

DETERMINAÇÃO DO FLUXO DE VEÍCULOS ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

Demarqui, E. N.¹, Souza, D. R. de², Imai, N. N.³, Pagamisse, A⁴

^{1,2,3,4} FCT-UNESP/Programa de Pós Graduação em Ciências Cartográficas, R. Roberto Simonsen, 305 - Fone (018) 221-5388 - FAX (018) 223-2227 - C. Postal 957 - CEP 19060-900 - Pres. Prudente – SP

¹ Mestrando em Ciências Cartográficas, demarqui@pos.prudente.unesp.br

² Mestranda em Ciências Cartográficas, lilasouza@hotmail.com

³ Departamento de Cartografia, nnimai@prudente.unesp.br

⁴ Departamento de Matemática, Estatística e Computação, aylton@prudente.unesp.br

Resumo - Nos dias atuais, com o inchaço cada vez maior dos grandes centros urbanos, e um conseqüente aumento da frota de veículos automotores nestas áreas vem acarretando vários problemas para as autoridades incumbidas do ordenamento e planejamento do tráfego. O uso de câmaras analógicas ou digitais e métodos de PDI possibilitam a determinação de várias informações referentes às características do fluxo dos automóveis. Neste trabalho serão apresentados os resultados de uma metodologia para contagem de automóveis que passam por um determinado local em um período de tempo, através de algoritmos em linguagem IDL.

Palavras-chave: fluxo de veículos, controle de tráfego, linguagem IDL, PDI

Área do Conhecimento: I – Ciências Exatas e da Terra

Introdução

Problemas de tráfego são tão antigos quanto o Império Romano. A causa básica, como nos dias atuais, era o pobre planejamento das cidades, com vias que convergiam aleatoriamente de diversos quarteirões para um ponto central.

O número crescente de veículos nos centros urbanos traz uma série de problemas à população, entre eles, o controle de tráfego. Com isto, a engenharia de tráfego vem tornando-se uma área cada vez mais dependente das técnicas de automação e controle de sistemas. Dois objetivos do planejamento da circulação tem sido intensamente citados na literatura tradicional: fluidez e segurança.

Nesse contexto, mecanismos de medição do fluxo de veículos são indispensáveis na elaboração dos sistemas de controle.

Esses mecanismos de observação se caracterizam como a fonte geradora da informação utilizada nesses sistemas, e precisam simular um observador humano capaz de medir o fluxo de veículos sob as mais variadas condições. Entre os métodos mais utilizados para a obtenção da informação sobre o fluxo de veículos em uma via estão os que se baseiam em sensores óticos distribuídos de forma estratégica sobre a via a ser monitorada. Através da obtenção de uma seqüência de imagens digitais da via, capturadas em intervalos de tempo regulares, para em seguida processá-las em computador obtendo as informações desejadas. Para tanto, o uso de filmadoras digitais se uma alternativa interessante,

devido à capacidade de se coletarem imagens de forma contínua e a possibilidade de tratamento dessas imagens quase em tempo real.

Materiais e Métodos

Foram necessários para os experimentos realizados, os seguintes materiais e *softwares*:

- Câmara digital Sony DSR 200A, gentilmente cedida pelo Profº João Fernando Custódio da Silva, o qual é o docente responsável pelo Laboratório de Mapeamento Móvel (do qual a referida câmara faz parte);
- Microcomputador com entrada para transferência do vídeo;
- *Software DVStudio8* para a transferência do sinal analógico do vídeo para o meio digital;
- *Softwares Adobe Premier e AVI→BMP* (aplicativo desenvolvido dentro das atividades do trabalho de graduação "Mapeamento de rodovias utilizando a unidade móvel de mapeamento digital" - Delgado *et al*, 2000) para transformação dos arquivos de vídeo em arquivos de imagens;
- *Software IrfanView* para visualização das imagens;
- *Software Paint* para edição das imagens utilizadas como máscaras;
- *Software IDL* (aplicativo do *software Envi*);

Para a determinação da área de estudo foram considerados alguns fatores, os quais seguem abaixo:

- Via urbana com fluxo constante de veículos;

- Edifício nas proximidades da via e com uma altura que possibilite a captura das imagens de maneira a se ter uma visão geral da via;
- Local sem muitas árvores, para evitar informações desnecessárias;

Com isto, foi escolhido um trecho da Avenida Coronel Manoel Goulart, pois a mesma atendia aos requisitos acima citados. Na Figura 1 pode ser vista um recorte de uma fotografia aérea de Presidente Prudente, onde é destacada a localização da referida avenida, sendo possível, desta maneira, ver o seu eixo na malha urbana. Em destaque, dentro do círculo, está o Edifício Hiroshi Yoshio, utilizado para o posicionamento do equipamento sensor.



Figura 1- Via utilizada no experimento (destacada em amarelo) e localização do edifício usado como base para as filmagens (círculo vermelho).

As imagens foram coletadas no dia 1 de outubro de 2004 (com a câmara anteriormente citada), em intervalos de tempo dentro do horário das 7:40 hs até 8:40 hs. Os intervalos de tempo eram de tamanhos de 30 até 60 segundos. Foram gravados vídeos no terraço do edifício com a câmara voltada para baixo, focalizando a avenida especificada acima de forma a termos um quadro focal incluindo as duas faixas da avenida de uma mesma mão, no sentido bairro-centro. Na Figura 2 pode ser visto uma seqüência de três *frames* de um dos vídeos utilizados.

Os vídeos utilizados para a realização dos testes foram descarregados em um microcomputador que possui o *software* da própria câmara para transferência dos vídeos para o CPU. Após os vídeos terem sido transferidos foram utilizados os *softwares* Adobe Premier e AVI→BMP, para transformar os vídeos em *frames*, como a câmara grava 30 *frames* por segundos inicialmente foi escolhido trabalharmos com 1 *frame* por segundo, vendo que com esta amostragem não seria o suficiente para realizar o trabalho de contagem dos carros, a escolha foi então usar uma amostra de 2 *frames* por segundo

e como os vídeos escolhidos possuíam 30 segundos de filmagem, conseqüentemente se trabalhou com 60 *frames*.

Os 60 *frames* que foram trabalhados foram transformados de coloridos (RGB) para tons de cinza com a ajuda do *software* de manipulação e visualização de imagens *IrfanView*.



Figura 2- *Frames* de um dos vídeos utilizados nos experimentos.

As imagens foram processadas em linguagem de programação IDL, tendo sido implementada uma função que executa os seguintes processamentos visando a contagem do fluxo de automóveis:

1. Abre as imagens em um arquivo, colocando-as em um vetor de imagens;
2. Abertura dos arquivos que contem as máscaras;
3. As máscaras são binarizadas (valores da imagem iguais a 1 ou 0), ou seja, todos o seus valores de tons de cinza são divididos por 255;
4. Configura o *display* (janela para a visualização das imagens) para ficar com o tamanho das imagens trabalhadas;
5. Multiplica as máscaras de ambas as faixas por todas as imagens;
6. Suaviza as imagens resultantes da etapa 5, com um filtro (3x3) de suavização pela

- mediana;
7. Cria máscaras do detector de *Laplace*;
 8. Faz a convolução das máscaras criadas na etapa 6 com as imagens resultantes da etapa 5, detectando, assim, as bordas na imagem;
 9. Suavizar as imagens com as bordas já detectadas através da do método da mediana;
 10. Soma as imagens da etapa 9 com as imagens originais abertas no passo 1 (apenas para visualizar a cena toda com a detecção de bordas na pequena área de trabalho);
 11. Visualiza as imagens da etapa 10;
 12. Calcula a energia das imagens da etapa 9;
 13. Coloca uma condição para considerar como tendo automóveis apenas as imagens (da etapa 10) que possuem energia (referente a soma dos valores dos *pixels* existentes na imagem) superior a 700000, pois as imagens que não possuem automóvel tem sua energia média máxima de 700000. Este valor médio foi determinado através de uma pré-análise sobre as imagens, comparando-as visualmente com seus valores de energia calculados;
 14. Colocou-se uma condição para não se contar o mesmo automóvel várias vezes. Como são 2 *frames* por segundo o mesmo automóvel poderia estar em vários *frames* (dependendo do seu tamanho e da sua velocidade), portanto a condição para o caso do vídeo aqui utilizado foi a de não contar automóveis em cenas consecutivas, ou seja, para se contar um novo automóvel é necessário que se tenha um *frame* sem automóvel como intervalo entre um automóvel e outro;
 15. Mostra a quantidade de automóveis contados e a razão deste valor com o tempo de duração do vídeo;

Na execução do algoritmo, não foi implementada nenhuma interface gráfica, pois não traria nenhuma melhoria no processamento. O usuário, ao utilizar o algoritmo, apenas deve iniciar o *software* IDL, abrir o arquivo do algoritmo e em seguida digitar a linha de comando com o nome da função implementada *<contav>*. Também é necessário que o usuário, ao iniciar o algoritmo também entre com a duração do arquivo de vídeo (em segundos) na frente do nome da função, estando apenas separado por uma vírgula. Para o vídeo utilizado como exemplo, o qual tem 29 segundos de duração, segue o que se mostra na Figura 3.

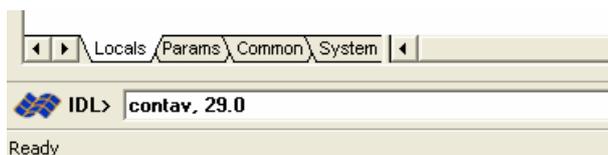


Figura 3 - Linha de comando para a execução do algoritmo

Resultados

Como resultados serão apresentadas algumas telas resultantes do processamento dos *frames*.

Nota-se na Figura 4 que no *frame* em questão, não havia um automóvel passando no momento. Em seguida, na Figura 5, é mostrada a imagem resultante da detecção de bordas pelo operador de Laplace. Nesta imagem, temos um exemplo de um *frame* que não continha um automóvel na área que compreendia janela de processamento, definida pela máscara binarizada.

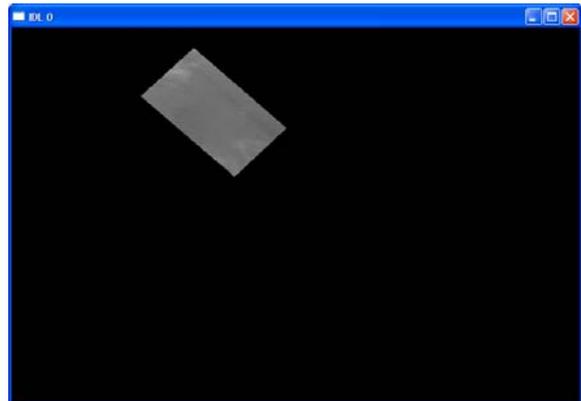


Figura 4 – Porção da imagem da via extraída através do algoritmo desenvolvido.

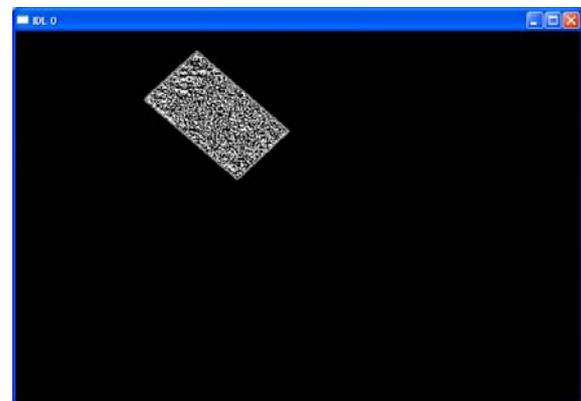


Figura 5 – Detecção das bordas pelo método de Laplace

Na Figura 6 é visualizada a imagem resultante da soma de duas outras imagens: imagem original e imagem com as bordas detectadas. Nela pode ser visto a detecção do automóvel.

Em relação aos resultados para dados numéricos, tem-se como estrutura de saída, para cada imagem processada, os seguintes elementos:

- Identificador numérico da imagem;
- Energia resultante da faixa superior e da faixa inferior da avenida;
- Escreve se tem ou não automóvel nas faixas de modo independente uma da outra;
- Contador que armazena quantidade de

- Na última imagem é mostrada a quantidade total de automóveis identificados, assim como a razão tempo/automóvel.



Figura 6 – Visualização de um *frame* com a detecção de um automóvel no instante em que o mesmo passa pela janela de pesquisa.

Nos testes realizados, o algoritmo se mostrou eficiente na contagem dos automóveis que passaram pela via analisada. Apenas nos vídeos analisados, os quais mostravam a ocorrência de automóveis com uma resposta visual parecida com a do asfalto houve uma confusão do algoritmo.

Discussão

O que se percebe na área de processamento digital de imagens é o crescente uso destas técnicas, principalmente em relação às novas tecnologias, nas mais diversas áreas. Em relação à aplicação na área de controle de tráfego, tem havido um aumento da utilização de câmaras com fins de controle e geração de informações sobre o fluxo de tráfego urbano.

Os objetivos do trabalho foram atingidos, uma vez que o algoritmo desenvolvido identificou todos os automóveis nas cenas e os contou corretamente. A eficácia do algoritmo depende de uma pré-análise das imagens que foram capturadas pela câmara digital. Deste modo o uso do algoritmo para outras imagens deve ser precedido por esta etapa.

Conclusão

A contribuição deste trabalho na ampliação do conhecimento foi de grande importância, pois através deste pode-se ter uma melhor compreensão das técnicas e teorias aprendidas no decorrer da disciplina. Deste modo, partiu-se de um problema (quantificar o fluxo de automóveis através de imagens digitais) buscando nas técnicas de PDI uma solução para o mesmo, podendo assim se aprofundar nas teorias

estudadas e com isso determinar, sem a interferência humana, a quantidade de veículos que passaram por uma via em um determinado período de tempo.

Para trabalhos futuros, fazem-se algumas sugestões:

- Implementação de algoritmos mais robustos e que sejam mais independentes de pré-análises (velocidade do tráfego, iluminação da via, cor dos veículos, etc.);
- Testes com outros tipos de sensores (câmaras) seriam interessantes para se detectar possíveis diferenças nos resultados;
- Possuir um suporte apropriado para a instalação do sensor imageador utilizado, como também um local apropriado para a sua instalação;
- Nas análises com imagens de diferentes resoluções;

Referências

- [1] CASTLEMAN, K. R. **Digital Image Processing**, Prentice Hall, New Jersey, 1996.
- [2] DELGADO, F. F. O.; GALLIS, R. B. A. & MATSUOKA, M. T. **Mapeamento de rodovias utilizando a unidade móvel de mapeamento digital**. Trabalho de Graduação do Curso de Engenharia Cartográfica. Presidente Prudente, 2000.
- [3] GONZALEZ, R. C., WOODS, R. E. **Processamento de Imagens Digitais**, Edgard Blucher, 2000.
- [4] PEREIRA, W. A. A. **Transportes Urbanos e Cidades Sustentáveis**. Revista de Administração Municipal – Municípios – IBAM. Ano 45, N°223, 2000.
- [5] SILVA, P. C. M. **Elementos dos Sistemas de Tráfego**. Apostila da Disciplina de Engenharia de Tráfego. Universidade de Brasília, 2001.