

ARTIGO REF: 6823

## SINALIZAÇÃO LUMINOSA INTELIGENTE

**Cristina Vilarinho<sup>1(\*)</sup>, José Pedro Tavares<sup>1</sup>, Rosaldo J. F. Rossetti<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Depart. Eng<sup>a</sup> Civil, CITTA, Porto, Portugal

<sup>2</sup>Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Depart. Eng<sup>a</sup> Informática, LIACC, Porto, Portugal

(\*)*Email*: cvilarinho@fe.up.pt

### RESUMO

Nas últimas décadas, a frota de transporte individual tem crescido de modo impetuoso nas áreas urbanas de todo o mundo, trazendo sérios problemas de congestionamento para as grandes cidades, afetando-as tanto a nível social, económico e ambiental. Como os vários modos de transporte (peão, autocarro, bicicleta, automóveis) compartilham o mesmo espaço o problema do congestionamento agrava-se, sendo no entanto de realçar que os sistemas multimodais são essenciais para a sustentabilidade das cidades.

O ritmo de crescimento da procura tem sido superior à evolução da oferta de novas vias de comunicação assim como ao aparecimento de novas tecnologias de transporte, este problema continuará a aumentar a menos que seja implementada uma estratégia eficiente de gestão do tráfego. Se o sistema de controlo de sinais luminosos for ineficiente, isto é, sem uma estratégia na resolução dos conflitos resultantes da partilha do espaço, a própria sinalização luminosa pode ser a responsável pelo aumento de problemas de mobilidade. Tradicionalmente, estes sistemas tem como objetivo minimizar os atrasos totais dos veículos, ignorando assim a importância da mobilidade de pessoas em redes servidas por múltiplos modos de transporte. Além disso, a otimização baseada apenas nos veículos pode levar ao tratamento injusto de veículos com maior ocupação e respetivos passageiros, o que contraria as estratégias de gestão mais recentes que procuram incentivar a maior ocupação dos veículos como forma de diminuir o número de veículos em circulação.

Este trabalho apresenta uma estratégia de controlo de sinais luminosos baseada nas pessoas com aplicação em intersecções isoladas. O controlo de sinais luminosos foi desenhado de acordo com a arquitetura de um sistema multiagente (Vilarinho, Tavares & Rossetti, 2016). A estratégia inclui simultaneamente o desenho das fases do plano de regulação (Vilarinho & Tavares, 2014) e a afetação do tempo de verde às fases. O planeamento e operação da sinalização luminosa utilizam informação em tempo real do estado de tráfego da rede viária. Manter os parâmetros dos sinais luminosos atualizados com o estado real do tráfego da rede viária é dos tópicos mais importantes neste tema. De modo a atualizar o plano de controlo de tráfego, este desafio foi enquadrado como um problema de alocação eficiente de um recurso disponível (período verde) aos consumidores (sinalização luminosa). Para isso foi desenvolvido um processo de negociação de modo a decidir quem obtém o direito de usar os recursos, com base em um processo de leilão. Cada corrente de tráfego participa individualmente neste leilão para obter o direito de conseguir uma certa quantidade de recurso disponível. O sistema de controlo da intersecção luminosa funciona como um mediador entre as correntes de tráfego com objetivos opostos, isto é, movimentos incompatíveis. Se a decisão é terminar o tempo de verde da fase atual, o tempo de verde pode ser atribuído a qualquer outra fase presente no plano de regulação selecionado. A fase selecionada é aquela que dá maior contribuição positiva para o desempenho da intersecção. A decisão de atribuir o tempo

de verde à fase, tem como objetivo minimizar o atraso total das pessoas presentes na interseção e, conseqüentemente, atribui prioridade aos veículos com maior ocupação de passageiros e tem em conta os peões, que muitas vezes esquecidos pelos sistemas de gestão de tráfego. Numa perspectiva de gestão da sociedade, deve ser mais importante e valioso minimizar os atrasos das "pessoas" ou outra qualquer medida baseada no indivíduo, em vez de se centrar nos indicadores de desempenhos dos veículos.

Em relação ao estado da arte, os trabalhos mais relevantes desenvolvidos no âmbito da negociação em sistemas multiagente, no controlo de sinalização luminosa, são: Dresner & Stone (2005) (2009), Vasirani & Ossowski (2009) (2011) e Schepperle & Bohm (2008). Em todos estes trabalhos, o veículo (condutor) é equiparado a um agente, que participa no leilão. No trabalho presente, cada corrente de tráfego da intersecção é equiparada a agente e participa no leilão.

O algoritmo resultante foi codificado em Java e inserido no TraSMAPI para conectar dinamicamente o algoritmo à API do simulador de tráfego microscópio Aimsun (Aimsun, 2011), permitindo uma mudança automática das configurações dos sinais luminosos de uma intersecção isolada. Para demonstrar o método proposto foi modelado uma intersecção real de quatro ramos com uma procura variável.

Este trabalho contribui para o desenvolvimento de uma nova estratégia de controlo de sinais de luminosos que rompe com os conceitos tradicionais de controlo de tráfego, tais como: duração do ciclo, período verde máximo e sequência fixa de fase. Os resultados revelam que o sistema de controlo proposto reduz o atraso total da pessoa na intersecção e efetivamente fornece prioridade aos veículos com maior ocupação. A estrutura do sistema proposto é flexível e tem a capacidade para adaptar as decisões do controlo de tráfego às previsões e reagir a eventos de tráfego inesperados.

## REFERÊNCIAS

- [1]-Aimsun 2011. Aimsun 7 Users' Manual. In: Systems, T.T.S. (ed.) 7 ed. Barcelona, Spain.
- [2]-Dresner, K. Autonomous Intersection Management. PhD Thesis, 2005, Univ. of Texas.
- [3]-Dresner, K. & Stone, P. Multiagent traffic management: an improved intersection control mechanism. In: Dignum, F. *et al.*, ed. The 4th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2005 Netherlands. New York: ACM Press, 471-477.
- [4]-Schepperle, H. & Bohm, K. Auction-Based Traffic Management: Towards Effective Concurrent Utilization of Road Intersections. Ieee Joint Conference on E-Commerce Technology (Cec'08) and Enterprise Computing, E-Commerce and E-Services (Eee'08), July 21-24 2008. 105-112.
- [5]-Vasirani, M. & Ossowski, S. 2009. A market-inspired approach to reservation-based urban road traffic management. Proceedings of 8th International Conference on AAMS, 2009 2009. International Foundation for AAMS, 617-624.
- [6]-Vasirani, M. & Ossowski, S. 2011. A computational market for distributed control of urban road traffic systems. Intelligent Transportation Systems, IEEE Trans. V 12, 313-321.
- [7]-Vilarinho, C. & Tavares, J. P. 2014. Real-time traffic signal settings at an isolated signal control intersection Transportation Research Procedia (TRPRO264), 1021-1030.
- [8]-Vilarinho, C., Tavares, J.P. and Rossetti, R. F.J., Design of a Multiagent System for Real-Time Traffic Control, in IEEE Intelligent Systems, vol. 31, no. 4, pp. 68-80, July-Aug. 2016. doi: 10.1109/MIS.2016.66.