

# Reconhecimento de Veículos em ambientes externos através do processamento de imagens

*Vehicle recognition in External Environments through Image Processing*

**Rebeca Sarai Aguiar da Silva**  
Escola Politécnica de Pernambuco  
Universidade de Pernambuco  
50.720-001 - Recife, Brasil  
rsas@ecomp.poli.br

**Resumo** *Esse projeto de pesquisa visa auxiliar o desenvolvimento de um sistema local de baixo custo, que independente das condições externas possa monitorar o fluxo de veículos em cruzamentos. Utilizando-se de técnicas de processamento digital de imagens, reconhecer veículos e a partir disso, em situações de necessidade, tomar decisões. Em uma abordagem simplificada, são apresentados métodos computacionais para detecção de veículos em ambientes urbanos. As soluções nesse trabalho foram implementadas com o VisualStudio C++ e utilizam a biblioteca OpenCV da Intel, para realizar o reconhecimento. São apresentadas soluções para dois tipos de entradas: imagem e vídeo. O resultado dos algoritmos encontrados para reconhecimento de automóveis em imagens se mostram mais acessíveis aos objetivos dessa pesquisa. No entanto também é proposta uma solução utilizando um algoritmo de reconhecimento em vídeos.*

**Palavras-Chave:** *Detecção de veículos, OpenCV, imagens, reconhecimento, processamento*

**Abstract** *This research project aims to assist the development of a local system of low cost, independent of external conditions can monitor the flow of vehicles at intersections. Using digital image processing techniques to recognize vehicles and from that, in situations of need, make decisions. In a simplified approach, computational methods are presented to detect vehicles in urban environments. The solutions in this work have been implemented with VisualStudio C++ and using the OpenCV library, to achieve recognition. Solutions are presented for two types of entries: image and video. The result of the algorithms found for reconnaissance vehicles in images are more accessible to the objectives of this research. However it is also proposed a solution using a recognition algorithm in videos.*

**Keywords:** *Detection of vehicles, OpenCV, images, recognition, processing*

## 1 Introdução

Nos últimos anos devido a falta de um sistema de transporte público e a diminuição dos preços de automóveis, a frota de veículos nas grandes cidades vem crescendo anualmente. Ao mesmo tempo não são implementadas políticas públicas que acompanhem esse significativo aumento da quantidade de veículos. As consequências dessa falta de planejamento são engarrafamentos diários e a superlotação dos transportes públicos disponíveis, que por suas vezes causam, ansiedade, estresse, acidentes, violência, entre outros.

Surge a necessidade de uma mudança no planejamento urbano, mas grandes obras tornam-se apenas mais um problema, principalmente por causa do tempo que levam até serem concluídas. Nesse meio tempo, uma obra que deveria melhorar o trânsito, só o deixa pior.

Como solução este projeto expõe técnicas de processamento de imagens que podem ser utilizados da construção de um sistema autônomo de baixo custo para o monitoramento do fluxo de veículos em cruzamentos urbanos. Que com base nas informações obtidas toma decisões, com o objetivo de desafogar o trânsito.

## 2 Materiais e Métodos

Existem diferentes abordagens na literatura que exploram a detecção e o reconhecimento de veículos. Em [5] se realiza uma comparação entre objetos processados e objetos de uma base de dados inicial. O método apresentado em [3] propõe melhorias na obtenção de características para uso geral, por meio da otimização da subtração de cenário e uso da diferença simétrica entre frames consecutivos.

Também existem abordagens híbridas, que além da visão computacional buscam outros meios de otimizar o reconhecimento e a detecção, tais como o uso de sensores baseados em laser [8]. Além disso, [17] traz uma densa revisão do campo da detecção de veículos, com o foco em sistemas onde a câmera está localizada no próprio veículo, exibindo e discutindo a direção de diferentes abordagens.

Outra revisão [20], traz um estudo sobre diferentes técnicas de segmentação e seleção de regiões de interesse, técnicas para detecção e reconhecimento de veículos e remoção de sombras, com o foco em abordagens que utilizam câmeras estáticas, voltadas para o monitoramento ativo do trânsito. Entre os métodos para a contagem volumétrica, podemos destacar [4], [18], [2] e [15], que trazem abordagens utilizando câmeras de monitoramento estáticas.

Em [4] é feito um rastreamento dos veículos por todo o frame, utilizando características espaciais e temporais para o reconhecimento, com uma contagem simples de cada novo objeto válido encontrado.

Em [18] é feita uma abordagem simplificada com uso específico em rodovias, ainda assim apresentando um módulo proposto para o reconhecimento de veículos a partir de um conjunto de treinamento inicial. O rastreamento de objetos é realizado em todo o frame e os veículos novos são contabilizados, com taxas de acerto entre 94.89% e 96.10%. Em [2] é feito o rastreamento apenas nos pontos de interesse das vias observadas.

Em [6] [7] redes neurais são aplicadas para detecção de veículos. Mas há dois grandes problemas com a rede neural: que não há qualquer garantia de atingir o mínimo global e um segundo implica que define um conjunto de dados representativo do mundo real e que não existe um modelo ideal de rede neural. Em [11] são utilizadas medidas fuzzy para detectar veículos. Valor de intensidade de luz é utilizado como medida difusa. Quando o valor de intensidade cai em certo intervalo, medidas distorcidas tem de ser utilizadas para decidir se é um veículo ou não. Em [9] fuzificação de área e circunferência é feito para a classificação de cada tipo de veículo (por exemplo, pequeno, médio e grande) é atribuído com uma faixa de medição de valores através da concepção de regras difusas e, finalmente, a defuzificação é feita. Em [10] é discutida uma abordagem de segmentação usando o fundo de adaptação subtração.

## 3 Reconhecimento de Veículos

### 3.1 Reconhecimento de Veículos em imagens

Utilizou-se o Recurso Haar baseado em um Classificador Cascade para detecção do objeto. O recurso foi proposto inicialmente por Paul Viola e melhorado por Rainer Lienhart. Um classificador (ou seja, uma cascata de classificadores impulsionados de trabalho com características Haar semelhantes) é formado com algumas centenas de vistas amostrais de um objeto em particular (isto é, um rosto ou um carro), chamado exemplos positivos, que são dimensionados para a mesmo tamanho (por exemplo, 20x20), e exemplos negativos - imagens arbitrárias do mesmo tamanho.

Depois de um classificador é treinado para ser aplicado em uma região de interesse (do mesmo tamanho que o utilizado durante a formação). O classificador produz um "1" se a região é susceptível de mostrar o objeto (ou seja, face/carro), e "0" caso contrário. Para procurar o objeto em toda a imagem pode-se mover a janela de busca em toda a imagem e verificar cada local usando o classificador. O classificador está concebido de modo que possa ser facilmente "redimensionado", a fim de ser capaz de localizar os

objectos de interesse em tamanhos diferentes, o que é mais eficiente do que o redimensionamento da imagem propriamente dita. Assim, para encontrar um objeto de um tamanho desconhecido na imagem o procedimento de verificação deve ser feito várias vezes em diferentes escalas.

Vários classificadores foram usados para testes. Alguns se mostraram eficientes para carros em algumas posições específicas, mas nenhum se mostrou eficiente em situações normais de trânsito.



Figura 1



Figura 2



Figura 3

Como os resultados não foram completamente satisfatórios com os classificadores encontrados foi notada a necessidade de treinar um classificador que atendesse as necessidades desse trabalho. Mas não havia banco de dados para treino do classificador. Fez-se necessária a criação de um banco de dados com imagens de carros nas mais variadas posições.

### 3.2 Reconhecimento de Veículos em vídeos

A ideia inicial do projeto era desenvolver uma ferramenta para realizar a contagem volumétrica de veículos em tempo real. Porém, devido à grande complexidade de desenvolver um projeto de contagem de propósito geral, foram feitas algumas simplificações com o objetivo de viabilizar a implementação. Essas simplificações dizem respeito à aquisição de imagens, ao cenário e aos objetos.

**Aquisição de imagens:** Deve ser realizada através da leitura de arquivos de vídeo previamente armazenados, pois o algoritmo não possui uma eficiência computacional suficiente para lidar com vídeos em tempo real.

**O cenário:** Deve ser preferencialmente estático, apesar de o sistema ser capaz lidar razoavelmente bem com movimentações suaves, mas é fundamental que a câmera esteja posicionada de modo que ofereça uma visão superior da via. Esta escolha de cenário tem o propósito de evitar a ocorrência de oclusões e simplificar o processo de segmentação da imagem e tratamento dos objetos.

**Os objetos:** Foi feita uma generalização dos objetos, ou seja, todos os objetos são considerados veículos. Como estamos utilizando um cenário e vídeos específicos, esta é uma generalização válida, que possibilita um processo de reconhecimento mais simples.

Foi utilizada a biblioteca OpenCV [14] para a manipulação e segmentação da imagem. Para a manipulação, as funções básicas da biblioteca foram utilizadas, que permitem a leitura, o acesso, a escrita e a apresentação das imagens.

A segmentação consiste em utilizar técnicas que exploram algumas propriedades da imagem, a fim de subdividir a imagem em regiões ou objetos que a compõem, dependendo do problema a ser resolvido. [12] Nesse caso subdividir cada frame do vídeo em dois tipos de regiões: cenário e objetos móveis. Uma abordagem simples para a detecção destes objetos é a subtração de uma imagem de cenário do frame atual.



Figura 4 - Original



Figura 7

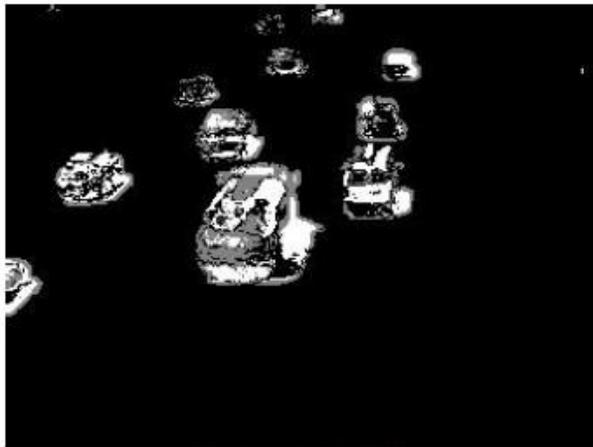


Figura 5 – MOG2



Figura 6 – Imagem Binária

Os resultados em diferentes ambientes e em vídeos com resolução maior, não foram tão satisfatórios, como os apresentados nas figuras 4, 5, 6 e 7.

Como aplicação desse algoritmo. É proposto uma composição desse algoritmo para controle de tráfego. Tal composição reconhece movimento em duas vias, seleciona as áreas de interesse em ambas e retorna a que existe mais tráfego, através de uma contagem de pixels. A contagem pode variar de acordo com o lugar, o horário, o fluxo de carros e várias outras situações. A solução mais simples seria mapear as informações e dividi-las em categorias: fluxo intenso, fluxo normal e pouco fluxo, então a partir dessas informações pré-definidas, tomar a decisão de liberar ou reter o trânsito.

## 4 Framework

O sistema foi desenvolvido no VisualStudio C++ e utiliza a biblioteca OpenCV da Intel. A versão do OpenCV utilizada foi a 2.4.10. Os resultados experimentais estão demonstrados em vídeos de tempo real feitos a partir de uma câmara única. Os testes foram feitos em um notebook Intel Core i5 – 2.60 GHz com 4,00GB de RAM e Windows 8.1.

## 5 Conclusão

Os resultados obtidos foram promissores, possibilitando uma utilização prática do método dentro do contexto proposto. Algumas experiências com vídeos de menor resolução mostraram ganhos significativos em desempenho de processamento. No entanto, otimizações [16] ainda devem ser realizadas com o objetivo de tornar o algoritmo cada vez mais genérico.

Espera-se que a integração das técnicas aplicadas em um ambiente em tempo real proporcione um protótipo de

um software para auxiliar o controle de tráfego em rodovias de maneira eficiente.

## Referências

- [1] Annamraju A. K., *A gateway to robotic vision*, em: <http://abhishek4273.com/> Acessado em 14/11/2015.
- [2] Bas, E., Tekalp, M. e Salman, F. S., *Automatic vehicle counting from video for traffic flow analysis*, 2007 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 392-397, 2007.
- [3] Cao, J., Wang, W. e Liang, Y., *An improved detection algorithm of moving vehicles based on computer vision*, IEEE International Conference on Intelligent Computing and Intelligent Systems 2009, ICIS 2009, pp. 20-24, 2009.
- [4] Chen, T., Lin, Y., Chen, T., *Intelligent vehicle counting method based on blob analysis in traffic surveillance*, 2007 Second International Conference on Innovative Computing, Information and Control, ICICIC'07, 2007.
- [5] Du, Y., Liu, C. e Shi, W., *A real-time vehicle recognition method based on video sequence images*, The Ninth International Conference on Electronic Measurement & Instruments, CEMI'2009, 2009.
- [6] Gonzalez, R. C. e Woods, R. E., *Digital Image Processing, 2/E*, Prentice Hall, New Jersey, 2002.
- [7] Ha, D., Lee, J. and Kim, Y. (2004) Neural-Edge-Based Vehicle Detection and Traffic Parameter Extraction. *Image and Vision Computing*, 22, 899-907. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ima-vis.2004.05.006>
- [8] Huang, L. e Barth, M., *Tightly-coupled LIDAR and computer vision integration for vehicle detection*, 2009 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 604-609, 2009.
- [9] Jain, I. and Rani, B. (2010) Vehicle Detection Using Image Processing and Fuzzy Logic. *International Journal of Computer Science & Communication*, 1, 255-257.
- [10] Karma, K. and von Brandt, A. (1990) Moving Object Recognition Using an Adaptive Background Memory. In: Capellini, V., Ed., *Time-Varying Image Processing and Moving Object Recognition*, Elsevier Publishers B.V., Amsterdam, 297-307.
- [11] Liu, Z., Li, X. and Leung, X. (2001) Fuzzy Measures for Vehicle Detection. *Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, Melbourne, 2-5 December 2001, 848-851.
- [12] Mantri, S. and Bullock, D. (1995) A Neural Network Based Vehicle Detection and Tracking System. *Proceedings of the Twenty-Seventh Southeastern Symposium on System Theory*, Starkville, 12-14 March 1995, 279-283.
- [13] *Mare's Computer Vision Study*, em: <http://study.marearts.com/p/me.html> Acessado em 14/11/2015.
- [14] OpenCV: Open Source Computer Vision. Disponível em: <http://opencv.org/> Acessado em 14/11/2015
- [15] Pang, C. C. C., Lam, W. W. L. e Yung, N. H. C., *A method for vehicle count in the presence of multiple-vehicle occlusions in traffic images*, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 8, pp. 441-459, Tokyo, 2007.
- [16] Sharma, B., Katiyar V., Gupta A., Singh A., *The Automated Vehicle Detection of Highway Traffic Images by Differential Morphological Profile*, 2014 Journal of Transportation Technologies, 2013, 4, pp150- 156, 2014.
- [17] Sun, Z., Bebis, G. e Miller, R., *On-road vehicle detection: A review*, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 28, pp. 694-711, 2006.
- [18] Tamersoy, B., Aggarwal, J. K., *Counting vehicles in highway surveillance videos*, 2010 20th International Conference on Pattern Recognition, ICPR, pp. 3631-3635, 2010.
- [19] Tannús H., Soares V., Costa R., *Técnicas de processamento digital de imagens aplicadas na contagem volumétrica de veículos*, Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás.
- [20] Wang, G., Xiao, D. e Gu, J., *Review on vehicle detection based on video for traffic surveillance*, 2008 IEEE International Conference on Automation and Logistics, ICAL 2008, pp. 2961-2966, Qingdao, 2008.