

***KAPTA* - UM SISTEMA DE RECONHECIMENTO AUTOMÁTICO DE PLACAS DE VEÍCULOS E SUAS APLICAÇÕES POTENCIAIS**

Bruno Clemente Guingo – M.Sc

Fundação Educacional Serra dos Órgãos
Curso de Tecnologia de Processamento de Dados

Guilherme Matosinho Stiebler – Al.Grad

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Departamento de Ciência da Computação

Thiago da Silva Pontes – Al.Grad

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Departamento de Ciência da Computação

Antonio Carlos Gay Thomé – Ph.D

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Área de Ensino e Pesquisa, NCE/IM

RESUMO

Este artigo visa descrever a metodologia utilizada para a concepção e desenvolvimento de um sistema de reconhecimento automático de placas de veículos, “batizado” como *Kapta*. Apresenta o estado da arte no Brasil e no mundo quanto ao uso de sistemas para reconhecimento automático de placas, e sugere algumas aplicações em que o sistema *Kapta* pode ser inserido.

ABSTRACT

This paper describes the methodology used for the conception and development of a system for automatic recognition of the vehicles' license plates, called *Kapta*. It also presents the state of the art in Brazil and the world wide on this matter, as well suggests some applications where the *Kapta* system can be inserted in.

1. INTRODUÇÃO

Em virtude do constante crescimento da frota de veículos, principalmente nos grandes centros urbanos, surgem problemas cada vez mais complexos e difíceis de serem prontamente tratados e solucionados (Guingo *e tal*, 2002b). Os setores que tratam da engenharia de tráfego têm dificuldades em conseguir informações rápidas e precisas sobre os veículos em trânsito, não só para efetuar o controle e a monitoração do tráfego, mas também para fins de segurança e planejamento.

Mesmo nas grandes metrópoles brasileiras, como por exemplo, a cidade do Rio de Janeiro, a identificação do veículo, a partir das fotografias tiradas pelos inúmeros equipamentos espalhados pelas vias públicas, ainda é feita manualmente e não em tempo real. Com um sistema automatizado o ganho não se restringe tão somente ao tempo de resposta, mas principalmente na imediata disponibilidade da informação para uso em inúmeras outras aplicações, como nas áreas de segurança, planejamento, controle e fiscalização.

Tendo em vista que a maioria das grandes cidades brasileiras já está operando com câmeras (ou estão em fase de implantação) para o controle do tráfego ou mesmo para a aplicação de multas, a implantação de um sistema de reconhecimento automático de placas torna-se uma aplicação de grande relevância para os órgãos de fiscalização, os estacionamentos de grande rotatividade, às concessionárias das rodovias privatizadas e outros setores que possam fazer uso da informação colocada rapidamente à disposição.

2. ESTADO DA ARTE

O reconhecimento automático de placas de veículos tem-se tornado uma aplicação de interesse mundial, face suas potencialidades de emprego e desafios em aberto para a pesquisa.

No Brasil o reconhecimento automático de placas está restrito a alguns poucos grupos de pesquisa geralmente ligados às maiores universidades do país e a um número ainda menor de empresas que em geral, tentam transformar a pesquisa acadêmica em produto ou integram (encapsulam) o módulo de reconhecimento disponibilizado por algum fornecedor externo.

Alguns sistemas de reconhecimento de placas, como por exemplo, o Sistema de Identificação Automática de Veículos - SIAV2.0 (Automatiza, 2002), já se encontra em comercialização através da Empresa Automatiza Ltda. O sistema pode ser aplicado em controle de estacionamento, na verificação de veículos roubados, e na segurança. A metodologia que é utilizada para o reconhecimento da licença do veículo por este sistema é a de redes neurais. A taxa de acerto da placa do veículo não é divulgada pela empresa.

A Empresa Ponfac S/A Sistemas de Visão (Ponfac, 2002) desenvolveu um sistema chamado de leitor de placas de veículos, que tem aplicação somente no controle de acesso em estacionamentos, garagens, condomínios e áreas de acesso restrito. Este produto já se encontra em comercialização. As pesquisas e tecnologias desenvolvidas neste produto, segundo o que é divulgado, são provenientes da própria empresa. A metodologia utilizada para o reconhecimento da licença do veículo é a de redes neurais. A taxa de acerto da placa do veículo, segundo a empresa, varia de 85% a 97%.

A Empresa Compuetra (Compuetra, 2002) desenvolveu um sistema e o patenteou com o nome de Sistema de Identificação de Veículos em Movimento - SIVEM, cuja finalidade principal é o reconhecimento automático, e em tempo real, dos veículos que trafegam nas vias públicas de trânsito. Este sistema foi desenvolvido através de pesquisa da própria empresa e já existe uma versão comercial no mercado. A metodologia utilizada para o reconhecimento da licença do veículo não é divulgada pela empresa. A taxa de acerto da placa do veículo, segundo a empresa, é superior a 90%.

O *Kapta* por sua vez, é produto de uma pesquisa acadêmica desenvolvida com suporte financeiro do Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro - DETRAN-RJ.

Em termos internacionais, existem vários sistemas já desenvolvidos e cada um tem uma aplicação específica, que pode variar desde o controle e monitoração do tráfego até a aplicação de multas.

Em virtude de cada país ter o seu padrão para a construção das placas dos veículos, ou seja, não existir uma uniformidade mundial, tem-se placas de diversos tamanhos, formatos e cores. A composição da licença pode ter qualquer combinação de letras e números, pois também não existe um número fixo de letras e dígitos a serem utilizados. Desta forma, as versões de demonstração quando disponibilizadas pelos diferentes desenvolvedores são bastante customizadas para suas realidade próprias e em geral, fica praticamente inviável a realização e apresentação de uma análise comparativa entre estes sistemas. Dentre os países que utilizam a tecnologia de reconhecimento de placas, destacam-se:

Os Estados Unidos, que possuem uma grande quantidade de sistemas cuja utilização básica se dá na monitoração do tráfego e na aplicação de multas. Os sistemas com a finalidade de aplicação de multa operam basicamente da seguinte forma: detectam a infração de trânsito, reconhecem a placa, acessam um banco de dados com os registros de veículos, e por fim, enviam a multa ao infrator (Atstraffic, 2002 e Transfo, 2002).

No Canadá, a empresa QNX System desenvolveu um sistema de reconhecimento que tem como aplicação final a identificação e a cobrança de veículos em pedágios (QNX, 2000).

Na Inglaterra, os sistemas são utilizados com a finalidade principal de detectar veículos que cometem infrações às leis de trânsito e veículos roubados que trafegam pelas vias (Racal, 2002).

A Itália faz uso de sistemas portáteis para aplicação de multas em condutores de veículos infratores (Sodi, 2002).

Portugal faz uso destes sistemas para identificação de veículos em pedágios (Htsol, 2002).

Israel, através da Empresa Hi Tech Solutions, desenvolveu um sistema de identificação de placas de veículos para Israel e para vários outros países do mundo, dentre eles, o próprio Brasil. Este sistema pode ser usado em pedágios, aplicação de multas e em controle de estacionamentos (Htsol, 2002).

Singapura oferece um sistema de identificação de placas de veículos para vários países asiáticos. Este sistema foi criado pela empresa Ásia Vision Technology Limited. Ele pode ser usado em pedágios, controle de acesso e em rodovias para o controle de velocidade dos veículos. Outra aplicação interessante que o sistema possibilita é a leitura dos containers em aeroportos (Asiavision, 2002).

A Austrália utiliza um sistema com várias câmeras instaladas nas faixas de tráfego e cruzamentos das vias públicas para o monitoramento do trânsito (Poltech, 2002). Existem outros países que também possuem seus sistemas de reconhecimento, como a Bélgica (Bats, 2002), Espanha (Inode, 2002), Rússia (Photocop, 2002) e Alemanha (Kennzeichenerkennung, 2002).

3. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA *КАРТА*

A estrutura de um sistema de reconhecimento de placas de automóveis é basicamente organizada em três módulos com características e desafios tecnológicos bem distintos. O primeiro diz respeito à captura e à digitalização da imagem do veículo, o segundo engloba todo o processamento da imagem e o reconhecimento dos caracteres que compõem a placa e, finalmente, o terceiro constitui-se de um sistema aplicativo, de alto nível, que a partir do número da licença do veículo, realiza as consultas e as operações específicas desejadas pelo usuário (Guingo, 2003).

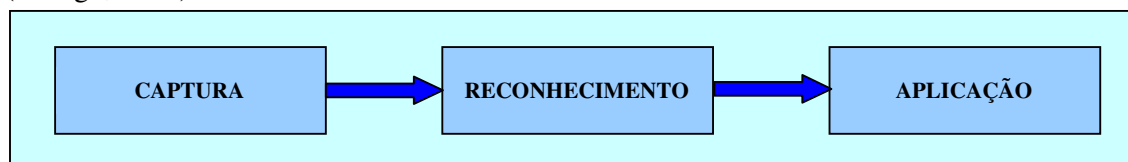


Figura 1: Estrutura de um Sistema de Reconhecimento

3.1 Captura

É o módulo responsável em transformar uma imagem real em um padrão digital. Efetua a digitalização da imagem que foi capturada pelas câmeras de vídeo instaladas em locais convenientemente escolhidos. A captura da imagem do veículo é o procedimento inicial do sistema.

3.2 Reconhecimento

O módulo de reconhecimento é dividido em quatro sub-módulos, onde cada um tem uma funcionalidade específica (Guingo, Rodrigues e Thomé, 2002a), que são as seguintes:

3.2.1 Localização da Placa

O algoritmo de localização foi implementado através de uma sucessão de passos (Guingo, Stiebler e Thomé, 2004), cuja finalidade foi quebrar e conquistar o problema por partes. No primeiro passo aplica-se uma redução no espaço de busca, geralmente por volta de 40% do total da imagem, com base em levantamentos estatísticos das áreas menos prováveis de conter o objeto procurado.

No passo seguinte procura-se tirar proveito do padrão de cores das placas brasileiras que, excluindo-se as placas de táxi, apresentam um fundo em tom tendendo ao cinza e sobre o qual são sobrepostos os caracteres em cor preta. Nesta etapa, a região previamente selecionada no passo anterior é convolucionada com um filtro laplaciano de forma a identificar os pontos (pixels) que apresentem um determinado contraste entre os seus componentes individuais de cor no padrão RGB (azul-verde e azul-vermelho). Este filtro realça as altas frequências presentes na imagem e dentre elas estão as bordas dos caracteres e, dependendo da cor do pára-choque do veículo, as bordas da própria placa. A figura 2 abaixo apresenta o resultado destes dois primeiros passos aplicados à imagem da esquerda.

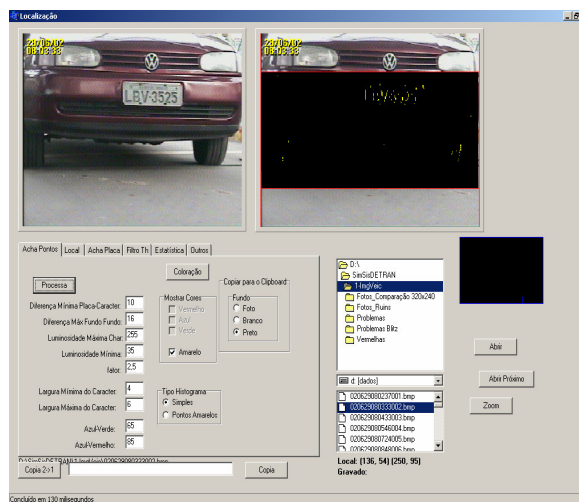


Figura 2: Programa de localização da região da placa

Concluída a definição das bordas esquerda e direita dos diferentes objetos da imagem, passa-se a busca de regiões com maior probabilidade de compor as bordas de um caractere. Segundo as normas estabelecidas pelo Código Nacional de Trânsito - CONTRAN, a menor largura refere-se a letra I com 10mm e a maior com 54mm para as letras A e M. A largura média é de 44mm. Nesta etapa os pontos selecionados como possíveis bordas, são armazenados em uma matriz de pontos de borda.

Na etapa seguinte, para determinar a existência de uma ou mais regiões de placa, o algoritmo procura por áreas onde ocorra maior densidade de pontos de borda. O tamanho da área procurada também é previsto pelo CONTRAN como retangular e da ordem de 520cm^2 . O tamanho da região, área e perímetro, e a densidade de pontos de borda no seu interior são os critérios utilizados para selecionar uma dentre as regiões candidatas. Uma vez selecionada a região, esta é recortada da imagem original e repassada ao algoritmo de segmentação. A taxa de acerto do algoritmo gira em torno de 99%.

3.2.2 Segmentação

O algoritmo de segmentação possui diversos filtros digitais que são aplicados em sequência de forma a abordar o problema por etapas que se refinam na determinação das fronteiras de cada caractere que compõe uma placa. O primeiro passo do algoritmo é converter a imagem recebida para tons de cinza e aplicar um filtro adaptativo para melhoria de contraste.

A etapa seguinte consiste em fazer uma busca pelas regiões com maior potencial de representar um caractere. Esta busca é feita sobre a imagem em tons de cinza e é realizada com base na detecção de regiões conexas. A imagem é percorrida pixel a pixel, do mais escuro para o mais claro (luminosidade crescente). Se o pixel corrente não possuir nenhum vizinho mais escuro que ele (vizinhança de oito), é criado um novo grupo conexo contendo apenas este pixel, caso contrário, se houver apenas um vizinho mais escuro, o pixel corrente é incorporado ao seu grupo conexo, desde que a largura da região final não ultrapasse um determinado limite previamente definido.

Se o pixel corrente possuir dois ou mais vizinhos pertencentes a diferentes grupos conexos, estes grupos poderão ser unificados caso atendam uma restrição de largura. Caso contrário o pixel corrente não é incorporado a nenhum dos grupos. Após percorrer toda a imagem, diversos grupos conexos terão sido formados e dentre eles deverão estar contidas as regiões com os caracteres desejados. Na figura 3 pode-se ver o resultado deste processamento.



Figura 3: Janela do programa de localização de grupos conexos

A etapa seguinte consiste determinar o ângulo de inclinação existente na placa, que é feito da seguinte maneira: para cada grupo conexo executa-se a projeção horizontal, onde determina-se o início e fim de um possível caractere. No próximo passo, traça-se uma linha horizontal superior tangenciando os pontos superiores das projeções. O ângulo da linha de corte superior é tomado como a mediana dos ângulos entre os pontos superiores da projeção. Para se determinar a linha horizontal inferior, é feito o cálculo da mediana das alturas dos caracteres, a partir da projeção horizontal. Após ter-se o valor da medida das alturas, utiliza-se o mesmo ângulo calculado para a linha horizontal superior e traça-se a linha horizontal inferior, onde provavelmente, estão contidos os caracteres da placa.

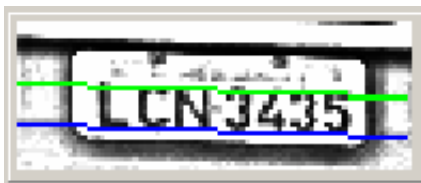


Figura 4: Janela do programa de localização dos limites superior e inferior

Estabelecidos os limites inferior e superior da região estimada para os caracteres, sete regiões conexas são selecionadas para compor o conjunto de caracteres a ser reconhecido. A taxa acerto (setes caracteres) gira em torno de 92%.

3.2.3 Extração de Características

Neste módulo são extraídas características de cada imagem segmentada, de forma a compor uma assinatura para cada caractere (Guingo *et al*, 2002c). As técnicas de extração avaliadas foram o mapa de bits, as projeções vertical e horizontal.

O mapa de bits, como o próprio nome já diz, é formado por uma matriz em que cada célula representa a luminosidade de um pixel da imagem. No caso deste trabalho foi adotada uma matriz de tamanho 16x16 em função de estudos anteriores apontarem que não existe ganho com a utilização de matrizes de maiores tamanhos. Esta matriz pode ser construída a partir da imagem binarizada, onde os bits brancos (fundo) são marcados com zeros e os bits pretos (região de interesse) com uns, ou a partir da imagem em níveis de cinza com cada pixel variando entre zero e um ou zero e duzentos e cinquenta e cinco.

A projeção horizontal, também faz uso de uma matriz de bits sendo que a composição do vetor de características é formada pelo somatório dos pixels em cada linha da matriz.

A projeção vertical é semelhante à projeção horizontal, porém composta pelo somatório das colunas da imagem.

3.2.4 Reconhecimento

O modelo de rede neural adotado para o reconhecimento dos caracteres foi o *Multi-Layer Perceptron - MLP* (Bishop, 1995 e Haykin, 1999), treinado com o algoritmo “*backpropagation*”. O software utilizado para a simulação foi o *MatLab* versão 6.0 (Guide is matlab6.0). A função de ativação faz uso de um somatório simples das entradas ajustadas pelos seus respectivos pesos. Como função de propagação, utilizou-se a função logística *sigmoidal* (“*logsig*” no Matlab), tanto na camada escondida quanto na camada de saída.

O treinamento da rede foi realizado usando a opção “*traingdx*” com momento e taxa de aprendizado adaptativa. A entrada da rede para cada placa é composta por uma matriz de tamanho $\lambda \times 7$, onde o λ depende do número de características extraídas.

A saída para cada caractere foi configurada como um vetor ortogonal de dimensão 10 para os dígitos e 26 para as letras (tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Codificação da saída dos dígitos.

Dígitos	Saída
0	1000000000
1	0100000000
...	...
9	0000000001

Tabela 2. Codificação da saída das letras.

Letras	Saída
A	10000000000000000000000000000000
B	01000000000000000000000000000000
...	...
Z	00000000000000000000000000000001

Para normalização dos dados de entrada foi adotada a técnica “Z-score” (Johnson e Wichern, 1992). Esta técnica apresenta como resultado o número de desvios-padrão que cada elemento do conjunto de dados está distante da média do conjunto. A equação abaixo mostra como é feito este cálculo.

$$p_n = \frac{p - \bar{p}}{\sigma_p} \quad (1)$$

Onde,

p_n = vetor de entrada normalizado

p = vetor de entrada

\bar{p} = média dos vetores de entrada

σ_p = desvio-padrão dos vetores de entrada

Também é feito o uso da técnica de Análise dos Componentes Principais com fator de corte de 0,001, com o objetivo de reduzir a dimensionalidade dos vetores de características.

Diversas topologias e arquiteturas foram testadas para as duas redes, todas baseadas nos três métodos de extração de características citados no item 3.2.3, e os melhores resultados obtidos são apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Resultados do treinamento das redes.

Método	Dígitos	Letras
Mapa de Bits 256	97,84	95,39
Projeção Vertical (PV) 16	74,13	73,68
Projeção Horizontal (PH) 16	90,80	75,77
PV + PH 32	95,36	90,45
Mapa de Bits + PV + PH 288	98,34	95,29

3.3 Aplicação

De posse da licença do veículo em formato ASCII, o módulo de aplicação efetua as operações específicas de interesse do usuário.

4. INTERFACE E FUNCIONAMENTO DO SISTEMA *KAPTA*

O usuário opera o sistema através de uma interface simples e amigável, e em “background” são executados os processos responsáveis pelas diferentes etapas do reconhecimento.

A interface apresenta o resultado do processamento em três janelas que na figura 5 são identificadas pelas descrições: imagem capturada do veículo; tempo de processamento, placa localizada, placa reconhecida e traduzidas para código ASCII e o reconhecimento de três capturas.



Figura 6: Interface Final do Sistema *Kapta*

O tempo de processamento do sistema desde a captura até o reconhecimento da licença do veículo está em torno de 250 milissegundos para as três capturas e o índice de acerto está por volta de 90%.

5. APLICAÇÕES POTENCIAIS COM O USO DO SISTEMA *KAPTA*

Existem diversas aplicações que podem ser concebidas a partir da obtenção do número da licença fornecida pelo sistema *Kapta*, principalmente àquelas ligadas à segurança pública, seguradoras de veículos, planejamento urbano, controle e monitoração de tráfego, controle de acesso, etc. Como exemplo de possíveis aplicações, as que mais se destacam são as seguintes:

- **Controle de Acesso:** a entrada fica sujeita ao reconhecimento da placa do veículo e a verificação da respectiva autorização de acesso em cadastro previamente construído.
- **Segurança de Acesso:** integrado a um módulo de reconhecimento automático de impressão digital, o sistema pode ser utilizado para prover segurança e alarme.

- **Controle de tráfego:** pode ser utilizado, por exemplo, para fiscalização do trânsito quanto ao descumprimento de normas como a adotada na cidade de São Paulo, onde existem áreas restritas de tráfego em função do dia da semana e do número de terminação da placa do veículo.
- **Pontos de Controle:** útil para empresas que necessitam monitorar sua frota de veículos quanto ao cumprimento de horários e passagem por pontos específicos de um itinerário regular.
- **Segurança e Controle de Estacionamentos:** possibilita a introdução de procedimentos preventivos ao furto de veículos em estacionamentos públicos de alta rotatividade e fluxo de usuários.
- **Registro de Infração:** controle e registro automático de infrações de trânsito tais como avanço de sinal, excesso de velocidade, estacionamento em local proibido, etc.
- **Blitz Eletrônica:** prove suporte e também segurança operacional aos agentes do órgão público uma vez que os supre, antecipadamente, com informações sobre o veículo a ser abordado.

5. CONCLUSÕES

O aumento da frota, a capacidade limitada da infra-estrutura viária, o crescimento da violência urbana e a necessidade de um controle mais eficaz das infrações de trânsito, são algumas das razões que motivam a pesquisa e o desenvolvimento de sistemas baseados em computador e reconhecimento automático da placa dos veículos automotores.

A partir do módulo de captura e reconhecimento automático da placa do veículo, inúmeras aplicações de mais alto nível podem ser construídas, dependendo da necessidade e do interesse específico do usuário.

O *Kapta* é um projeto totalmente concebido e desenvolvido no âmbito do Laboratório de Inteligência Computacional da UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, fruto de uma sequência de trabalhos acadêmicos e de pesquisa em nível de doutorado, mestrado e graduação em informática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asiavision, Computer Recognition System, Inc. Disponível na internet via endereço http://www.asiavision.com.hk/vecon_vis.html. Arquivo consultado em 2002.
- Atstraffic, Violation Processing Application and Business Systems. Disponível na internet via <http://www.atstraffic.com/solutions/default.htm>. Arquivo consultado em 2002.
- Automatisa, Empresa Automatisa Ltda. Disponível na internet via <http://www.automatisa.com.br/siav2.htm>. Arquivo consultado em 2002.
- Bats, Car – Identification Car. Disponível na internet via <http://www.bats.be>. Arquivo consultado em 2002.
- Bishop, C. M. Neural Networks for Pattern Recognition, Oxford University Press, 1995.
- Compuetra, Empresa Compuetra Ltda. Disponível na internet via <http://www.compuetra.com.br>. Arquivo consultado em 2002.
- Guide is. Matlab6.0. Neural Network Toolbox 4.0 Release Notes, Chapter 32.

- Guingo, B. C. Reconhecimento Automático de Placas de Veículos Automotores. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ, 2003.
- Guingo, B. C., Stiebler, G. M e Thomé, A. C. G. *KAPTA* - Um Sistema de Reconhecimento Automático de Placas de Veículos baseado nas técnicas de Redes Neurais e Processamento de Imagens. Congresso Nacional de Tecnologia da Informação e Comunicação – SUCESU2004, Florianópolis-SC, 2004.
- Guingo, B. C.; Rodrigues, R. J. and Thomé, A. C. G. Automatic Identification for Automotive Vehicles Plates. 3rd WSEAS - Conference on Neural Networks and Applications NNA'02, Fuzzy Sets and Fuzzy Systems FSFS'02, Evolutionary Computation EC'02, Interlaken – Switzerland, 2002a.
- Guingo, B. C.; Rodrigues, R. J. and Thomé, A. C. G. Reconhecimento Automático de Placas de Veículos Automotores através de Redes Neurais Artificiais. 2º Congresso Brasileiro de Computação, Itajaí-SC, 2002b.
- Guingo, B. C.; Rodrigues, R. J. and Thomé, A. C. G. Técnicas de Segmentação de Imagens, Extração de Características e Reconhecimento de Caracteres de Placas de Veículos. 7º Simpósio de Informática e 2ª Mostra Regional de Software Acadêmico, PUCRS - Uruguaiana-RS, 2002c.
- Haykin, S. Redes Neurais: Princípios e Prática, 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- Htsol, Hi-Tech Solutions Inc. Disponível na internet via <http://www.htsol.com/index.html>. Arquivo consultado em 2002.
- Inode, “Empresa Espanhola que oferece soluções para o controle de tráfego”. Disponível na internet via <http://www.inode.es/aentec/traffic/traffic.htm>. Arquivo consultado em 2002.
- Johnson, R. A. and Wichern, D. W. Applied Multivariate Statistical Analysis, 3 ed. Prentice-Hall International, Inc., 1992. 642 p.
- Kennzeichenerkennung, Vehicle Identification System MAZ-VIS. Disponível na internet via <http://www.kennzeichenerkennung.de/em/mas-vis/index.htm>. Arquivo consultado em 2002.
- Photocop, License Plate Recognition System from MegaPixel. Disponível na internet via <http://www.photocop.com/products.htm>. Arquivo consultado em 2002.
- Poltech, Fixed Site Digital Speed Câmera and Digital Red Light Câmera System. Disponível na internet via <http://www.poltech.com.au/>. Arquivo consultado em 2002.
- Ponfac, Empresa Ponfac S/A. Disponível na internet via <http://www.ponfac.com.br>. Arquivo consultado em 2002.
- QNX, “Empresa Canadense que oferece soluções em informática”. Disponível na internet via <http://www.qnx.com>. Arquivo consultado em 2000.
- Racal, Racal's License Plate Recognition System. Disponível na internet via <http://home.racal.com/news39.htm>. Arquivo consultado em 2002.
- Sodi, Autostop. Disponível na internet via http://www.sodi.com/et_index.htm. Arquivo consultado em 2002.
- Transfo, Disponível na internet via <http://www.transfo.com/detect.htm>. Arquivo consultado em 2002.

Endereço dos autores:

Universidade Federal do Rio de Janeiro
 Área de Ensino e Pesquisa, NCE/IM
 Cidade Universitária - Ilha do Fundão

Fone: (21)2598-9521

Fax: (21)2598-3363

E-mail: bruno.guingo@ufrj.br, gstiebler@ufrj.br,
thiago.pontes@ufrj.br e thome@nce.ufrj.br

Caixa Postal 2324 - CEP: 20001-970
 Rio de Janeiro, RJ, Brasil