

Reconhecimento de caracteres veicular para gestão de segurança em residências

Lucas S. Livero¹, Mario Angel²

¹ Faculdade Fucapi - Instituto de Ensino Superior Fucapi

² UFAM - Universidade Federal do Amazonas

Manaus, AM - Brasil

Abstract. *Performing auto license plate identification is one of the most important applications in the field of computer vision. With the need to create a fast and robust solution with open source technology, this work implements a solution to prohibit the entry of unused vehicles. , using a convolutional neural network to find automotive license plates and the Tesseract OCR library for character recognition, thus checking the database to see if license plate numbering exists to allow or deny access to the vehicle.*

Resumo. *A realização da identificação automática de placa de automóveis é umas das aplicações mais importantes na área da visão computacional, tendo a necessidade de criar uma solução rápida e robusta com tecnologia open source, este trabalho implementa uma solução para proibir a entrada de veículos não autorizados, utilizando uma rede neural convolucional para encontrar as placas automotivas e a biblioteca Tesseract OCR para realizar o reconhecimento dos caracteres, assim verificando no banco de dados se a numeração da placa existe para permitir ou negar acesso ao veículo.*

1. Introdução

O processamento digital de imagens vem crescendo muito rapidamente e sendo posto em prática em várias áreas do conhecimento que necessitam de métodos capazes de realçar informações para interpretação humana ou processar dados de uma forma automática para serem utilizados posteriormente de acordo com a necessidade da aplicação.

A identificação automática das placas de veículos tem se tornado uma das mais importantes aplicações na área de visão computacional para proporcionar conforto e segurança ao usuário, sendo que o mesmo não precisa interagir de nenhuma forma com o sistema, de acordo com Ruoso (2014).

Nos ambientes residenciais, onde é necessário haver controle de acesso de veículos, a falta de segurança e controle das pessoas que estão autorizadas à adentrar a

estes locais tem se tornado um fator muito relevante pois o aumento do número de assaltos tem se tornado cada vez mais frequentes nestes ambientes pelo motivo de muitas das vezes suas localizações serem em lugares não movimentados.

Visando a problemática e com intuito de oferecer um sistema de identificação de placas de carros e reconhecimento dos caracteres destas placas e com automatização do controle de acesso destes veículos, utilizando uma rede neural convolucional (RNCs) para realizar a detecção de automóveis e de suas placas, após esta detecção a imagem detectada passa pelo processo de reconhecimento óptico de caracteres (OCR), utilizando-se da biblioteca Tesseract OCR, realizando uma série de técnicas para realizar o reconhecimento de caracteres, e após de realizar a captura do valor da placa do automóvel é verificado se a mesma está cadastrada no sistema, caso esteja devidamente cadastrada é aberto o portão ou cancela.

Este trabalho tem como objetivo de aplicar técnicas otimizadas de processamento digital de imagem em um sistema que se utiliza do reconhecimento de caracteres em placa de veículos para automatizar o controle de acesso de locais residências.

2. Fundamentação Teórica

Segundo Souza (2000), o monitoramento de várias características de viagens e fluxo de tráfego urbano por meio da tecnologia de vídeo está sendo usada cada vez mais para o planejamento de transporte e gerenciamento de tráfego e a escolha do algoritmo de pré-processamento de imagem é o passo essencial para garantir a robustez de um sistema que gerencia o controle de todo este tráfego, sendo neste passo que irá ser tratado as mais variadas situações de trânsito e condições de iluminação e climática das placas de veículos. Assim ele traz o algoritmo de binarização local adaptativa Niblack para realizar a verificação de dígitos e o algoritmo de análise por variação tonal para a realização da identificação da placa.

No trabalho de Ruoso (2014) é abordado a utilização de duas ferramentas o OpenCV e a OCR Tesseract, implementando com a linguagem de programação Java, para realizar o processo de reconhecimento dos caracteres de placa de automóveis. A primeira etapa deste processo é a captura da imagem e a realização da identificação da

placa na imagem dando início ao processo é pego os frames e aplicando o filtro de smooth para deixar em escalas de cinzas e depois utiliza-se o filtro de canny para realizar a detecção das bordas da placa, onde depois é utilizado um algoritmo de binarização na imagem para poder aplicar um algoritmo de segmentação para corrigir falhas na imagem e após este processo foi utilizado o Tesseract OCR para realizar a identificação dos caracteres da placa do automóvel.

A abordagem utilizada para a abertura automática de portões de ambientes privados como hotéis condomínios e estacionamentos, pois permite um controle mais apurado do fluxo de veículos e assim provendo uma maior segurança para as pessoas que frequentam aquele ambiente e teve como resultado um embasamento para a implementação de um sistema mais robusto, considerando os pontos negativos a serem aprimorados, como o algoritmo de identificação e o ajuste do método de segmentação para que assim, possa se tornar um produto final.

Neste artigo foi escolhido a utilização de redes neurais para realizar a detecção das placas automotivas pois no trabalho de Kurpiel et al. (2017) apresentou uma alta taxa de acerto na detecção, para o reconhecimento de caracteres foi escolhido a biblioteca Tesseract OCR por ter apresentado bons resultados no trabalho de Ruoso (2014) e por ser *open source*, toda a comunidade ajuda a melhorar a biblioteca tornando-a bem robusta.

3. Metodologia

Neste tópico estará descrito como foi realizado a construção de cada etapa do sistema e também como está organizado arquiteturalmente todos seus módulos. O sistema está dividido entre os módulos de reconhecimento da placa de automóvel, API em java, Spring Boot, para cadastro e consulta de placas cadastradas, módulo web, Angular 2+, para o usuário ter acesso ao cadastro e consulta das placas já cadastradas no sistema e outra API em arduino, ESP32 NodeMCU, para realizar a abertura automática do portão, como mostrado na figura 1.

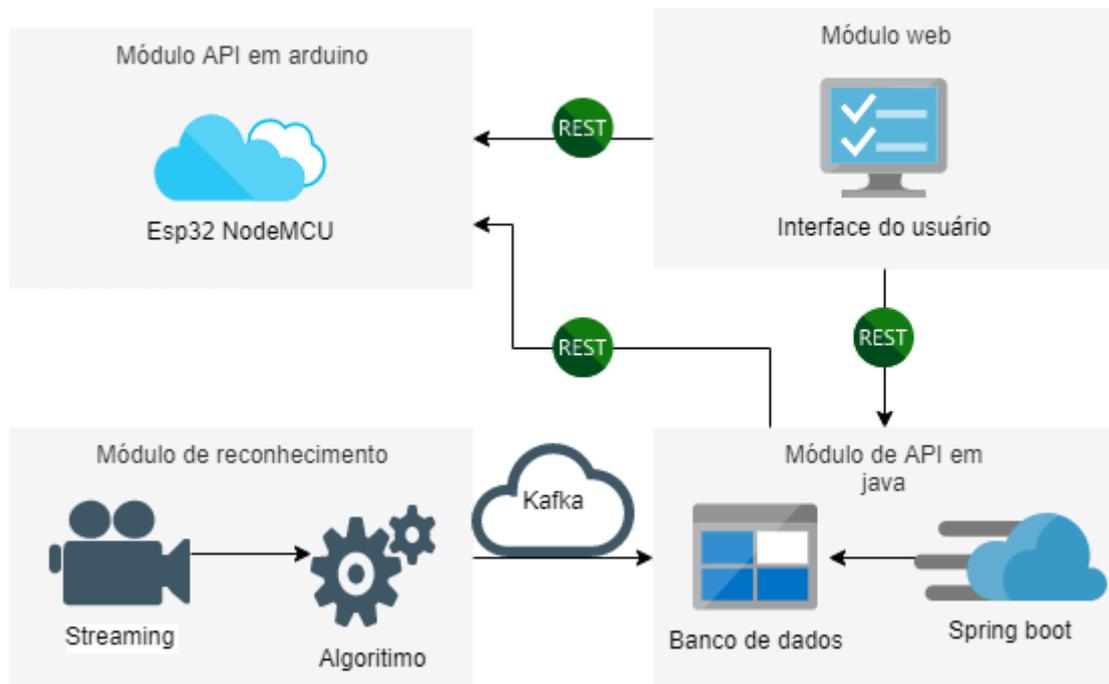


Figura 1 - modelo do processo para realizar a abertura do portão

A implementação e os experimentos foram realizados em uma máquina Intel Core i7 (2,4 GHz) com 16GB de RAM executando linux com uma placa gráfica GeForce GTX-1070 de 8 GB de RAM. A implementação foi realizada em C++, usando a ferramenta OpenVINO.

3.1 Módulo de reconhecimento

As etapas realizadas no processo de reconhecimento dos caracteres alfanuméricos de placa de veículos são: Aquisição da imagem, processamento da imagem, localização da placa, extração dos caracteres e reconhecimento dos caracteres, como mostrado na figura 2.

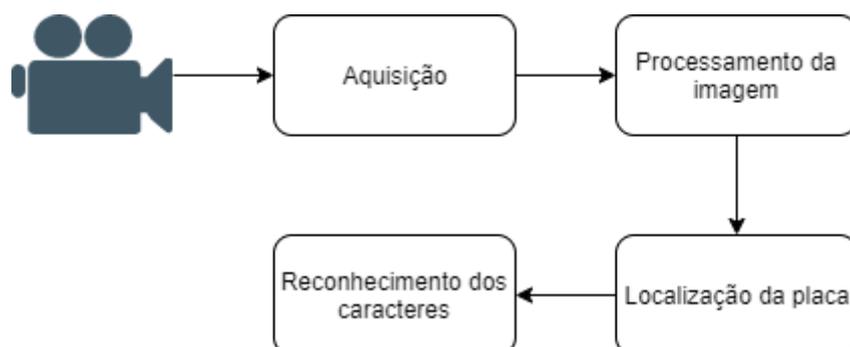


Figura 2 - modelo do processo para realizar a abertura do portão

3.1.1 Aquisição da imagem

Nesta etapa é utilizado um dispositivo de captura de vídeo e a aplicação se comunica recebendo a transmissão dos dados da câmera (*Frames*) para a transformação destes dados em imagens digitais monocromáticas, em escalas de cinza, que será explicado na próxima etapa, processamento da imagem.

3.1.2 Processamento da imagem

O processamento da imagem é a realização de transformar a imagem digital colorida recebida pelo processo de aquisição da imagem para uma imagem digital monocromática, pois para o processo de reconhecimento de caracteres não se é necessário o uso da informação da cor dos pixels da imagem.

A conversão da imagem é realizada através da análise da intensidade das três cores básicas, vermelho, verde e azul que são as formadoras de cada pixel de uma imagem colorida, então cada pixel de uma certa cor tem a junção destes três tipos de cores.

Esta conversão gera um resultado parcial do sistema de cores RGB (red, green, blue) para um sistema HSL (hue, saturation, luminance), assim sendo parcial pois no momento desta conversão só é gerado o componente L do sistema HSL, que significa luminância. Este sendo responsável pela informação da intensidade presente em uma imagem.

Após este processo é passado para a próxima etapa onde é realizado a localização da placa, umas das partes mais cruciais do sistema.

3.1.3 Localização da placa

Nesta etapa após ser feito todo processamento necessário na imagem é realizado a tentativa de localização da placa do veículo na imagem, utiliza-se uma rede neural convolucional, onde de acordo com Kurpiel et al. (2017) a imagem é dividida em sub-regiões e a placa do automóvel deve estar nelas, para poder ocorrer a sua detecção. As sub-regiões devem ser grandes o suficiente para conter toda a placa, bem como seus pixels adicionais ao redor, e sendo que apenas uma placa apareça na mesma sub-região. Essa maneira, a RNC terá informações suficientes para aprender a diferença entre a

textura da placa e a textura ao seu redor, tornando-se robusta contra a classificação incorreta do texto da cena como uma placa de carro.

As sub-regiões estão divididas em 120 pixels de largura por 180 de altura. Eles estão uniformemente espaçados com o espaço entre o centro das sub-regiões vizinhas.

Mesmos depois de localizar a placa é possível que a mesma não esteja em uma angulação adequada para que seja feito o reconhecimento dos caracteres, vendo este obstáculo é necessário realizar outro processamento na imagem para que seja corrigido o ângulo de perspectiva de acordo com as coordenadas dos vértices.

3.1.4 Reconhecimento dos caracteres

Nesta etapa para realizar a leitura dos caracteres da placa automotiva é utilizada a biblioteca Tesseract OCR para concluir este processo e retornar o resultado obtido. A imagem utilizada para fazer o reconhecimento precisa ter passado por todas as etapas anteriores para que seja tratada com a finalidade de aumentar a taxa de sucesso na biblioteca de reconhecimento.

A implementação com a Tesseract OCR substituiu a criação e o treinamento de uma RNA que deveria ser realizado para se alcançar uma alta taxa de sucesso no reconhecimento dos caracteres. Ao invés disso, somente um filtro de configuração é utilizado na chamada da OCR para identificar quais caracteres são aceitáveis em cada posição a ser reconhecida.

Ao finalizar a etapa do OCR e ter como resultado um conjunto de caracteres da placa do automóvel esta mensagem é colocada no apache kafka para ser lida pelo módulo de API em java.

3.2 Apache Kafka

O Apache Kafka é um sistema para gerenciamento de fluxos de dados em tempo real, gerados a partir de web sites, aplicações e sensores. O Kafka age como uma espécie de “sistema nervoso central”, que coleta dados de alto volume como por exemplo a atividade de usuários (clicks em um web site), logs, cotações de ações, dentre outras, e torna estes dados disponíveis como um fluxo em tempo real para o consumo por outras aplicações.

3.3 Módulo de Api em java

Neste trabalho será utilizado a linguagem de programação Java com o Framework Spring Boot. O Spring cuida da infraestrutura do projeto, deixando ao desenvolvedor somente a preocupação com as regras de negócio da aplicação. O modelo Spring Boot, busca solucionar a complexidade da inicialização e gerenciamento de dependências de um projeto com Spring.

Este módulo se comunica com o módulo de reconhecimento, através do apache kafka, para realizar as consultas das placas cadastradas no banco de dados e comparar com as placas detectadas pela etapa de reconhecimento de caracteres e caso a numeração da placa esteja cadastro no sistema é realizado a comunicação com módulo de API em arduino via REST para realizar a abertura do portão.

3.4 Módulo web

O módulo Web desenvolvido neste trabalho foi utilizando o Angular na versão 6.0, que é um framework javascript para a construção de SPAs (Single Page Application) ou Aplicação de Página Única de código aberto criada pelos desenvolvedores da Google.

Neste módulo o usuário pode realizar uma interação entre o usuário e toda lógica de negócio de forma mais agradável. E também é realizado o cadastro das placas que estão autorizadas à adentrar no ambiente que está sendo monitorado.

3.5 Módulo de Api em arduino

Neste módulo é utilizado um hardware de baixo custo, ESP32 NodeMCU que permite a criação de um webservice que recebe requisições HTTP e é integrado a placa controladora do motor do portão para realizar a comunicação serial de abertura ou fechamento do portão.

4. Resultados

Na realização dos testes foi-se necessário a criação de um modelo de rede neural convolucional, onde contém 1829 imagens com 1920 X 1082 pixels, sendo separada em 5 grupos com cada um com suas características como pode ser visto na tabela 1. Este modelo foi disponibilizado pelo Kurpiel, Francisco et al. Para a realização do treinamento do modelo foi utilizado a biblioteca TensorFlow e após a geração deste

modelo de rede se tornou necessário converter para o modelo da ferramenta do OpenVINO onde eles disponibilizam scripts de conversão de vários modelos para o modelo utilizado por eles.

| Grupo | Quantidade de imagens | Quantidade de placas | Qualidade |
|-------|-----------------------|----------------------|-----------|
| 1 | 119 | 254 | H |
| 2 | 209 | 437 | L |
| 3 | 435 | 875 | N |
| 4 | 331 | 658 | N,R |
| 5 | 735 | 1846 | L,B |
| Total | 1829 | 4070 | |

Tabela 1. Informação do modelo. As opções de qualidade são: “H” alta qualidade, “N” frames afetados por ruído artificial ou natural, “L” frames afetados por condições severas de iluminação, “B” desfoque de movimento e “R” chuva.

Na implementação do algoritmo do módulo de reconhecimento foi utilizado a ferramenta OpenVino que disponibiliza um algoritmo *Open Source* escrito em c++ que tem uma abordagem baseada na RNC para a detecção de placas de automóveis e outra RNC para reconhecer os caracteres da placa encontrada porém o algoritmo foi modificado para utilizar a biblioteca Tesseract OCR que irá realizar o reconhecimento de caracteres.

Os módulos do sistema se comunicam via requisições RESTs porém a comunicação entre o módulo de reconhecimento e o modo de API em java utilizam uma ferramenta chamada Apache Kafka, é uma plataforma distribuída de mensagens, ou seja, ela permite que vários serviços independentes de qual linguagem forem implementadas poderão se comunicar através de filas de mensagens.

Nos testes realizados foi comparado a proposta deste artigo com as descritas na seção 2. A precisão de ambos os algoritmos são mostrados na figura 3. Os experimentos foram realizados utilizando o conjunto de imagens para treinar o modelo de rede neural e analisando e tirando todas as métricas indicam que o detector de placa com RNC é mais rápido ou tem tempo similar com os outros algoritmos, tem maior acurácia e sendo mais robusto, podendo aumentar sua acurácia de acordo que for adquirindo mais

imagens em diferentes ambientes e condições para aumentar a robustez da RNC, porém foi notado que com uma variação muito grande de luminosidade e com a deterioração da placa o sistema confunde algumas letras e números como mostrado na figura 5. Mostramos na figura 4 amostras de placas encontradas pelo algoritmo desenvolvido.

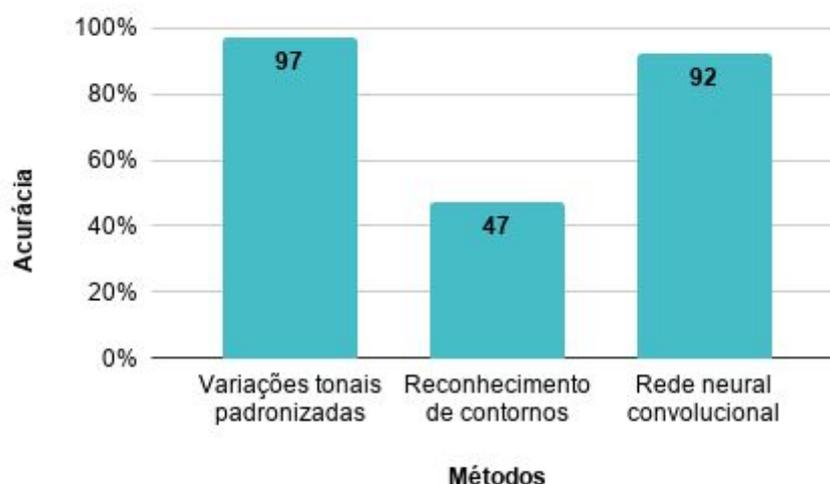


Figura 3. Gráfico de comparação de acurácia entre os métodos citados.



Figura 4. Exemplos de detecção da placa e extração dos caracteres.



Figura 5. Exemplos de detecção da placa e extração dos caracteres com error.

5. Conclusão

Neste artigo, tendo como justificativa a implementação de um sistema de reconhecimento de caracteres veicular com tecnologia *open source*. No entanto, foi utilizado a ferramenta OpenVINO que é um algoritmo baseado em rede neural convolucional para detectar placa de automóveis em uma imagem e em conjunto foi utilizado a biblioteca Tesseract OCR para extrair os caracteres da placa detectada assim realizando a abertura automática de portões em locais residenciais. O algoritmo mostrou uma boa velocidade em tempo de execução e mostrou-se também uma boa precisão de localização da placa e de extração correta dos caracteres. A utilização dessas bibliotecas e ferramentas *open source* como o OpenVINO e Tesseract OCR foi a chave para conseguir criar um sistema robusto com pouco tempo de desenvolvimento.

No futuro, será ampliado a rede neural para placas de carros com mais imagens em diversos ambientes e condições para se conseguir melhor ainda mais a taxa de acurácia de detecção das placa automotivas, a realização de técnicas de rastreamento das placas de automóveis entre os frames da câmera de vigilância e melhorar o sistema de abertura acrescentado outros sensores para aumentar a segurança.

Referências

- Campos, Tatiane. (2001) “Utilização de algoritmos de pré- processamento digital de imagem para reconhecimento de caracteres alfanuméricos de placa de veículos”.
- Souza, Fernando. (2000) “Utilização de algoritmos de pré-processamento digital de imagem para reconhecimento de caracteres alfanuméricos de placa de veículos”.
- Leite, Bruno. (2005) “Detecção de Imagens Digitalizadas de Placas de Automóveis por Meio de Filtragem Casada”.
- Ruoso, Felipe. (2014) “Uso de Técnicas para Reconhecimento de Caracteres em Placas Automotivas Voltado ao Controle de Acesso em Locais Privados”.
- Gonzales, Rafael and Woods, Richard. (2017) “Digital Image Processing - 4th edition”.
- Takano, Márcio. (2016) “Proposta de aplicativo para controle de fluxo de trânsito usando Arduino e câmera com OPENCV”.
- Kurpiel, Francisco, Minetto, Rodrigo and Nassu, Bogdan. (2017) “Convolutional Neural Networks for License Plate Detection in Images”.