

# Reconhecimento de placas de sinalização de trânsito via processamento de imagens

Mathias Silva da Rosa, Diego da Silva de Medeiros e Deise Monquellate Arndt

**Resumo**—Este artigo apresenta o estudo e desenvolvimento de um sistema de reconhecimento de placas de sinalização de trânsito, via técnicas de processamento de imagens. O sistema foi treinado e testado inicialmente num banco público de imagens e, em seguida, validado em imagens capturadas de um carro em movimento. O sistema desenvolvido alcançou taxas de acerto superiores à 70% no reconhecimento das placas de trânsito.

**Palavras-Chave**—HOG. SVM. Placas de sinalização de trânsito.

**Abstract**—This paper presents the study and development of a traffic signs recognition system, using image processing techniques. The system was trained and tested in a public image database, and then, validated in image captured by a moving car. The system has achieved 70% of traffic signs recognized.

**Keywords**—HOG. SVM. Traffic signs.

## I. INTRODUÇÃO

A sinalização de trânsito exerce um papel fundamental na fluidez das autopistas mundiais, proporcionando maior segurança aos condutores e pedestres que nelas circulam [1]. O fator humano, contudo, influencia diretamente na eficácia deste tipo de mecanismo. Em consequência, são os inúmeros acidentes de trânsito [2].

Na tentativa de diminuir estes números, sistemas automatizados têm sido aplicados [3], utilizando técnicas de processamento de imagens para a detecção de placas de sinalização. A Tabela I resume alguns trabalhos na área.

TABELA I

REFERÊNCIAS EM RECONHECIMENTO DE PLACAS DE TRÂNSITO

Trabalho	Deteção	Descrição	Classificação
Chen, Yang e Kong (2011)	Lim. de cores e Transf. Hough	Momentos Pseudo-Zernike	SVM
Măriuț et al. (2011)	Espaço HSV e correlação	Filtros de Gabor	Distância Euclideana
Greenhalgh e Mirmehdi (2012)	Lim. de valor e MSER	HOG	Cascata de SVMs

Dentro deste contexto, este trabalho busca o estudo e o desenvolvimento de um sistema de reconhecimento de placas de sinalização via técnicas de processamento de imagem e aprendizado de máquina.

Mathias Silva da Rosa, mathiassilva4@gmail.com; Diego da Silva de Medeiros, e-mail: diegomedeiros@ifsc.edu.br; Deise Monquellate Arndt, e-mail: deise.arndt@ifsc.edu.br; Área de Telecomunicações, IFSC, São José - SC.

## II. METODOLOGIA E RESULTADOS SIMULADOS

Para a etapa de pré-processamento, são utilizados métodos de limiarização de imagem no modelo de cores HSV, em conjunto com operações morfológicas e detectores de borda. Na segmentação, a transformada Hough generalizada é utilizada localizando o centro da placa e a segmentando através da aproximação de área com *templates* pré-definidos. Descritores para a região de interesse são obtidos através do método HOG. Por fim, para a etapa de classificação, SVM's são aplicadas. A arquitetura completa pode ser vista na Figura 1.

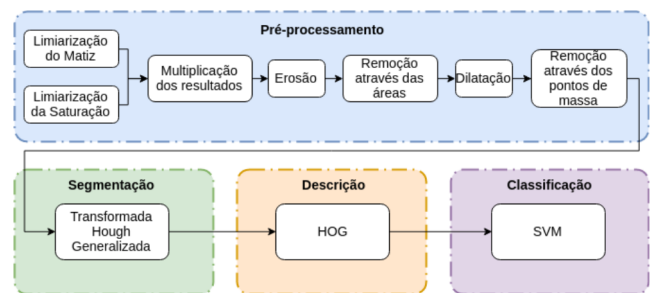


Fig. 1. Arquitetura do sistema de detecção de placas de sinalização de trânsito.












Para os testes, é utilizada a base de dados GTSDDB (German Traffic Sign Detection Benchmark) [4], constituída de placas de sinalização do sistema alemão de trânsito. Este banco possui 42 classes de placas de sinalizações de trânsito, totalizando 600 imagens de treinamento e 300 imagens de teste.

### A. Pré processamento

No espaço HSV, o elemento matiz define uma cor através de valores numéricos de angulação que variam entre 0 à 360 graus. As placas analisadas possuem em suas extremidades a predominância de cores próximas ao vermelho, que são representadas pelos valores entre 316 a 46 graus. Contudo, os limiares que apresentaram melhor performance nos testes estão entre 338 e 21 graus. A saturação indica a quantidade de cor. Devido às cores intensas, utilizadas em placas de trânsito, é feito um processo de limiarização da saturação, preservando apenas os pixels com os 30% maiores valores de saturação. Uma operação lógica E é utilizada nas imagens resultantes dos dois processos de limiarização, deixando apenas os pixels de cor vermelha e de intensidade suficiente.

A operação morfológica de erosão da imagem remove pequenas áreas em proporção ao tamanho do elemento estruturante circular utilizado, com raio de 1 pixel. Logo após,

TABELA II  
RESULTADO DA ETAPA DE CLASSIFICAÇÃO

Placas											
Total	10	4	16	34	9	20	30	4	9	17	9
Segmentadas	9	3	15	26	6	16	22	3	9	12	8
Placas Reconhecidas	67	67	100	92	83	100	100	100	100	100	88
Falsos Positivos	13	10	22	15	16	17	17	2	3	5	1
Falsos Negativos	3	1	2	3	1	3	7	2	1	5	1

é aplicado a remoção de figuras com áreas fora da faixa de interesse. Para diminuir o serrilhamento e as descontinuidades contidas na imagem, é aplicada uma dilatação, com um elemento estruturante de raio 2. E então, uma detecção de bordas via método de Canny é realizada.

Por fim, é calculado o centro de massa de todos os objetos da imagem, e os objetos com raio fora da faixa de interesse são eliminados. Ao final desta etapa, imagens com alto nível de realce são obtidas, evidenciando a região de interesse.

### B. Segmentação

Nesta etapa é utilizada a transformada Hough generalizada. São utilizados *templates* circulares com raios variando entre 10 e 50 pixels com passo de 5 pixels. A placa é então segmentada numa máscara quadrada circunscrita no raio do *template*.

### C. Descrição

Para a descrição de características é utilizada a técnica HOG, realizando a junção de vetores gradientes e histogramas. A imagem é redimensionada para um tamanho de 64x128 via interpolação bicúbica. Em seguida, os gradientes são computados sobre todos os pixels, em células de tamanho 8x8.

De cada célula, é extraído um histograma de 9 posições, onde os valores de cada posição são computados através do ponderamento dos valores de magnitude em relação aos valores de direção dos vetores gradientes.

Por fim, blocos contendo os valores de 4 histogramas (4 células, 16x16) são normalizados diminuindo a influência de iluminação. Cada subvetor (célula) do bloco é então concatenado sequencialmente com os demais, formando um vetor linha, denominado de descritor HOG.

### D. Classificação





A etapa de classificação envolve o treinamento e teste de 11 Máquinas de Vetores de Suporte (SVM) para classificar as 11 classes de placas analisadas inicialmente. As SVM's obtidas usam uma função *kernel* linear, com saída binária. Para o processo de treinamento são utilizadas imagens positivas, contendo placas de sinalização, e imagens negativas, com placas de sinalização de classes não analisadas ou sem placa de sinalização, em igual proporção.

A Tabela II apresenta os testes da etapa de classificação. É possível observar que do total de placas segmentadas quantidades superiores à 67% foram reconhecidas com sucesso, atingindo em muitos casos taxas de acerto de 100%.

### E. Resultados experimentais

Para validar o sistema desenvolvido no sistema de sinalização brasileiro, foram coletadas imagens de placas que possuem semelhanças com as do banco GTSDb, a partir de uma câmera acoplada no painel de um veículo. As características da base e os resultados obtidos são apresentados pela Tabela III. É possível observar que mais de 72% das placas foram segmentadas com acerto. Destas, cerca de 90% foram classificadas corretamente.

TABELA III  
RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Placas				
Total	22	15	6	11
Placas Segmentadas (%)	72,7	73,3	83,3	100,0
Placas Reconhecidas (%)	81,8	46,7	33,3	90,9
Falsos Positivos (%)	3,0	2,4	1,6	0,2
Falsos Negativos (%)	24,1	19,1	5,3	13,3

## III. CONCLUSÕES

Este artigo apresentou o estudo e a implementação de um sistema de reconhecimento automático de placas de sinalização de trânsito em imagens estáticas. Além disso, foi investigada aplicação das técnicas no sistema de sinalização brasileiro, obtidas através de uma câmera acoplada ao painel dianteiro de um veículo em movimento.

Diante dos resultados experimentais obtidos pode-se considerar que o objetivo de reconhecer automaticamente placas de sinalização de trânsito foi alcançado. Entretanto, é importante salientar que um aumento nas taxas de acerto pode ser alcançado com o aprimoramento das técnicas envolvidas em cada módulo, bem como o desenvolvimento de dados de treinamento adequados para o cenário em questão.

## REFERÊNCIAS

- [1] CONTRAN. *Sinalização vertical de regulamentação*. [S.l.], 2007. Disponível em: <<https://goo.gl/2eVgwA>>. Acesso em: 20 de Maio de 2020.
- [2] CASTRO, C.; HORBERRY, T. *The human factors of transport signs*. [S.l.]: CRC press, 2004.
- [3] LIN, F. et al. *A traffic sign recognition method based on deep visual feature*. In: IEEE. Progress in Electromagnetic Research Symposium (PIERS). [S.l.], 2016. p. 2247–2250.
- [4] HOUBEN, S. et al. *Detection of traffic signs in real-world images: The german traffic sign detection benchmark*. In: IEEE. Neural Networks (IJCNN), The 2013 International Joint Conference. [S.l.], 2013. p. 1–8.