

## SISTEMA DINÂMICO E INTELIGENTE PARA RECOMENDAÇÃO DE ROTAS BASEADO EM INFORMAÇÕES CONTEXTUAIS EM TEMPO REAL

CARLA S. G. PIRES <sup>1</sup>; PAULO R. FERREIRA <sup>2</sup>; MARILTON S. DE AGUIAR <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas - [cpires@inf.ufpel.edu.br](mailto:cpires@inf.ufpel.edu.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas - [paulo@inf.ufpel.edu.br](mailto:paulo@inf.ufpel.edu.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas - [marilton@inf.ufpel.edu.br](mailto:marilton@inf.ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o trânsito em cidades de médio e grande porte, bem como seus diversos transtornos, inclusive de mobilidade, se mostram em uma crescente. Como consequência, os problemas de congestionamentos, falta de segurança, danos ao ambiente, improdutividade e atrasos se agravam (VIEIRA; CALDAS; SALGADO, 2011). Entre os mais prejudicados estão os veículos de emergência e de transporte público. Este cenário de crescimento do número de veículos particulares, torna a mobilidade urbana um tema ainda mais complexo (WAHLE, 2001) e, por isso, a busca por alternativas a estas demandas exige esforço de inteligência para solucioná-las ou mitigá-las.

Os Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) surgem como alternativa com este desiderato, propondo diminuir congestionamentos e melhorar a mobilidade das cidades. Estes sistemas aplicam tecnologias de informação e comunicação (TIC) para apoiar a infraestrutura de trânsito existente e melhorar a qualidade dos sistemas de transporte (ADLER; BLUE, 1998). Podem ser citados como exemplos destas ferramentas: os sistemas de recomendação de rotas para transportes públicos, que apresentam ao usuário um trajeto que inclui em alguns casos o tempo de caminhada e as trocas de transporte (TITO, 2012; FERRIS; WATKINS; BORNING, 2010; ZENKER; LUDWIG, 2009); e os sistemas de auxílio aos condutores através do provimento de informações (NARZT, 2010; MASUTANI, 2005; KURIHARA, 2013; KLUEGL; BAZZAN, 2004).

A maioria destas ferramentas utiliza informações estáticas, auxiliadas por sistemas interveiculares ou sistemas centrais de informações, não levando em consideração acontecimentos dinâmicos como congestionamentos, acidentes ou alagamentos (FERRIS; WATKINS; BORNING, 2010).

Desta forma, este trabalho tem como objetivo integrar informações de trânsito oriundas do levantamento *in loco* por dispositivos móveis com um sistema de recomendação de rotas alternativas e personalizadas, provendo informações dinâmicas resultantes do cálculo da rota auxiliado por técnicas de *Swarm*.

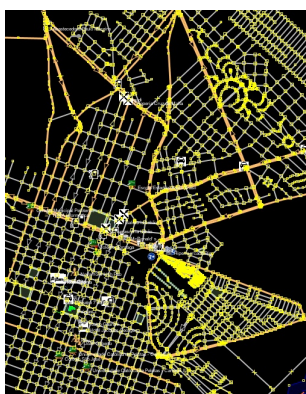
Este trabalho está sendo realizado no contexto do Projeto PRONEX – RSSOC (Rede Estadual de Simulação Social) em desenvolvimento no grupo de pesquisa, cujo escopo de aplicação estão condutores de veículos de emergência, visando diminuir o tempo de chegada desses veículos no local desejado, fato que é imprescindível em situações de risco, como incêndios e acidentes graves.

### 2. METODOLOGIA

Preliminarmente, foi conduzido um estudo exploratório do estado da arte da integração de SIT com métodos e técnicas de sistemas inteligentes – técnicas que estão sendo integradas para o desenvolvimento de solução computacional com capacidade de produzir informações e recomendações personalizadas.

A *posteriori*, um conjunto de procedimentos foram adotados para a realização da coleta e tratamento de dados referentes as informações dos mapas. A preparação e o gerenciamento dos dados foram divididos em três etapas: i) mapeamento da área de monitoramento; ii) tratamento; e iii) criação da base de dados.

O mapeamento da área de monitoramento foi feito a partir do *OpenStreetMaps*, um projeto aberto e reconhecido academicamente que fornece meios para a criação e edição de mapas geográficos gratuitamente. Este processo foi auxiliado pela ferramenta JOSM, um editor Java de *OpenStreetMaps* que disponibiliza a edição de vias e nodos. A representação dos nodos é efetuada por intermédio de pontos e as arestas são identificadas por setas (conforme pode ser observado na Figura 1).



```
node id=2082500213 lat=-31.7668722 lon=-52.3424033 >
node id=2082500211 lat=-31.7667035 lon=-52.3431597 >
tag k=name v=Hotel_Curi
tag k=tourism v=hotel
/node>
way id=223623897 >
nd ref=2325046785
nd ref=2325046669
tag k=highway v=residential
tag k=source v=bing
/way>
relation id=2738620 >
member type=way ref=203838192 role=outer
member type=way ref=203838226 role=inner
member type=way ref=203838177 role=inner
tag k=type v=multipolygon
/relation>
```

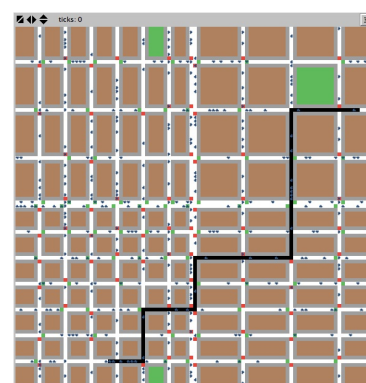


Figura 1: O mapeamento no JOSM

Figura 2: O formato do arquivo XML

Figura 3: A simulação no NetLogo

Os dados são disponibilizados no formato XML (vide Figura 2) com *tags* que representam os nodos (denotados por sua latitude e longitude), as vias e os pontos de interesse. Assim, é possível extrair as informações para a criação da base de dados para o armazenamento e posterior cálculo da distância entre os nodos, bem como a criação da matriz de adjacências, que representa um grafo orientado. O cálculo da rota de menor caminho é realizado pelo algoritmo A\*, considerando a contagem de feromônios ao custo da heurística.

Após a fase de preparação dos dados e mapeamento, tem-se a fase de coleta de dados históricos, que são provenientes de dispositivos móveis. As informações são coletadas em tempo real, mantendo uma base de informações com posição geográfica (latitude e longitude), data e hora. Na sequência, foi dado início a fase de testes do mecanismo de *Swarm* e, para tal, foi desenvolvido modelo de simulação no ambiente NetLogo, favorecendo a calibração dos parâmetros para uma aplicação em ambiente real.

A simulação foi realizada, considerando um ambiente hipotético com vias de mãos simples e duplas, onde cada intercessão possui uma determinada probabilidade de possuir semáforo, reproduzindo um tráfego em ambiente urbano. O número de carros que trafegam aleatoriamente pelo ambiente pode ser definido arbitrariamente. Neste cenário, existem 2 (dois) carros que seguem a rota definida pelo algoritmo proposto, com a possibilidade de inserção de obstáculos, aumentando a possibilidade de congestionamentos. Uma representação gráfica da simulação pode ser visto na Figura 3.

Está em fase de desenvolvimento o *WebService* que vai disponibilizar os serviços de interface entre os dispositivos e o servidor. O *Framework* Slin, que é um *micro-framework* que oferece recursos para criar aplicações PHP, tem sido usado para esta

finalidade. Ele possui o conceito de *Middleware*, envolvendo o ambiente da aplicação permitindo solicitações e respostas. Este *WebService* tem como principal funcionalidade, o provimento de comunicação entre o dispositivo móvel e a base de dados.

Para o desenvolvimento da aplicação Android está sendo utilizada a linguagem Java Android SDK. Esta aplicação já realiza comunicação com o *WebService*, enviando informações para a base de dados históricos que serão usadas no cálculo da rota em situações que não estão disponíveis as informações de feromônios. Estas informações serão utilizadas posteriormente para se definir o padrão de congestionamento das vias em determinados horários.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após algumas simulações do modelo, foi possível observar que o tempo médio (em *ticks* de simulação) de execução da rota, quando considerado o peso do feromônio no custo da heurística  $A^*$ , é consideravelmente menor se comparado ao percurso sem considerar o feromônio. Os resultados obtidos podem ser observado na Tabela 1.

Tabela 1: Eficiência do modelo de feromônios

	Nº de carros	Com Feromônios	Sem Feromônios
Tempo Médio ( <i>ticks</i> )	200	<b>374,87</b>	411,39
	400	<b>506,163</b>	545,58
	600	<b>495,77</b>	508,57

Quando o número de carros trafegando no modelo é maior (600 carros), foi observado que em alguns casos o tempo do percurso usando feromônios foi maior, o que mostra que quando a taxa de congestionamento é muito elevada, exemplo de situação extrema de congestionamento, buscar por rota alternativa, pode levar a uma condição pior que esperar pela normalização do fluxo. A simulação foi útil ainda para calibrar parâmetros como, incremento e decremento de feromônios, custo das arestas e ainda, determinar a forma como estes valores serão considerados na heurística de cálculo da rota.

### 4. CONCLUSÕES

Este artigo apresentou resultados preliminares de um método para previsão de congestionamento que emprega um mecanismo de feromônios.

Na parte experimental, foi analisada a relação entre parâmetros ótimos e dados de tráfego, e foi estudada a modelagem dos parâmetros para a determinação dos parâmetros ideais. Com base nos resultados experimentais, as simulações confirmam a aplicabilidade e a eficiência do método proposto na previsão de congestionamentos, obtendo melhores resultados de tempo, se comparado a não utilização da técnica.

### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPERGS (PRONEX, processo nr. 10/0049-7) pelo fomento à pesquisa em andamento.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER, J. L.; BLUE, V. J. Toward the design of intelligent traveler information systems. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 6, n. 3, p. 157 – 172, 1998. ISSN 0968-090X.
- FERRIS, B.; WATKINS, K.; BORNING, A. Location-aware tools for improving public transit usability. **Pervasive Computing, IEEE**, v. 9, n. 1, p. 13 –19, jan.-march 2010. ISSN 1536-1268.
- KLUEGL, F.; BAZZAN, A. L. C. Route decision behaviour in a commuting scenario: Simple heuristics adaptation and effect of traffic forecast. **Journal of Artificial Societies and Social Simulation**, v. 7, n. 1, 2004.
- KURIHARA, S. Traffic-congestion forecasting algorithm based on pheromone communication model. **Ant Colony Optimization - Techniques and Applications**, 2013.
- MASUTANI, O. et al. Pheromone model: application to traffic congestion prediction. In: **Fourth international joint conference on Autonomous agents and multi-agent systems**. New York, NY, USA: ACM, 2005. (AAMAS '05), p. 1171–1172. ISBN 1-59593-093-0.
- NARZT, W. et al. Self-organising congestion evasion strategies using ant-based pheromones. **Intelligent Transport Systems**, v. 4, 2010.
- TITO, A. et al. Contextual information in user information systems in public transportation: A systematic review. In: **Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2012 15th International IEEE Conference on**. [S.l.: s.n.], 2012. p. 361 –366. ISSN 2153-0009.
- VIEIRA, V.; CALDAS, L.; SALGADO, A. Towards an ubiquitous and context sensitive public transportation system. In: **Ubi-Media Computing (U-Media), 2011 4th International Conference on**. [S.l.: s.n.], 2011. p. 174 –179.
- WAHLE, J. et al. A dynamic route guidance system based on real traffic data. **European Journal of Operational Research**, v. 131, n. 2, p. 302 – 308, 2001. ISSN 0377-2217. Artificial Intelligence on Transportation Systems and Science.
- ZENKER, B.; LUDWIG, B. Rose: assisting pedestrians to find preferred events and comfortable public transport connections. In: **Proceedings of the 6th International Conference on Mobile Technology, Application Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2009. (Mobility '09), p. 16:1–16:5. ISBN 978-1-60558-536-9.