

PETGYN – UMA FERRAMENTA PARA APOIO À MODELAGEM E SIMULAÇÃO DO TRÁFEGO URBANO

JRADI, Walid Abdala Rfaei¹;

NASCIMENTO, Hugo Alexandre Dantas do²; **HALL**, Bryon Richard³

Palavras-chave: tráfego urbano, *software*, modelagem, simulação.

Introdução

O PETGYN (JRADI, 2008; JRADI *et al.*, 2009) é um *software* interativo de apoio à decisão para modelagem e simulação do tráfego urbano, desenvolvido na UFG por pesquisadores. O termo PETGYN é acrônimo de Problema de Equilíbrio de Tráfego com GYN sendo a sigla aeroviária internacional para a cidade de Goiânia (local onde foram feitas as primeiras modelagens de tráfego com o sistema). O *software* implementa modelos matemáticos para alocação do tráfego e ferramentas interativas para elaboração de projetos de redes viárias. Por meio desse sistema, é possível modelar e estudar uma rede viária, com o objetivo de propor alterações na sua estrutura e/ou nos projetos de ocupação do espaço urbano de forma a minimizar os problemas relacionados aos congestionamentos, custos com deslocamentos e emissão de poluentes, dentre outros.

Por ser uma ferramenta computacional cuja primeira versão foi liberada em 2008, há necessidade de implementar novas funcionalidades e de reorganizar seu código-fonte, de forma que ela atenda demandas recentes de estudo de melhoria do tráfego urbano. O presente artigo descreve o estado atual de desenvolvimento do *software* PETGYN.

Justificativa

Os problemas de modelagem e de estudo do tráfego urbano se inserem na categoria dos problemas reais para os quais é difícil propor soluções efetivas e de longo prazo

¹Instituto de Informática/UFG – e-mail: walid@inf.ufg.br;

²Instituto de Informática/UFG – e-mail: hadn@inf.ufg.br;

³Instituto de Matemática e Estatística/UFG – e-mail: bryon@ufg.br;

(BECKMANN *et al.*, 1956; SHEFFI, 1985; GALLO *et al.*, 2008). Apesar de existirem modelos matemáticos que procuram descrever as características de uma malha viária e a forma como os veículos trafegam nas vias, há inúmeros fatores que, em geral, não são bem conhecidos ou que mudam continuamente. Exemplos de tais fatores são as demandas de deslocamento dos veículos (isto é: onde os passageiros estão e para onde desejam ir), o conhecimento completo do sistema viário e as preferências individuais de viagem, as opções de comutação entre os meios de transporte, as tendências (ou especulações) de crescimento populacional ou do comércio em certas regiões, e as variações sazonais do comportamento do tráfego. Lidar com esses fatores, mesmo que de forma parcial e aproximada, somente é possível com o uso de recursos computacionais. Nesse sentido, sistemas para modelagem e simulação do tráfego do urbano têm se tornado ferramenta básica de apoio aos engenheiros e demais estudiosos dos problemas de tráfego nas médias e grandes cidades. Entre tais sistemas, destacam-se os proprietários Emme⁴, Saturn + Dracula⁵ e Transcad⁶. Na linha de *software* livre, as atenções têm se voltado para o SUMO (BEHRISCH, 2011), um sistema cujo desenvolvimento iniciou em 2001 no *German Aerospace Center*, em Berlim - Alemanha. O PETGYN se situa na categoria de *software* livre, diferenciando-se do SUMO, e de vários sistemas proprietários, por oferecer uma plataforma Web colaborativa para modelagem e simulação do tráfego. Atualmente, seu foco é em modelagem macroscópica (SHEFFI, 1985) de veículos de quatro rodas, com a possibilidade de simular o tráfego considerando condições de Equilíbrio do Usuário (EU) e de Otimização de Sistema (OS). Recursos de visualização de informações permitem destacar problemas como congestionamentos e mostrar o impacto no tráfego de alterações planejadas em malhas viárias. Além disso, o PETGYN serve como laboratório de *software* para incorporação e teste de novos métodos de otimização do tráfego, em desenvolvimento por pesquisadores dos Institutos de Informática e de Matemática e Estatística e da Escola de Engenharia Civil da UFG.

Como todo sistema computacional, o PETGYN necessita de frequentes atualizações visando incluir novas funcionalidades e atualizar sua arquitetura interna. Uma lista de demandas de desenvolvimento para o PETGYN tem sido reunida desde a sua concepção e é paulatinamente implementada. A descrição das ações voltadas ao

⁴ Emme é desenvolvido pela empresa INRO. Portal Web: <https://www.inrosoft.com/en/products/emme/>

⁵ Portal Web: <http://www.saturnsoftware.co.uk/9.html>

⁶ Portal Web: <http://www.caliper.com/tcovu.htm>

desenvolvimento do PETGYN é importante para permitir o entendimento da complexidade desse *software* e do seu potencial para a melhoria das condições urbanas.

Objetivos

O objetivo deste artigo é apresentar detalhes do desenvolvimento continuado do PETGYN e de pesquisas a ele relacionadas que gerarão novos módulos e funcionalidades. Isso envolve, inclusive, parte do projeto de doutoramento do primeiro autor do presente artigo.

Metodologia

Como mencionado acima, as demandas de aprimoramento do PETGYN foram reunidas em uma lista de desenvolvimento, a qual incluiu a incorporação de: métodos para estimação de matrizes origem-destino, algoritmos automáticos para reprojeto de redes viárias, novos modelos matemáticos de simulação, inclusive para simulação multimodal (contemplando mais de um tipo de veículo para o deslocamento). Além disso, a lista contempla a reestruturação da arquitetura interna do *software*, a reformulação da sua interface gráfica com o usuário (visando torná-la mais eficiente e agradável) e a aceleração das simulações de alocação de tráfego por meio do emprego de técnicas de programação paralela e/ou distribuída.

Os itens na lista foram priorizados e as demandas de maior importância foram associadas a projetos de mestrado e de doutorado no INF-UFG. Além disso, projetos de pesquisa foram elaborados e submetidos a agências fomentadoras de pesquisa, como a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), com o objetivo de conseguir equipamentos e outros recursos necessários.

Resultados

No decurso de seu desenvolvimento, o PETGYN já foi tema de quatro projetos de pesquisa em nível de mestrado (JRADI, 2008; CALIXTO, 2011; DUARTE, 2012; FEITOSA, 2012). Atualmente, ele é tema de estudo três doutoramentos com conclusões previstas para 2016, cujos temas são: estimação de matrizes origem-destino (OD) com demandas elásticas, implementações paralelas de algoritmos de alocação do tráfego urbano em processadores gráficos de uso geral (GPUs) e

propostas de visualização de dados envolvendo matrizes OD. Publicações de alta relevância acadêmica tem sido produzidas como resultado dos projetos (FOULDS *et al.*, 2013; FOULDS *et al.*, 2013; ALENCAR *et al.*, 2014; FOULDS *et al.*, 2014).

O PETGYN foi contemplado com financiamento da FAPEG (Chamada Pública 05/12, Edital Universal) visando sua melhoria no período de 2013 a 2015. O apoio dessa agência já permitiu atualizar o código-fonte do PETGYN para uma nova versão. Está em desenvolvimento também uma nova arquitetura interna, mais modularizada e flexível para o crescimento do sistema.

Conclusões

O desenvolvimento do PETGYN e de novos modelos, métodos, algoritmos e suas implementações aplicados ao tráfego já resultou em quatro dissertações de mestrado e em três doutoramentos (em fase de conclusão), além de várias publicações. O projeto envolve atualmente cinco docentes da UFG (das áreas de Informática, Matemática e Engenharia Civil). Recursos da FAPEG têm sido fundamentais para o andamento das pesquisas.

Referências

ALENCAR, W., FOULDS, L. R., DO NASCIMENTO, H. A. D., LONGO, H. J., HALL, B. R. Uma aproximação linear da demanda elástica de viagens em redes congestionadas de tráfego urbano com custos assimétricos e dados imprecisos. Anais do XLVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Salvador - BA, 16 de set de 2014.

BECKMANN, M., MCGUIRE, C., WINSTEN, C. *Studies in the economics of transportation*. Yale University Press, New Haven, Connecticut, 1956.

BEHRISCH, M., BIEKER, L., ERDMANN, J., KRAJZEWICZ, D. SUMO – Simulation of Urban MObility. *In Proc. of The Third International Conference on Advances in System Simulation*, 2011.

CALIXTO, I. C. A. C. Uma proposta de método de estimação de matrizes origem-destino baseado em programação linear *fuzzy* para redes viárias brasileiras congestionadas. Dissertação de Mestrado. Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás, 2011.

DUARTE, D. C. S. LIPSTUD – Um método de otimização de fluxo de tráfego baseado em proibição e permissão de conversões. Dissertação de Mestrado. Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás, 2012.

FEITOSA, F. C. C. Um estudo prático para contagem volumétrica automática de veículos usando visão computacional. Dissertação de Mestrado. Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás. 2012.

FOULDS, L. R., DO NASCIMENTO, H. A. D., CALIXTO, C. A. C., LONGO, H. J., HALL, B. R. *A Fuzzy Linear Set - based approach to origin-destination matrix estimation in urban traffic networks with imprecise data*. European Journal of Operational Research, 231, p. 190 – 201, 2013.

FOULDS, L. R., DO NASCIMENTO, H. A. D., LONGO, H. J., HALL, B. R. *A successive linear approximation approach to the design of congested urban traffic networks*. Anais do XLV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Natal - RN, p. 3272 – 3283, 2013. (Prêmio Roberto Diéguez Galvão para o melhor trabalho em inglês submetido e apresentado durante o Simpósio.)

FOULDS, L. R. DUARTE, D. C. S., DO NASCIMENTO, H. A. D., LONGO, H. J., HALL, B. R. *Turning restriction design in traffic networks with a budget constraint*. Journal of Global Optimization, v. 60, p. 351 – 371, 2014. DOI: 10.1007/s10898 - 013 - 0127 - 1

GALLO, R., GALVAO, V. Q. Área central de SP perde moradores e periferia incha. Folha de São Paulo, 18 de fevereiro de 2008.

JRADI, W. A. R. Uma arquitetura de *software* interativo para apoio à decisão na modelagem e análise do tráfego urbano. Dissertação de Mestrado, Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás, 2008.

JRADI, W. A. R., do NASCIMENTO, H. A. D., LONGO, H., HALL, B. R. Uma arquitetura de *software* interativo para apoio à decisão na modelagem e análise do tráfego urbano. No XLI SBPO, Porto Seguro, BA, de 1 a 4 de setembro de 2009.

SHEFFI, Y. *Urban transportation networks: equilibrium analysis with mathematical programming*. Prentice-Hall, 1985.