

APLICAÇÃO LUT_{VP3} - OBTENÇÃO SEMI-AUTOMÁTICA DE TRAJETÓRIAS DE VEÍCULOS A PARTIR DE IMAGENS DE VÍDEO

António Luis Vasconcelos

Instituto Politécnico de Viseu
Departamento de Engenharia Civil

Ana Bastos Silva

Alvaro Seco

Universidade de Coimbra
Departamento de Engenharia Civil

RESUMO

Este texto apresenta uma ferramenta informática (LUT_{VP3}) desenvolvida com o objetivo de facilitar os processos de recolha e tratamento de dados de tráfego. A aplicação foi desenvolvida em VB.NET e tem por base um controlo *Windows Media Player* programado de forma a dar ao utilizador o controlo completo do movimento e a possibilidade de registar eventos utilizando o teclado ou o rato. São demonstradas três aplicações possíveis de elevada aplicabilidade na área da engenharia de tráfego: a recolha de trajetórias e perfis de velocidades, a medição do tempo de pré-invasão de áreas de conflito e a recolha de instantes de passagem de veículos tendo em vista a estimação de intervalos críticos.

1. INTRODUÇÃO

Na área da engenharia de tráfego são muitas as aplicações que requerem um conhecimento detalhado das posições, velocidades e acelerações de veículos ao longo do tempo. Com estas séries temporais é possível, por exemplo, caracterizar a trajetória de veículos ao longo de uma rotunda e relacioná-la com as respetivas características geométricas (Silva, 2004), calibrar modelos de microsimulação de tráfego com base em variáveis microscópicas (Brackstone e McDonald, 1999; Ossen e Hoogendoorn, 2005) ou desenvolver estudos de segurança rodoviária através da análise do desempenho associado a medidas substitutas de segurança (Laureshyn et al., 2010). Uma abordagem possível para obter estas séries temporais passa pela instrumentação de veículos (Silva et al., 2011) mas em muitas situações é necessário caracterizar o comportamento característico dos condutores pelo que as experiências deverão ser do tipo não-intrusivo, ou seja, os condutores não deverão saber que estão a ser observados. Nestas situações, opta-se frequentemente por métodos de recolha de dados baseados em registo de imagens vídeo. Nesta área tem havido desenvolvimentos recentes na tecnologia de processamento automático de imagens que permitem análises rápidas, económicas e livres da incerteza associada à subjetividade e interpretação humana. Neste campo merece destaque o projeto NGSIM, destinado a extrair as posições de veículos obtidas a partir de várias câmaras e a gerar as respetivas trajetórias (Thiemann et al., 2008). Contudo, esta abordagem é ainda pouco flexível e limitada, particularmente em localizações temporárias onde os ângulos de visão são incompatíveis com as metodologias existentes de deteção automática.

2. A APLICAÇÃO LUT_{VP3}

Neste artigo apresenta-se uma alternativa baseada no processamento semiautomático de imagens de vídeo. Trata-se essencialmente de um programa informático (LUT_{VP3}) desenvolvido em VB.NET que tem por base um controlo *Windows Media Player* (WMP) programado de forma a dar ao utilizador o controlo completo do movimento (pausa, avanço lento, etc.) e a possibilidade de registar eventos utilizando o teclado ou o rato. Sempre que se pressiona uma tecla é criada uma nova entrada num ficheiro de texto com o código alfanumérico e o instante correspondente; quando se marca uma posição no ecrã com o rato é

criada uma nova entrada com as coordenadas reais e o instante. A transformação de coordenadas locais (ecrã) para coordenadas reais é estabelecida através de um algoritmo conhecido por *Direct Linear Transform* (Hartley e Zisserman, 2003; Vasconcelos *et al.*, 2011).

3. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

O caso apresentado tem como base o registo de vídeo de uma rotunda em Coimbra, Portugal, realizado a partir do quinto andar de um edifício adjacente (Figura 1). Foi utilizada uma câmara de vídeo de alta definição à qual se acoplou uma objetiva grande ocular. Exemplifica-se a utilização do programa para três aplicações distintas: a) determinação das trajetórias e perfis de velocidade; b) determinação do tempo de pré-invasão e, c) determinação dos intervalos de tempo na corrente prioritária aceites/rejeitados pelos condutores não prioritários. As análises a) e b) requerem a calibração do programa, bastando para tal indicar as coordenadas reais de quatro pontos visíveis no vídeo.

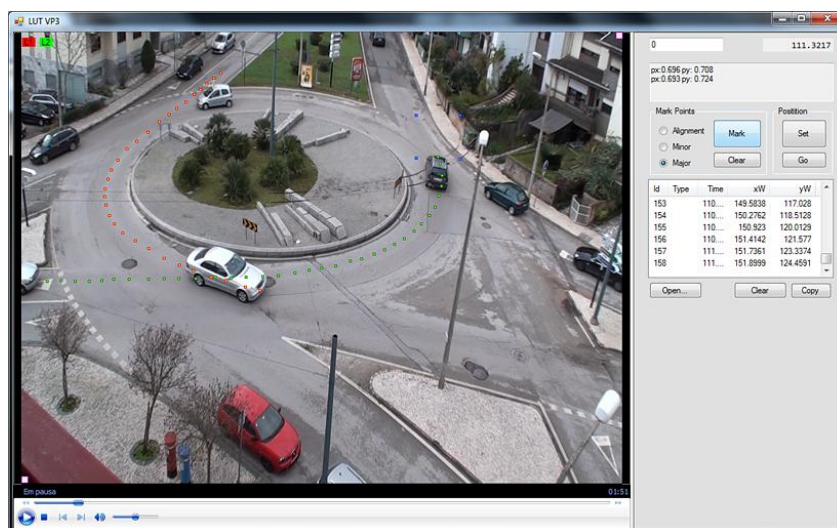


Figura 1: Janela principal da aplicação LUT|VP3

3.1. Trajetórias e perfis de velocidades

O levantamento das trajetórias obtém-se marcando sucessivamente no ecrã a posição da frente do veículo com o rato.

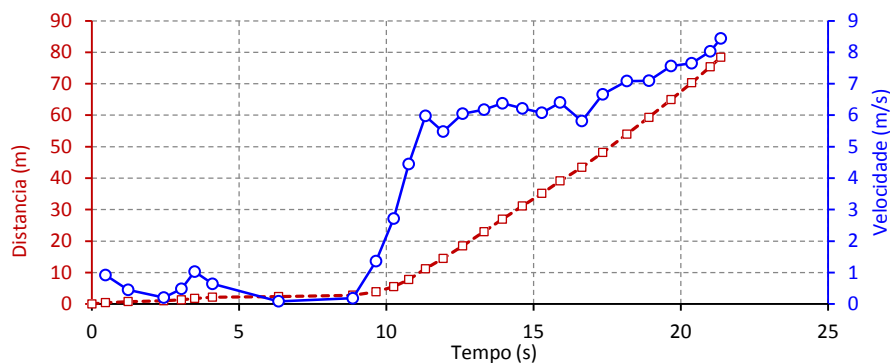


Figura 2: Exemplo de diagramas de distâncias e velocidades

As séries das velocidades e das acelerações correspondem à primeira e à segunda derivada da

série das distâncias (note-se que serão de esperar erros significativos ao nível das acelerações se os pontos estiverem muito próximos). No gráfico acima apresentam-se os diagramas da distância e da velocidade da trajetória marcada a verde na Figura 1.

3.2. Tempo de pré-invasão (TPI)

O tempo de pré-invasão corresponde ao intervalo de tempo decorrido entre a saída de um veículo prioritário de uma zona de conflito e a chegada de um outro veículo, não prioritário, a essa mesma zona. Este indicador enquadra-se no grupo das designadas medidas substitutas de segurança e, entre outras aplicações, é utilizado para calibrar modelos microscópicos de simulação de tráfego, como o AIMSUN (Barceló et al., 2005). A obtenção do TPI para um determinado par de veículos obtém-se marcando sucessivamente as posições dos vértices dos veículos a que corresponde a configuração mais provável de um acidente e posteriormente comparando os instantes associados a esses pontos quando estes são praticamente coincidentes. Na figura seguinte exemplifica-se este processo: obteve-se um TPI de 1.12 s, correspondendo ao intervalo de tempo decorrido entre a passagem do veículo prioritário (canto traseiro-direito) e a chegada do veículo não prioritário (canto frontal-esquerdo).

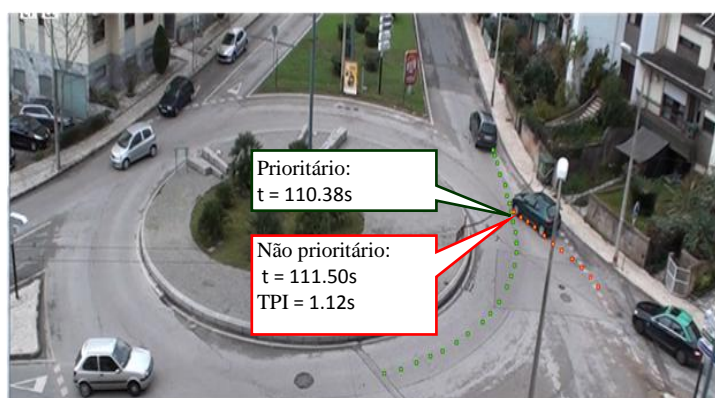


Figura 3: Medição do tempo de pré-invasão (TPI)

3.3. Intervalos aceites/rejeitados

Esta terceira aplicação demonstra a aplicabilidade do programa LUT_{VP3} para obter dados necessários à estimação do intervalo crítico de passagem, variável fundamental em muitos modelos de capacidades. Os processos de estimação propriamente ditos são relativamente complexos - ver, por exemplo, Brilon et al. (1999), e saem do âmbito desta comunicação. Contudo, na sua maioria baseiam-se no registo do conjunto de decisões de rejeição / aceitação dos sucessivos intervalos entre veículos na corrente prioritária. O LUT_{VP3} permite a construção desse registo pela marcação sucessiva, através do teclado, de eventos de chegada e saída dos veículos não prioritários à/da barra de paragem e de passagem dos veículos prioritários na secção conflituante. Por exemplo, numa rotunda com uma via de entrada e de circulação um registo possível de eventos seria o indicado na Tabela 1:

Tabela 1: Exemplo de registo de eventos

Instante (s)	101.23	101.83	103.15	104.18	106.35	109.12	111.36	112.11	115.28
Código	A	S	K	A	K	K	K	S	K

a partir da qual seria possível reconstituir a totalidade de decisões observadas (ver a Figura 4). Neste caso em particular verifica-se que o primeiro veículo não prioritário entrou diretamente

para a rotunda enquanto o segundo rejeitou duas oportunidades (para além do *lag* inicial) entrando apenas quando se proporcionou um intervalo de 4,00 s.

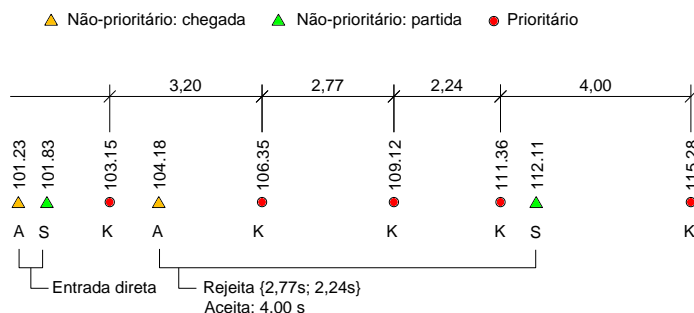


Figura 4: Reconstituição das decisões tomadas pelos condutores a partir do registo de eventos

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O programa LUT_{VP3} encerra na sua simplicidade um grande número de potencialidades. De facto, a sua integração num novo estudo não requer mais que o conhecimento das coordenadas reais de quatro pontos visíveis no ecrã, podendo essa calibração ser feita após a recolha de dados. É uma aplicação muito flexível na medida em que todos os seus resultados são gravados em ficheiro de texto e podem ser copiados/colados diretamente para outras aplicações, como o Excel. A precisão dos seus resultados é adequada a um grande número de aplicações, tais como contagens de tráfego, estudos de segurança rodoviária ou calibração de modelos microscópicos de simulação de tráfego. Finalmente, prevê-se a sua melhoria através da implementação de algoritmos de filtragem de dados tendo em vista a produção de estimativas mais precisas das velocidades e acelerações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barceló, J., Codina, E., Casas, J., Ferrer, J.L. García, D., (2005) Microscopic traffic simulation: A tool for the design, analysis and evaluation of intelligent transport systems. *Journal of Intelligent and Robotic Systems* 41, 173-203.
- Brackstone, M., McDonald, M. (1999) Car-following: a historical review. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 2, 181-196.
- Brilon, W., Koenig, R., Troutbeck, R.J. (1999) Useful estimation procedures for critical gaps. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 33, 161-186.
- Hartley, R.I., Zisserman, A. (2003) *Multiple View Geometry in Computer Vision*, Second ed. Cambridge University Press, ISBN: 0521540518.
- Laureshyn, A., Svensson, Å., Hydén, C. (2010) Evaluation of traffic safety, based on micro-level behavioural data: Theoretical framework and first implementation. *Accident Analysis & Prevention* 42, 1637-1646.
- Ossen, S., Hoogendoorn, S. (2005) Car-Following Behavior Analysis from Microscopic Trajectory Data. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1934, 13-21.
- Silva, A.B. (2004) Definição de uma Metodologia de Concepção de Intersecções Giratórias, *FCTUC*. University of Coimbra.
- Silva, J.P.C.d., Seco, Á.J.d.M., Silva, A.B., Pestana, M., Vasconcelos, A.L.P. (2011) Driver behavior and pollutant emissions on isolated road humps, in: AIPCR-PIARC (Ed.), *XXIVth World Road Congress*, Mexico City.
- Thiemann, C., Treiber, M., Kesting, A. (2008) Estimating Acceleration and Lane-Changing Dynamics Based on NGSIM Trajectory Data, *Transportation Research Board 87th Annual Meeting*, Washington DC.
- Vasconcelos, A., Silva, A.B., Seco, Á., Rouxinol, G. (2011). Estimation of critical headways at unsignalized intersections - a microscopic approach, in: Transportation Research Board (Ed.), *3rd International Conference on Road Safety and Simulation*, Indianapolis, USA.