

ESTUDO DE TÉCNICAS PARA RECONHECIMENTO ÓTICO DE CARACTERES E SEU USO PARA DETECÇÃO DE PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO AUTOMOTIVAS BRASILEIRAS

Nícolas Hudson de Mello - E-mail: nicolashdm@gmail.com
Max Mauro Dias Santos (Professor, UTFPR) - E-mail: maxsantos@utfpr.edu.br

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo apresentar as diversas técnicas existentes para o reconhecimento de caracteres em um contexto geral, para gradualmente ir focando na detecção de placas de identificação automotivas e quais os passos para que a interpretação das placas aconteça. São apresentadas as etapas, assim como técnicas, para tratamento das imagens, detecção da área de interesse, aquisição de segmentos significativos e interpretação dos caracteres. Em seguida são citados sistemas já consolidados e que possuem as soluções para tratamento, detecção e interpretação já implementadas, e também a biblioteca OpenALPR, de código aberto, que conta com todas as rotinas necessárias para interpretação de placas automotivas. Por fim são apresentadas algumas características das placas de identificação Brasileiras, tanto dos modelos em vigor desde 2007 até o presente momento (2017), quanto para os novos modelos previstos para entrarem em produção em 2017.

Palavras-chave: ALPR, OCR, Reconhecimento de Placas de Veículos, Reconhecimento de Caracteres.

TECHNIQUES FOR OPTICAL CHARACTER RECOGNITION AND IT'S USE FOR BRAZILIAN'S CAR LICENSE PLATES DETECTION SURVEY

Abstract: The present work aims to present diverse existent techniques for character recognition in a general context, and then gradually focusing on cars license plate recognition and what steps are necessary for their interpretation. So, are presented the steps as the techniques for treatment of the images, detection of the interest area, acquisition of significant segments and characters interpretation. Next are mentioned consolidated systems that already have the solutions for treatment, detection and interpretation developed, as the open source OpenALPR library that has all the necessary routines for license plates interpretation. Finally are presented some characteristics of Brazilian's license plates both for models operative since 2007 until now (2017) and for new models predicted to become into effect in 2017.

Keywords: ALPR, OCR, Vehicle License Plate Recognition, Character Recognition.

1. INTRODUÇÃO

Recentemente tem-se investido muito no reconhecimento de caracteres a partir de imagens. Isso proporcionou uma revolução principalmente no gerenciamento de documentos, sendo muito usado em bancos, áreas de direito, saúde, educação, finanças e governo (Transparency Market Research, 2016). O uso de OCR possibilita a criação de um histórico de documentos de forma muito mais prática, pois é mais fácil controlar documentos digitalizados do que impressos e ainda é possível usufruir das vantagens de qualquer documento de texto digital como edição e busca por palavras.

Além da digitalização de documentos de escritório, o reconhecimento de caracteres tem muitas outras utilidades, dentre quais podem ser citadas digitalização de documentos históricos (CALUORI & SIMON, 2015; GUPTA et al., 2006), detecção e tratamento de palavras manuscritas (BRITTO et. al., 2001) e estacionamentos automatizados (SIRITHINAPHONG & CHAMNONGTHAI, 1999).

2. TRATAMENTO DE IMAGENS

Para conseguir interpretar os caracteres corretamente, as imagens podem necessitar de um processamento prévio para remoção de ruídos e melhoria da qualidade, assim facilitando o trabalho dos softwares de reconhecimento ótico de caracteres e também aumentando sua precisão (BRITTO et. al., 2001; NAGY et al., 1999; HARRAJ & RAISSOUNI, 2015).

Existem diversas técnicas de pré-processamentos comumente utilizadas na identificação de caracteres, cada uma sendo mais efetiva para casos bem específicos ou sacrificando tempo de processamento para melhores resultados. As diversas técnicas e algoritmos para pré-processamento existentes podem ser utilizadas basicamente para remoção/redução de ruídos, normalização de dados ou redução da quantidade de informação a ser retida (SULIMAN et al., 2010).

Como pode-se ver com o trabalho de Nagy et. al. (1999), caso não haja um processamento prévio, ou a qualidade da imagem não esteja boa, os caracteres podem não ser reconhecidos corretamente. Em contrapartida, Harraj & Raissouni (2015) demonstram o quanto o tratamento das imagens pode melhorar a detecção dos caracteres. Em seu trabalho foram utilizadas três técnicas para melhorar a qualidade da imagem, sendo ajuste da luminosidade e do contraste, transformação em tons de cinza com aplicação de uma máscara Unsharp (GIMP, 2017) e, por fim, fazendo a binarização da imagem (GUPTA et al., 2006).

2.1 Ruídos

Para remoção de ruídos, como por exemplo imperfeições na impressão, sujeira ou até defeitos na superfície, pode-se usar algoritmos como filtragem não regular da mediana (BRITTO et. al., 2001) ou binarização como o algoritmo de Otsu (HARRAJ & RAISSOUNI, 2015). Segundo Suliman et. al. (2010), os diversos algoritmos para redução de ruídos existentes são subdivididos em três grupos principais, filtragem, operações morfológicas e modelagem de ruídos.

2.2 Realce de Bordas

Outra técnica de pré-processamento é o realce de bordas e detalhes, que pode ser alcançada através do uso de tons de cinza, normalização e equalização de histograma (GILLY & RAIMOND, 2013). Essas técnicas amplificam as altas frequências da imagem, como a borda é um componente de alta frequência, ela é realçada. Deve-se tomar cuidado com o realce de bordas, pois o ruído também é um componente de alta frequência. Por isso, o ideal é fazer um tratamento preliminar para evitar a amplificação das bordas com os ruídos da imagem (BRITTO et. al., 2001).

2.3 Inclinação e Perspectiva

Nem sempre os dispositivos para captura de imagem estarão posicionados de maneira ideal, por isso, muitas vezes será preciso fazer a correção da inclinação ou de perspectiva (RUOSO, 2014).

2.4 Segmentação

De acordo com Britto et al. (2001), a segmentação tem como objetivo encontrar segmentos significativos na imagem, que são identificados a partir de geometria, forma, topologia, textura, cor ou brilho. Ainda segundo Britto et al. (2001), dentre as diversas técnicas existentes para este fim, podem ser citados segmentação por região, binarização e multi-binarização, contorno, textura, cor, modelos de Markov, redes neuronais artificiais, algoritmos genéticos, modelos de contorno ativos, morfologia matemática, baseada na teoria dos conjuntos nebulosos ou até híbridas.

Realizando a segmentação da imagem, é possível que mesmo aplicando filtros para remoção de ruído alguma informação seja perdida, isso pode ocorrer por conta de luminosidade, imagem muito suja ou até mesmo letras apagadas (YU & KIM, 2000). A partir das imagens segmentadas, já é possível fazer o reconhecimento dos caracteres.

3. RECONHECIMENTO DE CARACTERES

Após o tratamento das imagens, existem diversas técnicas que podem ser usadas para a detecção dos caracteres. De acordo com Ngo & Chan (2004) as técnicas para detecção de texto podem ser categorizadas em 2 grupos principais, abordagem baseada em geometria e a baseada em textura.

A abordagem baseada em geometria faz uso de técnicas de processamento de imagens para extrair e modelar o texto analisando a disposição de bordas e buscando por regiões que contenham caracteres.

Por outro lado, a abordagem baseada em textura tenta identificar locais onde tenham caracteres levando em consideração que as letras possuem como preenchimento um padrão de textura. Como por exemplo, pode-se assumir que o texto não vai possuir um gradiente muito acentuado em sua coloração.

Um método antigo para reconhecimento de caracteres é a comparação pixel a pixel de uma imagem com um conjunto de modelos, porém é mais custoso que outras técnicas. Com a necessidade de métodos mais sofisticados com mais acurácia e rapidez, foram criados métodos de reconhecimento utilizando aprendizado de máquina, como redes neurais e máquinas de vetores de suporte (CALUORI & SIMON, 2015).

Uma aplicação real utilizando redes neurais para OCR pode ser encontrado em Matei et. al. (2013) para detecção de medições em contadores de gás e luz. Pelos contadores estarem em locais sem os mesmos padrões de ruídos e luminosidade foram utilizadas redes neurais com k-NN (k-nearest neighbor) para confirmação dos caracteres, desta forma obteve-se uma acurácia de 99,3%.

4. RECONHECIMENTO DE PLACAS AUTOMOTIVAS

Para o reconhecimento de placas de automóveis, as técnicas utilizadas são as mesmas que para o reconhecimento de caracteres em documentos. Então as técnicas discutidas até aqui são utilizadas também para detecção de placas. Porém, como as placas podem estar em um ambiente aberto, com variação de iluminação, muito ruído e precisamos muitas vezes encontrar mais de uma placa em imagens que podem possuir outros caracteres, nós necessitamos de algumas ações adicionais. Em condições mais extremas com possibilidade de perda de dados existem técnicas computacionais mais pesadas como deep learning com redes convolucionais que podem ser usadas (PEIXOTO et. al., 2014).

De acordo com Gylli & Raimond (2003) os passos para reconhecimento de placas são aquisição de imagens, pré-processamento, detecção das placas na imagem, segmentação dos caracteres e reconhecimento dos caracteres. Porém, nem todos os sistemas passam necessariamente por todas essas etapas e nem nessa mesma ordem, como por exemplo no trabalho de Ozbay & Ercelebi (2007), onde não foi necessária a etapa de pré-processamento.

A detecção de candidatos a placas pode ser feita morfológicamente, como exposto por Ozbay & Ercelebi (2007) onde após a binarização da imagem foi possível encontrar os possíveis candidatos a placas através da sequência de pixels brancos na imagem. Pode-se

encontrar também através da cor dos pixels como no trabalho de Qadri & Asif (2009), que encontraram as placas da província de Sind buscando pela cor amarela. Outros métodos que podem ser citados são histogramas de projeção horizontal e vertical a partir da imagem segmentada, ou também filtro Sobel para detecção de bordas em seguida aplicando o método de crescimento baseado em densidade e selecionando os candidatos baseado nas proporções da placa e dos caracteres que estão sendo procurados (GILLY & RAIMOND, 2013).

4.1 Sistemas de Reconhecimento no Mercado

Existem diversos sistemas para reconhecimento de placas, dentre eles podemos encontrar os comerciais de empresas como Motorola, Neural Labs, Genetec e Gatekeeper. Pode-se encontrar também bibliotecas de código aberto, como é o caso do OpenALPR - Open Automatic License Plate Recognition.

4.1.1 Sistema de Reconhecimento de Código Aberto OpenALPR

O OpenALPR é uma biblioteca para reconhecimento de placas de código aberto escrita em C++, mas pode ser usada com C#, Java, Node.js, Go e Python. Esta biblioteca pode ser usada para identificar placas de veículos a partir de imagens ou vídeos (OpenALPR, 2017).

Para conseguir utilizar o OpenALPR, é possível baixar a versão já pré-compilada, ou instalar separadamente cada uma das dependências. As principais dependências para o funcionamento do OpenALPR são o Tesseract-OCR, que conta com rotinas para o reconhecimento de caracteres, o Leptonica, que possui rotinas para tratamento das imagens e o OpenCV, que é utilizado para fazer o processamento digital de imagens (OpenALPR, 2017).

A versão oficial do OpenALPR não possui suporte a placas brasileiras (OpenALPR, 2017), porém é possível adicionar suporte a placas de outras regiões. Para isso é necessário treinar o Tesseract-OCR para reconhecer estas placas.

5. CARACTERÍSTICAS DAS PLACAS NACIONAIS

A legislação brasileira estabelecida pelo Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN (2007), resolução 231 publicada em 15 de março de 2007, define o modelo de placas de identificação de veículos brasileiros que encontra-se em vigor até o ano de 2017.

De acordo com a legislação, as placas devem ter dimensões 400 x 130 milímetros quando se tratar de veículos particulares, de aluguel, oficial, de experiência, de aprendizagem e de fabricante, como mostrado na Figura 1. Para motocicleta, motoneta, ciclomotor e triciclos motorizados deve ser 187 x 136 milímetros, como mostrado na Figura 2. Além disso deve utilizar a fonte Mandatory em caixa alta, sendo o código de identificação composto por três caracteres alfabéticos e quatro caracteres numéricos.

Está previsto para uma alteração deste padrão de placas entrar em vigor em 2017, conforme pode ser visto na resolução 590 (CONTRAN, 2016). Este novo modelo conta com um layout que segue o padrão estabelecido pelo MERCOSUL para padronização de placas de identificação de veículos.

As principais alterações que vão impactar na detecção de placas de veículos são a fonte, que mudou de Mandatory para a FE Engschrift, com altura 65mm (Figura 3). Para motocicletas, triciclos, motonetas, ciclo elétricos, quadriciclos e ciclomotores será a mesma fonte com altura de 53mm (Figura 4). Além disso serão 7 caracteres alfanuméricos, não mais três caracteres alfabéticos seguidos de quatro numéricos como no modelo antigo.



Figura 1-Placa de automóveis resolução 231



Figura 2-Placa de motos resolução 231



Figura 3-Placa de automóveis resolução 590



Figura 4-Placa de motos resolução 590

Como pode-se observar, as placas das figuras 1 e 2 tem um padrão de caracteres, com isso é possível fazer um pós-processamento para descartar as interpretações de placas sem sentido. Como deste modo podemos eliminar opções erradas que poderiam ser aceitas, estaremos aumentando a confiabilidade do nosso sistema. Um caso similar a este foi apontado por Waldstein (2016), onde buscando as palavras reconhecidas por um algoritmo para digitalização de documentos em um dicionário, foi possível descartar interpretações errôneas causadas por letras parecidas. No caso das placas da resolução 231, figuras 1 e 2, podemos utilizar uma expressão regular para descartar as interpretações que possuam números nos três primeiros caracteres ou letras nos quatro últimos.

4. CONCLUSÕES

O reconhecimento de caracteres (OCR – Optical Character Recognition) é uma tecnologia que já é bastante utilizada e que ainda tem potencial para crescimento. Usa-se largamente essa tipo de tecnologia em escritórios para digitalização de documentos, bancos para detecção de fraudes em assinaturas e também em empresas de fiscalização, monitoramento e controle de veículos automotivos.

Com relação ao reconhecimento de placas automático (ALPR – Automatic License Plate Recognition), existem várias ferramentas que contam com algoritmos já implementados para tratamento, localização de placas, segmentação e interpretação dos caracteres, como por exemplo o OpenALPR. Para placas nacionais, como está prevista a mudança das placas para o modelo do MERCOSUL, que possui 7 caracteres alfanuméricos e não mais 3 letras e 4 números, a interpretação das placas está mais propensa a erros, pois não é mais possível assumir um padrão de placas através de uma expressão regular.

Mesmo com essa dificuldade a mais, é possível fazer o reconhecimento correto das placas se as mesmas estiverem em bom estado e a imagem estiver limpa e com boa resolução,

ou os algoritmos usados para tratamento, reconhecimento e interpretação sejam bem efetivos. Uma medida para prevenir erros de interpretação é, se possível, deixar as câmeras posicionadas em locais com iluminação controlada, pouco ruído e em ângulo favorável com relação às placas.

REFERÊNCIAS

BRITTO, A. S. et. al. *Técnicas em Processamento e Análise de Documentos Manuscritos. Programa de Pós Graduação em Informática Aplicada. PUCPR. 2001.*

CALUORI, U; SIMON, K. *Detextrive Optical Character Recognition With Pattern Matching on-the-fly. The Journal Of The Pattern Recognition Society 48. Swiss Federal Laboratories For Materials Testing And Research, Empa, Überlandstrasse 129, Dübendorf, Switzerland. 04 fev. 2017.*

CONTRAN. *Resoluções. Fonte: <http://www.denatran.gov.br/resolucoes>. Acesso em: 25 Fevereiro 2017.*

CONTRAN. *RESOLUÇÃO 231 DE 15 DE MARÇO DE 2007. Fonte: http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/RESOLUCAO_231.pdf. Acesso em: 25 Fevereiro 2017.*

CONTRAN. *RESOLUÇÃO N.º 590, DE 24 DE MAIO 2016. Fonte: <http://www.denatran.gov.br/images/Resolucoes/Resolucao5902016.pdf>. Acesso em: 25 Fevereiro 2017.*

GILLY, D.; RAIMOND, K. *A Survey on License Plate Recognition Systems. International Journal of Computer Applications. Volume 61– No. 6. 2013.*

GIMP. *Unsharp Mask. Fonte: <https://docs.gimp.org/en/plugin-unsharp-mask.html>. Acesso em: 20 abril 2017.*

GUPTA, M. R.; JACOBSON, N. P.; GARCIA, R. K. *OCR binarization and image pre-processing for searching historical documents. University of Washington, Seattle. 2006.*

HARRAJ, A. E.; RAISSOUNI, N. *OCR Accuracy Improvement on Document Images Through a Novel Pre-Processing Approach. The National School for Applied Sciences of Tetuan. Univeristy of Abdelmalek Essaadi. BP. 2222. M'Hannech II. 93030. Tetuan. Morocco. 2015.*

MATEI, O.; POP, P. C.; Valean H. *Optical character recognition in real environments using neural networks and k-nearest neighbor. Springer Science, Business Media New York. 2013.*

NAGY, G.; NARTKER, T. A.; RICE, S. V. *Optical Character Recognition: An illustrated guide to the frontier. Proceedings of SPIE--the international society for optical engineering, 2000, Vol.3967, pp.58-69.*

NGO, C.; CHAN, C. *Video text detection and segmentation for optical character recognition. Department of Computer Science, City University of Hong Kong, Tat Chee Avenue, Kowloon. 2004.*

OpenALPR. *Repositório Automatic License Plate Recognition library.* Fonte: <https://github.com/openalpr/openalpr>. Acesso em: 22 Fevereiro 2017.

OZBAY, S.; ERCELEBI, E. *Automatic Vehicle Identification by Plate Recognition.* *International Journal of Electrical, Computer, Energetic, Electronic and Communication Engineering* Vol:1, No:9, 2007.

PEIXOTO, S. P.; CÁMARA-CHÁVEZ, G.; MENOTTI, D.; GONÇALVEZ, G.; SCHWARTZ, W. R. *Brazilian License Plate Character Recognition using Deep Learning.* *Universidade Federal de Ouro Preto Ouro Preto, MG, Brazil.* 2014.

QADRI, M. T.; ASIF, M. *AUTOMATIC NUMBER PLATE RECOGNITION SYSTEM FOR VEHICLE IDENTIFICATION USING OPTICAL CHARACTER RECOGNITION.* *International Conference on Education Technology and Computer, Sir Syed University of Engineering & Technology, Pakistan.* 2009.

RUOSO, F. G. *USO DE TÉCNICAS PARA RECONHECIMENTO DE CARACTERES EM PLACAS AUTOMOTIVAS VOLTADO AO CONTROLE DE ACESSO EM LOCAIS PRIVADOS.* *Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM.* Marília. 2014.

SIRITHINAPHONG, T.; CHAMNONGTHAI, K. *Proceedings of the fifth international symposium on signal processing and its applications.* Brisbane, Queensland, Australia. 1999.

SULIMAN, A.; SULAIMAN, M. N.; OTHMAN, M.; WIRZA, R. *Chain Coding and Pre Processing Stages of Handwritten Character Image File.* *Electronic Journal of Computer Science and Information Technology (eJCSIT), Vol. 2, No. 1, 2010.*

Transparency Market Research. *Optical Character Recognition Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast 2016 – 2024.* Fonte: <http://www.transparencymarketresearch.com/optical-character-recognition-market.html>. Acesso em: 20 abril 2017.

WALDSTEIN, R. *A Simple, Effective Post-Processing OCR Improvement.* *Magazine Computer in Libraries, Info Today.* December, 2016.

YU, M.; KIM, Y. D. *An Approach to Korean License Plate Recognition Based on Vertical Edge Matching.* *Ajou University - Suwon, 442-749, Korea.* 2000.