, with low rates of wrong detection in recorded video, real-time efficiency is not being checked.

KEYWORDS: Autonomous vehicles. Image processing. Lane detection. Advanced driver-assistance systems.

Recebido: 30 ago. 2018.

Aprovado: 04 out 2018.

Direito autoral:

Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

O principal objetivo de desenvolver veículos autônomos é melhorar a eficiência e segurança dos mesmos, já que, segundo dados da Organização Mundial da Saúde (WHO - *World Health Organization*), 90% dos acidentes de trânsito são causados por falhas humanas. Isso faz com que a tecnologia de veículos autônomos seja um dos assuntos mais debatidos na indústria automotiva, juntamente com a eletrificação. Segundo o relatório *An integrated perspective on the future of mobility*, publicado pela revista *McKinsey* (2016), o futuro da mobilidade inclui o uso de veículos compartilhados, autônomos e elétricos.

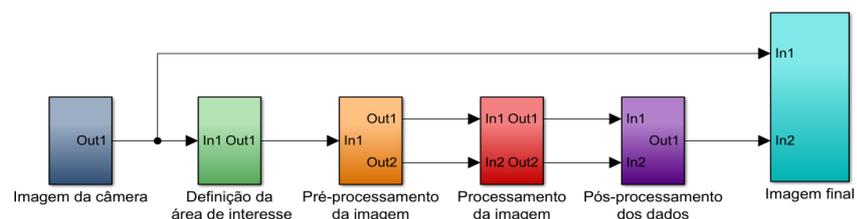
Para o desenvolvimento de veículos autônomos, faz-se necessário que estes consigam ver e entender o mundo ao seu redor, para isso são utilizadas câmeras e sensores, com diversos sistemas capazes de atuar sobre o veículo. Um dos sistemas mais simples, porém extremamente importante, é a identificação de faixas e um sistema de aviso de afastamento da faixa de rodagem (LDW - *Lane Departure Warning*). Uma das maneiras de fazer a identificação de faixas é através da visão computacional, utilizando técnicas de processamento de imagem, como a detecção de bordas. Esta técnica é amplamente utilizada, nas mais diversas aplicações, como a medicina, aplicações militares e industriais e, mais recentemente, veículos autônomos.

Para a realização deste projeto foi utilizada uma câmera frontal no veículo para a obtenção de imagens que serão processadas e identificadas pelo computador. Este trabalho apresenta técnicas de processamento de imagem com o objetivo de identificação das faixas em rodovias brasileiras.

METODOLOGIA

O sistema consiste em analisar vídeos *frame a frame*, com o intuito de encontrar as faixas de trânsito, que delimitam a pista de rodagem do veículo, em cada um destes *frames*. Para o desenvolvimento deste projeto foi utilizado o *software* MATLAB/Simulink (produto licenciado Mathworks®) e foi definida uma sequência de etapas a serem seguidas, como é apresentado na Figura 1, e será detalhada nos itens seguintes.

Figura 1 – Etapas do projeto



Fonte: Autoria própria (2018).

DEFINIÇÃO DA REGIÃO DE INTERESSE

É necessário que o sistema identifique corretamente as retas que representam as faixas de trânsito, por isso outras retas na imagem dificultam a

identificação. Por exemplo, na Figura 2 foi feita uma previsão com as principais retas que o sistema poderia encontrar e estas foram traçadas em vermelho. As retas iluminadas em amarelo estão sobre as faixas de trânsito, e conseqüentemente são as que o sistema deve localizar.

Figura 2 – Principais retas da imagem



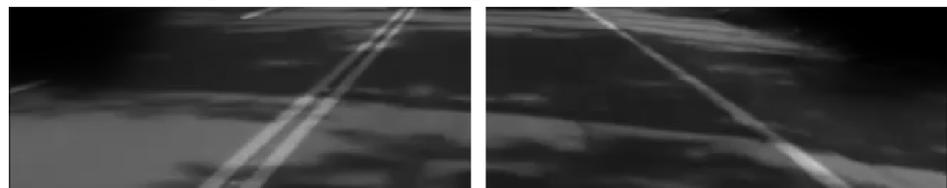
Fonte: Autoria própria (2017).

Para evitar erros, como detecção do horizonte ou de outras linhas horizontais e verticais, como traseiras de caminhões na frente do veículo ou placas de trânsito, foi definida uma região de interesse, menor e mais próxima do veículo, onde as faixas devem se encontrar. Desta forma as próximas etapas são aplicadas apenas em uma região menor da imagem.

PRÉ-PROCESSAMENTO

A etapa de pré-processamento é responsável por adequar os dados para serem utilizados na etapa de processamento. A imagem é dividida em esquerda e direita e ainda é transformada da escala RGB (*Red, Green, Blue*) para intensidade. A Figura 3 mostra um exemplo das imagens de saída do bloco de pré-processamento, já divididas em esquerda e direita e também em tons de cinza, prontas para a aplicação da detecção de bordas na etapa de processamento.

Figura 3 – Divisões da imagem em esquerda e direita



Fonte: Autoria própria (2018).

PROCESSAMENTO DE IMAGEM

É na etapa de processamento que a imagem será realmente interpretada e modificada de forma que o computador consiga, por meio de cálculos, identificar possíveis retas que serão posteriormente selecionadas.

Primeiramente é aplicado um método de detecção de bordas, para isso foi utilizado o método Canny. Esse método consiste no uso de uma imagem em tons de cinza que passa por diversos passos, como desfoque gaussiano e cálculo dos gradientes da imagem, até a obtenção de uma imagem binária como a Figura 4, que representa a detecção das bordas na subdivisão da direita da imagem da Figura 3.

Figura 4 – Subdivisão da direita após aplicação do método Canny



Fonte: Autoria própria (2018).

Em seguida esta imagem binária passa por uma transformada Hough, em que cada ponto da imagem da entrada é convertido em uma senoide na saída por meio da Eq. (1).

$$\rho = x * \cos\theta + y * \sin\theta \quad (1)$$

Onde ocorre a interseção de senóides significa que os pontos que as originaram pertenciam a uma mesma reta, ou seja, retas no espaço xy se tornam pontos no espaço $\rho\theta$.

PÓS-PROCESSAMENTO

Na etapa de processamento são encontradas 25 retas em cada uma das subdivisões da imagem, e é necessário escolher a que melhor define a faixa de trânsito. Para isso são calculados e comparados os ângulos de todas as retas na etapa de pós-processamento. Assim que o sistema define as coordenadas que representam as faixas, estas são desenhadas sobre a imagem de entrada com uma linha verde.

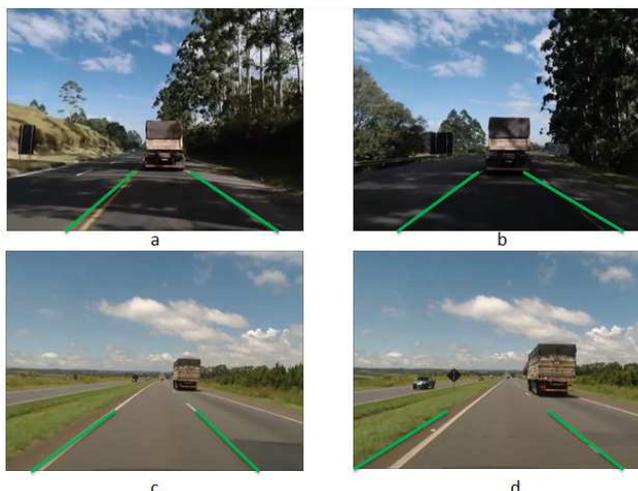
IMAGEM FINAL

Na etapa final, um bloco do Simulink recebe a imagem original da câmera e as coordenadas dos pontos que formam as retas. Deste modo tem-se como saída a mesma imagem da entrada com duas retas verdes que marcam as posições das faixas de trânsito.

RESULTADOS

O sistema foi testado em vídeos gravados por uma câmera frontal em um veículo. A Figura 5 mostra quatro exemplos de resultados. Nestes exemplos, as imagens (a) e (c) mostram bons resultados de detecção. A Figura 5 (b) e (d) mostram exemplos onde o sistema apresentou erros.

Figura 5 – Resultados



Fonte: Autoria própria (2018).

Com o intuito de estimar a eficiência do sistema, foi contado o número de imagens em que as faixas eram detectadas corretamente em três vídeos de 20 segundos cada, de modo que cada vídeo era composto por 600 *frames*. O Quadro 1 mostra os resultados contabilizados (em porcentagem) nessa etapa.

Quadro 1 – Porcentagem de detecções corretas

	Faixa esquerda (%)	Faixa direita (%)
Vídeo 1	98	90
Vídeo 2	61	81
Vídeo 3	92	85

Fonte: Autoria própria (2018).

DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da existência de outras técnicas de detecção de faixas, como o uso da visão de pássaro (*bird's eye view*) ou até mesmo usando inteligência artificial, que são métodos mais robustos e complexos, o sistema desenvolvido apresentou bons resultados e ainda conta com a possibilidade de melhorias. Neste trabalho foi desenvolvido um sistema capaz de localizar as faixas de trânsito, que é uma etapa de extrema importância para o desenvolvimento de veículos autônomos.

REFERÊNCIAS

HANNON, E. et al. **An integrated perspective on the future of mobility**. Bloomberg New Energy Finance e McKinsey & Company, out. 2016. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability-and-resource-productivity/our-insights/an-integrated-perspective-on-the-future-of-mobility>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

PEDEN, M. et al. **World report on road traffic injury prevention**. Geneva, 2004. Disponível em:



<http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/world_report/en/>. Acesso em: 07 jul. 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, à UTFPR pela oportunidade, o espaço cedido e pela bolsa de Iniciação Científica, ao professor Dr. Max Mauro Dias Santos pela orientação e confiança, ao Grupo de Sistemas Automotivos, aos meus familiares pelo apoio e a todos aqueles que ajudaram na realização deste trabalho.