



Instituto Federal do Amazonas - IFAM
Campus Manaus Distrito-Industrial - CMDI
Curso de Engenharia de Controle e Automação

Fulano de Tal

TITULO PINCIPAL

Manaus, AM

2017

Fulano de Tal

TITULO PRINCIPAL

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal do Amazonas (IFAM-CMDI), como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação.

Orientador: Prof. M.Sc. Anderson Gadelha Fontoura

Manaus, AM

2017

R696m

Fulano de Tal

TITULO PNCIPAL/ Fulano de Tal. – Manaus, AM, 2017-
23 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Prof. M.Sc. Anderson Gadelha Fontoura

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Instituto Federal do Amazonas -
IFAM

Campus Manaus Distrito-Industrial - CMDI

Curso de Engenharia de Controle e Automação, 2017.

1. Reconhecimento de Caracteres. 2. Reconhecimento de Padrões. I. Anderson
Gadelha Fontoura. II. Centro Universitário do Norte - UNINORTE. III. Curso de
Engenharia Elétrica. IV. Melhoria de Segurança em Portões Eletrônicos Utilizando
Reconhecimento de Padrões.

CDU 621.319

Fulano de Tal

TITULO PINCIPAL

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal do Amazonas (IFAM-CMDI), como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação.

Trabalho aprovado em: 27 de junho de 2017
Manaus, AM

BANCA EXAMINADORA

**Prof. M.Sc. Anderson Gadelha
Fontoura (Presidente)
UNINORTE**

**Prof. MSc. Francisco da Silva Coelho
(Membro)
UNINORTE**

**Prof. MSc. Weverson dos Santos
Cirino (Membro)
UNINORTE**

Dedico este trabalho a minha mãe, minha esposa Geysy Almedia, meus filhos e a toda a minha família que, com muito esforço e carinho, não mediram esforços para que pudesse chegar até esta etapa de minha vida

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus por ter me iluminado e permitido que até aqui eu chegasse.

Agradeço ao corpo Docente dessa universidade.

Agradeço ao meu orientador, professor Anderson Gadelha, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas correções e incentivos.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente participaram da minha caminhada acadêmica.

O meu muito obrigado.

“É somente através da ajuda mútua e das concessões recíprocas que um organismo agrupando indivíduos em número grande ou pequeno pode encontrar sua harmonia plena e realizar verdadeiros progressos”.

(Jigoro Kano)

Resumo

Em virtude do aumento exponencial das frotas de carros e a ampla necessidade em ter um maior controle de acesso de automóveis a ambientes fechados, é importante que sistemas de reconhecimento automático de placas veiculares possam ser utilizados de forma simples e que controlem o acesso de veículos a ambientes fechados, apenas necessitando da supervisão humana. Atualmente, torna-se viável implementar esses tipos de sistemas utilizando uma tecnologia de baixo custo. Este trabalho apresenta um método de reconhecimento automático de placas de veículos com base em reconhecimento de padrões. Utilizando um microcomputador Raspberry Pi 3 como unidade controladora do sistema, uma *webcam*, um sensor ultrassônico e um motor DC de um drive de CD-ROM, para simular o portão eletrônico. Após a aquisição da imagem, o sistema segue as seguintes etapas: pré-processamento da imagem, extração da área da placa, reconhecimento dos caracteres utilizando o classificador kNN e a tomada de decisão para o acionamento do portão eletrônico. O resultado obteve um índice de reconhecimento de 92% das placas as quais foram submetidos nos testes e um bom desempenho do sistema completo em funcionamento sendo executado em cerca de 10 segundos para a realização do processo.

Palavras-chaves: Reconhecimento de Caracteres. Reconhecimento de Padrões. Visão Computacional. Classificação. Controle.

Abstract

Due to the exponential increase in car fleets and the widespread across many cities, security is needed for a greater access control of cars parking garages. It's important that automatic vehicle-plate recognition systems can be used to control vehicle access to these environments, only needing human supervision. Currently, it's feasible to implement these types of systems using a low-to-zero cost technology. This work presents a method of automatic recognition of vehicle-plates based on pattern recognition. Using a Raspberry Pi 3 microcomputer as a system controller unit, a webcam, an ultrasonic sensor and a DC motor (from a CD-ROM drive) to simulate the electronic gate, is possible to create a system capable of using the vision sensor to direct feed the source code with a vehicle-plate to check if that car with same plate can be allowed to enter in parking garage or not. After the image acquisition, the system follows the following steps: Image pre-processing, plate extraction area, character recognition using the kNN classifier and electronic gate operation through a decision making. The result shows a recognition success rate of 92% of the plates, to which the tests were submitted and a reasonable performance of the complete system in operation, being executed in approximately 10 seconds for the accomplishment of the complete process.

Key-words: Characters Recognition. Pattern Recognition. Computer Vision. Classification. Control.

Lista de ilustrações

Lista de tabelas

Lista de abreviaturas e siglas

ANN	<i>Artificial Neural Network.</i>
BLE	<i>Bluetooth Low Energy.</i>
CD	<i>Compact Disk.</i>
DC	<i>Direct Current</i> ou Corrente Direta.
kNN	<i>k-Nearest Neighbors.</i>
OCR	<i>Optical Character Recognition</i> ou Reconhecimento Óptico de Caracteres.
PDI	Processamento Digital de Imagens.
SBC	<i>Single Board Computers.</i>
SIFT	<i>Scale-Invariant Feature Transform.</i>
SoC	<i>System-on-Chip.</i>
SVM	<i>Support Vector Machines.</i>
VGA	<i>Video Graphics Array.</i>

Sumário

	Introdução	13
1	CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	MOTIVAÇÃO	16
1.3	PROBLEMÁTICA	16
1.4	HIPÓTESES	16
1.5	OBJETIVOS	17
1.5.1	Objetivo Geral	17
1.5.2	Objetivos Específicos	17
1.6	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	17
	Conclusão	19
	REFERÊNCIAS	21

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico possibilita um expressivo desenvolvimento de aplicações que auxiliam o homem e as vezes até o substituem em algumas tarefas diárias. Esses avanços surgiram da necessidade do homem fazer com que as máquinas pudessem replicar habilidades humanas simplificando e automatizando tarefas complexas (FORSYTH; PONCE, 2012).

Uma das habilidades humanas essenciais para o cotidiano e maximização do trabalho, é a visão. Porém, para uma máquina emular a visão humana se torna muito complexo devido a vários fatores externos como luminosidade, oclusão, distância e algoritmos que somente o cérebro humano, até o momento é capaz de replicar. Estes processos acabam dificultando a compreensão do conteúdo da imagem adquirida pela máquina. O campo da ciência que estuda a forma como as máquinas enxergam e compreendem o mundo exterior é chamado de Visão Computacional.

Segundo (DAWSON-HOWE, 2014), a Visão Computacional é a análise automática de imagens e vídeos por computadores, a fim de obter alguma compreensão do mundo real e é inspirada nas capacidades do sistema de visão humana. Um dos campos da visão computacional que pode-se utilizar é o reconhecimento de padrões. Para Theodoridis e Koutroumbas (2009), o reconhecimento de padrões é a disciplina cujo objetivo é a classificação de objetos em uma série de categorias ou classes (caracteres). Esses objetos podem ser imagens ou formas de onda de sinal ou qualquer tipo de medidas que precisam ser classificadas.

De forma geral a Visão Computacional e o reconhecimento de padrão buscam prover as máquinas conhecimento suficiente para auxiliar o homem em suas necessidades de identificar objetos automaticamente sem que, para isso, possa ter a intervenção humana.

Várias aplicações nos dias de hoje utilizam as tecnologias providas pela visão computacional e pelo reconhecimento de padrões (DUDA; HART; STORK, 2001). Exemplos são: detecção de pessoas em certos ambientes, reconhecimento de peças e medidas por câmera, reconhecimento facial, entre outros. Um processo que chama atenção também, é o uso dessa tecnologia para o reconhecimento de veículos, por exemplo. Devido ao crescimento de frotas de veículos particulares e a facilidade em ter acesso a um (ODIA, 2016; REIS, 2014), cresce também a demanda pelo controle e a identificação desses veículos. Visto que também a criminalidade e a falta de segurança de acesso a condomínios privados vem aumentando (ODIA, 2017; PRADO; ARCOVERDE, 2017; REDE, 2017). Para tentar diminuir esse problema e aumentar a segurança, o reconhecimento automático de placas veiculares faz-se necessário pela melhoria de segurança em determinados ambientes através

do controle de acesso de quem entra e trafega em determinados locais, por exemplo.

Contudo, visto que podem existir vários problemas com relação a determinação dessas placas devido a não-uniformidade da cena (isto é, problemas de iluminação, oclusão, entre outros), deve-se treinar um sistema computacional que possa, com certa eficácia, encontrar uma placa e reconhece-la. Visto que isso é possível através de sistemas de fácil acesso e atuais (GABRIC, 2014).

Há de se tentar resolver estes problemas citados através do desenvolvimento de um sistema que seja capaz de identificar de forma automática os caracteres contidos nas placas de matrícula veiculares. O resultado do reconhecimento dos caracteres será a base para a tomada de decisão do sistema.

Por isso, este trabalho busca construir um sistema que seja capaz de reconhecer e identificar a placa de um carro e os caracteres da placa de um veículo e permitir que o mesmo possa, ou não, acessar um estacionamento privativo. O autor, através de várias pesquisas, buscou completar essa tarefa através da combinação de ferramentas com o *framework* OpenCV, a linguagem de programação *Python* e o microcomputador *Raspberry Pi* executando o sistema operacional *Raspbian*. Justamente para prover um sistema simples, relativamente barato e de livre acesso a possíveis replicações pelos leitores.

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Devido ao crescimento populacional e suas necessidades, as frotas de veículos também estão aumentando exponencialmente, isso reflete diretamente na necessidade de se ter um maior acesso ao controle de automóveis. Com a crescente demanda pelo aumento de segurança em locais fechados e um maior controle no acesso de seus moradores, torna-se hoje em dia imprescindível que a segurança eletrônica seja automatizada, rápida e eficaz na identificação de seus moradores. Além da observação e verificação humana, o sistema de reconhecimento de veículos através da identificação da sua placa pode aumentar a segurança. Por isso, é de suma importância que sistemas de reconhecimento automático de placas de carro sejam implementados em ambientes reservados e particulares e com um melhor controle de acesso para seus moradores, onde a intervenção humana seja minimizada ou quase não necessária nesse contexto, apenas a supervisão.

A tecnologia atual tornou-se barata, competitiva e compacta, então torna-se fácil implementar sistemas de certa robustez em dispositivos com essas características, como é o caso do microcomputador Raspberry Pi utilizado nesse trabalho. Com sistemas e Hardwares *Open Source* se popularizando, torna-se barato implementar sistemas dessa natureza aumentando o nível de segurança e controle de veículos que trafegam dentro de condomínios.

1.1 JUSTIFICATIVA

O reconhecimento automático de placa de matrícula de carros é uma tarefa importante que visa automatizar o controle de acesso em portões eletrônicos. Esse tipo de aplicação já é muito utilizado em muitos setores da sociedade, segundo Babu e Raghunadh (2016): “A detecção de placas de matrícula pode ser usada em muitas aplicações, tais como controle de tráfego, controle de velocidade, identificação dos carros roubados, portões de pedágio, aplicação de segurança, etc.”.

Então, com base neste pretexto, o autor buscou um método simples e automático para tentar aumentar a segurança de sistemas que usam cancelas para acesso a determinados ambientes de estacionamento veicular. Como a aplicação utilizará basicamente uma câmera e algoritmos, o custo e a replicação do experimento são de fácil e livre acesso ao todos. Apenas algumas peças de hardware devem ser adicionadas ao projeto final em ordem de completar o processo como um produto completo para qualquer situação (dentro do escopo de acesso veicular).

1.2 MOTIVAÇÃO

Este trabalho foi motivado pela espera na identificação de um veículo e seu condutor de forma manual em duas portarias num determinado ambiente reservado, onde se faz a necessidade da criação de aplicações automatizadas para o controle de acesso a lugares reservados de modo rápido, preciso e quase sem a necessidade da intervenção humana através de uma forma eficiente de se obter informação ao acesso de veículos. Visto que, é comum nos dias de hoje haverem acessos indevidos a condomínios e até mesmo a residências urbanas por estranhos sem autorização e ladrões. O que intriga o autor, é que tecnologias com esta citada no trabalho, já são bem comuns em cidades do Brasil a anos e na sua cidade, Manaus-AM, é raro ver esse tipo de adicional a segurança, mesmo em condomínios e prédios relativamente novos.

1.3 PROBLEMÁTICA

A demora na identificação de um veículo e seu condutor feito de forma manual e acessos indevidos em ambientes fechados e um sistema de controle eficiente, são problemas que o autor tenta buscar a solução através do um desenvolvimento possível de um sistema de reconhecimento automático de placas veiculares, que é uma tecnologia bastante usada hoje em dia pela computação, mas pouco explorada por acadêmicos de engenharia elétrica. Por ser, geralmente, de código aberto e gratuito, os algoritmos que são utilizados na Visão Computacional podem solucionar o problema com eficácia, na visão do autor.

1.4 HIPÓTESES

- A utilização de uma *Webcam* de baixo custo poderá afetar na resolução da imagem adquirida. Contudo, é possível adicionar algumas etapas de processamento digital de imagens com uso de filtros de correção de cor e de iluminação para maximizar a qualidade da imagem;
- Poderá haver erros na identificação dos caracteres nas placas dos carros, devido ao fato que nenhum método é perfeito. O algoritmo de treinamento de identificação dos caracteres pode não reconhecer corretamente ou haver alguma distorção na imagem que impossibilite o reconhecimento de algum caractere. Ainda lembrando que, dependendo da fonte utilizada na placa, o treinamento de caracteres pode perder muito a taxa de acerto. A fonte deve ser levada em conta aqui;
- Pode ser possível que, mesmo com todas as soluções apontadas, a câmera acabe não reconhecendo a placa devido alguns problemas na cena. Por isso, a câmera ficará colocada em posição bem favorável para captura correta da imagem da placa.

Talvez, seja necessário ajustar o ambiente para melhorar a captura, como iluminação artificial e posicionamento da câmera para evitar oclusões.

1.5 OBJETIVOS

Serão apresentados os seguintes objetivos deste trabalho a partir das análises realizadas inicialmente para essas abordagens.

1.5.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema de reconhecimento automático da placas de matrícula veicular para aumentar a segurança e o controle de acesso de veículos em ambientes reservados.

1.5.2 Objetivos Específicos

- a. Aumentar a performance do algoritmo de detecção de caracteres em ordem de diminuir os erros;
- b. Desenvolver um protótipo de um portão eletrônico para simular o funcionamento do sistema e construir o algoritmo de acionamento do mesmo;
- c. Realizar a comparação de custo de construção do protótipo do sistema com outros sistemas prontos no mercado para verificar se o valor de acesso se mantém baixo e de fácil acesso.

1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em ordem sequencial com uma breve descrição dos conteúdos dos capítulos:

- **Fundamentação Teórica:** é o capítulo 2 deste trabalho. Apresenta conceitos e definições de assuntos relacionados a visão computacional e suas etapas. São estudadas as teorias relacionadas ao processo de reconhecimento da imagem, das ferramentas (aplicativos e as bibliotecas utilizadas do OpenCV) e do hardware empregado neste trabalho;
- **Trabalhos Correlatos:** é o capítulo 3 deste trabalho. Mostra vários trabalhos que foram abordados na área de visão computacional que serviram de embasamento para a busca de uma solução no reconhecimento automático de placas veiculares utilizando reconhecimento de padrões;

- **Método Proposto:** é o capítulo 4 deste trabalho. Aqui é abordado a forma de como chegar a solução do objetivo geral proposto, apresentando os métodos para alcançar a resolução desejada;
- **Resultados:** é o capítulo 5 deste trabalho. Apresenta os resultados obtidos após a conclusão do objetivo geral e do específicos que foram concluídos, falando também das suas possíveis limitações;
- **Conclusão e projetos futuros:** finaliza o trabalho trazendo abordagens sobre o sucesso dos resultados obtidos e possíveis falhas nos objetivos específicos que não foram alcançados, sugerindo uma melhoria no método proposto e trabalhos futuros que venham agregar alguma possível melhoria ao projeto.

Conclusão

O proposito deste trabalho foi o desenvolver um sistema de reconhecimento automático da placa de matricula de carro utilizando reconhecimento de padrões para melhoria de segurança em portões eletrônicos.

Com esta finalidade o projeto foi concebido para fazer com que através de uma Webcam comum, um sensor ultrassônico, um pequeno motor DC (em um drive de CDROM) e um microcomputador de pequeno porte que pudessem simular e executar um sistema de reconhecimento de padrão e controlar todo o hardware empregado no sistema, podendo ser utilizado para controlar o acesso de entrada em ambientes fechados.

Para a criação do sistema foram implementados e adaptados algoritmos de reconhecimento de padrão e o de acionamento de abertura e fechamento do portão, foi feito um protótipo simples com os hardwares já descritos.

O sistema de reconhecimento em alguns momentos apresentou falhas ao tentar reconhecer caracteres como por exemplo a letra 'W'. A distância também foi um fator que contribuiu muito para a ineficácia do reconhecimento e o posicionamento da câmera em certos ângulos (maiores que 30°).

A câmera assim como o sensor têm que estar em uma posição estável sem movimentos ou vibrações. Notou-se que quando a haste da câmera junto com o sensor era movida, havia falha ou no sensor ou na aquisição da imagem. Outro fator importante que se pode perceber no comportamento do sistema, é que geralmente as falhas se davam em relação as letras e minimamente nos números. Outro problema identificado foi que a fonte utilizada para o treinamento do algoritmo de reconhecimento há de ser a mesma fonte que se deseja identificar, inicialmente quando foram praticados os testes, as fontes utilizadas nas placas eram da fonte *Mandatory* (que é o padrão de fonte em placas veiculares no Brasil) e com essa fonte o sistema apresentou muitas falhas. Ao troca-la pela fonte Arial o sistema passou a reconhecer melhor os caracteres na placa. Pode-se então constatar que havia sido feito um treinamento no classificador kNN com a fonte Arial.

Na questão da identificação da área da placa o sistema conseguiu identificar em 100% a região da área de placa. Porém como as placas utilizadas foram impressas em folhas de papel cartão para simular uma placa real, essas placas seguiram um mesmo padrão, tornando assim mais fáceis de identifica-las, o que talvez não aconteceria em uma situação real por causa do posicionamento das placas nos carros.

Em outra situação importante, destaca-se a velocidade de execução do sistema cujo o tempo de execução foi aceitável, sendo executado numa média de 10 segundos em todo o processo.

Para trabalhos futuros é preciso fazer algumas melhorias como implementar um banco de dados no sistema, fazer uma melhoria no treinamento do classificador kNN para que se possa resolver essas falhas no reconhecimento de caracteres, testar outras bibliotecas de reconhecimento de caracteres online, como por exemplo o uso do *Google Tesseract OCR*, ou outros classificadores que sejam convenientes ao projeto.

Apesar deste problemas levantados na execução do sistema, os resultados comprovam uma taxa de acerto de mais de 92% que constitui uma boa aplicação em termos de reconhecimento. Levando assim, o projeto a um sucesso razoável e capaz de cumprir os seus objetivos.

Por fim, testar o sistema em uma situação real após a consolidação dos testes no protótipo e após todas as melhorias e ajustes serem realizados.

Referências

- AGARWAL, A.; GOSWAMI, S. An efficient algorithm for automatic car plate detection & recognition. In: IEEE. *Second International Conference on Computational Intelligence & Communication Technology (CICT)*. [S.l.], 2016. p. 644–648. Nenhuma citação no texto.
- ALPAYDIN, E. *Introduction to Machine Learning*. 2. ed. [S.l.]: MIT Press, 2014. Nenhuma citação no texto.
- ARAÚJO, E. *Aula de Visão Computacional*. 2015. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/apresentacao-visao-computacional.html>>. Acesso em: 07 de maio de 2017. Nenhuma citação no texto.
- BABU, K. M.; RAGHUNADH, M. V. Vehicle number plate detection and recognition using bounding box method. In: IEEE. *2016 International Conference on Advanced Communication Control and Computing Technologies (ICACCCT)*. [S.l.], 2016. p. 106–110. Citado na página 15.
- BIANCHI, M. F. de. *Extração de Características de Imagens de Faces Humanas Através de Wavelets, PCA e IMPCA*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2006. Nenhuma citação no texto.
- BROWNLEE, J. *An Introduction to Feature Selection*. Machine Learning Mastery, 2014. Disponível em: <<http://machinelearningmastery.com/an-introduction-to-feature-selection/>>. Acesso em: 08 de maio de 2017. Nenhuma citação no texto.
- DAWSON-HOWE, K. *A Practical Introduction to Computer Vision with OpenCV*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2014. Citado na página 13.
- DETROZ, J. P. *Visão Computacional*. 2016. Disponível em: <http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/andretavares/materiais/CGR0001_EDO_visao_computacional.pdf>. Acesso em: 07 de maio de 2017. Nenhuma citação no texto.
- DUDA, R. O.; HART, P. E.; STORK, D. G. *Pattern Classification*. 2. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2001. Citado na página 13.
- ELEMENT14 (Ed.). *Raspberry Pi 3 Model B Specifications*. Element 14, 2016. Disponível em: <<https://www.element14.com/community/docs/DOC-80899/1/raspberry-pi-3-model-b-technical-specifications#>>. Acesso em: 04 de agosto de 2016. Nenhuma citação no texto.
- FORSYTH, D. A.; PONCE, J. *Computer Vision: a modern approach*. 2. ed. [S.l.]: Pearson, 2012. Citado na página 13.
- GABRIC, L. *Raspberry Pi License Plate Recognition*. LukaGabric Blog, 2014. Disponível em: <<http://lukagabric.com/raspberry-pi-license-plate-recognition/>>. Acesso em: 11 de dezembro de 2016. Citado na página 14.

GEORGE, A.; PILLAI, V. Vnpr system using artificial neural network. In: *International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies (ICCPCT)*. [S.l.: s.n.], 2016. Nenhuma citação no texto.

HA, P. S.; SHAKERI, M. License plate automatic recognition based on edge detection. In: IEEE. *Artificial Intelligence and Robotics (IRANOPEN)*. [S.l.], 2016. p. 170–174. Nenhuma citação no texto.

IKEIZUMI, R. S. et al. An effective sequence of operations for license plates recognition. 2014. Nenhuma citação no texto.

ISLAM, R.; SHARIF, K. F.; BISWAS, S. Automatic vehicle number plate recognition using structured elements. In: IEEE. *2015 IEEE Conference on Systems, Process and Control (ICSPEC)*. [S.l.], 2015. p. 44–48. Nenhuma citação no texto.

JIA, Y.; GONNOT, T.; SANIIE, J. Design flow of vehicle license plate reader based on rgb color extractor. In: IEEE. *2016 IEEE International Conference on Electro Information Technology (EIT)*. [S.l.], 2016. p. 0494–0498. Nenhuma citação no texto.

KHAN, J. A.; SHAH, M. A. Car number plate recognition (cnpr) system using multiple template matching. In: IEEE. *2016 22nd International Conference on Automation and Computing (ICAC)*. [S.l.], 2016. p. 290–295. Nenhuma citação no texto.

KHAN, M. F. et al. Comparison of various edge detection filters for anpr. In: IEEE. *2016 Sixth International Conference on Innovative Computing Technology (INTECH)*. [S.l.], 2016. p. 306–309. Nenhuma citação no texto.

ODIA (Ed.). *Frota de carros no Brasil mais que dobra em dez anos*. O Dia, 2016. Disponível em: <<http://odia.ig.com.br/rio-de-janeiro/observatorio/2016-02-29/frota-de-carros-no-brasil-mais-que-dobra-em-dez-anos.html>>. Acesso em: 12 de setembro de 2016. Citado na página 13.

ODIA (Ed.). *"Roubo de veículos aumenta 40,3% em relação a fevereiro de 2016"*. O Dia, 2017. Disponível em: <<http://odia.ig.com.br/rio-de-janeiro/2017-03-28/roubo-de-veiculos-aumenta-403-em-relacao-a-fevereiro-de-2016-informa-isp.html>>. Acesso em: 08 de maio de 2017. Citado na página 13.

PAJANKAR, A. *Raspberry Pi Image Processing Programming: Develop real-life examples with python, pillow, and scipy*. [S.l.]: Apress, 2017. Nenhuma citação no texto.

PAVLENKO, A.; KURTAEV, D. *About OpenCV*. OpenCV Blog, 2017. Disponível em: <<http://opencv.org/about.html>>. Acesso em: 09 de maio de 2017. Nenhuma citação no texto.

PEDRINI, H. *Introdução ao Processamento Digital de Imagem*. 2017. Disponível em: <http://www.ic.unicamp.br/~helio/disciplinas/MC920/aula_introducao.pdf>. Acesso em: 07 de maio de 2017. Nenhuma citação no texto.

PRADO, G.; ARCOVERDE, L. *"Roubos e furtos a condomínios crescem 172% em São Paulo"*. G1, 2017. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/roubos-e-furtos-a-residencias-crescem-172-em-sao-paulo-aponta-levantamento.ghml>>. Acesso em: 08 de maio de 2017. Citado na página 13.

REDE, A. na (Ed.). *Aumenta os roubos e furtos nos condomínios em Manaus*. Amazônia na Rede, 2017. Disponível em: <<http://www.amazonianarede.com.br/aumenta-os-roubos-e-furtos-nos-condominio-em-manaus/>>. Acesso em: 08 de maio de 2017. Citado na página 13.

REIS, T. "Com aumento da frota, país tem 1 automóvel para cada 4 habitantes". G1, 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/brasil/noticia/2014/03/com-aumento-da-frota-pais-tem-1-automovel-para-cada-4-habitantes.html>>. Acesso em: 12 de setembro de 2016. Citado na página 13.

ROSEBROCK, A. *k-NN Classifier for Image Classification*. PyImageSearch Blog, 2016. Disponível em: <<https://www.pyimagesearch.com/2016/08/08/k-nn-classifier-for-image-classification/>>. Acesso em: 09 de maio de 2017. Nenhuma citação no texto.

SALEEM, N. et al. Automatic license plate recognition using extracted features. In: IEEE. *2016 4th International Symposium on Computational and Business Intelligence (ISCBI)*. [S.l.], 2016. p. 221–225. Nenhuma citação no texto.

SEN, E. J. et al. Advanced license plate recognition system for car parking. In: IEEE. *2014 International Conference on Embedded Systems (ICES)*. [S.l.], 2014. p. 162–165. Nenhuma citação no texto.

SILVA, L. M. O. da. *Uma Aplicação de Árvores de Decisão, Redes Neurais e kNN para a Identificação de Modelos ARMA Não-Sazonais e Sazonais*. Tese (Doutorado) — PUC-Rio, 2005. Nenhuma citação no texto.

SINGH, A. K.; ROY, S. Anpr indian system using surveillance cameras. In: IEEE. *2015 Eighth International Conference on Contemporary Computing (IC3)*. [S.l.], 2015. p. 291–294. Nenhuma citação no texto.

SOBRAL, J. L. *Segmentação de Imagem*. 2003. Disponível em: <<http://gec.di.uminho.pt/lesi/vpc0405/Aula07Segmenta~ao.pdf>>. Acesso em: 07 de maio de 2017. Nenhuma citação no texto.

SOLEM, J. E. *Programming Computer Vision with Python: tools and algorithms for analyzing images*. [S.l.]: O'Reilly Media, 2012. Nenhuma citação no texto.

THEODORIDIS, S.; KOUTROUMBAS, K. *Pattern Recognition*. 4. ed. [S.l.]: Academic Press, 2009. Citado na página 13.

TRENTINI, V. B.; GODOY, L. A. T.; MARANA, A. N. Reconhecimento automático de placas de veículos. *Anais do VI Workshop de Visão Computacional (WVC)*, p. 267–272, 2010. Nenhuma citação no texto.

VALLAPREDDY, K.; SUNKARI, S. A new method of license plate recognition system using raspberry pi processor. *International Journal of Computer Science information and Eng. Technol. (IJCSIET)*, 2014. Nenhuma citação no texto.