

ACORoute: Sistema de Recomendação de Rotas Evitando Congestionamento Baseado em Comunicação por Feromônios

Carla S. G. Pires¹, William Souza¹, Thainan Remboski¹,
Marilton S. de Aguiar¹, Paulo R. Ferreira Jr.¹

¹Centro de Desenvolvimento Tecnológico – Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
Pelotas – RS – Brazil

{cpires, wddsouza, tbremboski, marilton, paulo}@inf.ufpel.edu.br

Abstract. *Urban mobility is a problem that affects the majority of cities nowadays. In this context, this paper proposes the use of pheromone-based communication for building a system that suggests less jammed routes to the drivers. The proposed approach takes into account the mobility of vehicles and traffic dynamics. Several experiments in a simulation environment were conducted, showing that our approach was able to significantly reduce the travel time. A mobile application, which uses the proposed approach, is being implemented and is also briefly discussed.*

Resumo. *A mobilidade urbana é um problema que afeta a grande maioria das cidades nos dias de hoje. Neste contexto, este trabalho propõe a utilização de comunicação baseada em feromônios para construção de um sistema que ofereça informações sobre rotas menos congestionadas, levando em consideração a mobilidade dos veículos e a dinâmica do trânsito. A abordagem proposta foi experimentada em um ambiente de simulação e mostrou-se eficiente, diminuindo significativamente o tempo de percurso do trajeto. Uma aplicação para dispositivos móveis, que utiliza a abordagem em questão, foi implementada e também é discutida brevemente.*

1. Introdução

Nas últimas décadas o trânsito em cidades de médio e grande porte, bem como os transtornos causados por ele, acarretam em problemas de mobilidade cada vez maiores. Os Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) se mostram como alternativa para melhorar a mobilidade dentro das cidades, através da aplicação de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) para apoiar a infraestrutura de trânsito existente e aprimorar a qualidade dos sistemas de transporte.

Uma grande variedade de ferramentas de SIT têm desempenhado papéis importantes na eficiência dos meios de transporte. Estes sistemas provêm informações relacionadas ao trânsito, influenciando em vários aspectos dos transportes relacionados a mobilidade urbana. A maioria destas ferramentas de SIT utiliza informações estáticas, auxiliadas por tecnologias integradas a infraestrutura de trânsito [Ferris et al. 2010]. Este artigo propõe utilizar informações provenientes de dispositivos móveis para, dinamicamente, determinar o melhor trajeto para o motorista buscando evitar congestionamentos.

Este artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 discute como funciona a dinâmica dos feromônios na abordagem proposta; a Seção 3 apresenta os resultados

obtidos em um ambiente de simulação; a Seção 4 discute a implementação da abordagem proposta; e, finalmente, a Seção 5 apresenta as conclusões do trabalho.

2. Mecanismo de previsão de congestionamento

Neste artigo está sendo proposto um modelo de previsão de congestionamentos baseado no mecanismo de comunicação adotado por sociedades de formigas.

Comunicação baseada em feromônios aplicada à previsão de congestionamento tem se mostrado um ótimo elemento de apoio aos SIT. Atualmente, muitos métodos tem sido proposto [Kurihara 2013, Narzt et al. 2010, Ochiai and Kanoh 2014, Ando et al. 2006b, Ando et al. 2006a] entre outros.

Tabela 1. Características dos Métodos de Previsão de Congestionamento

	Previsão de Congestionamento					
	Self-organising	Pheromone	Traffic-Congestion	ACO híbrido	WAZE	ACORoute
	Narzt(2010)	Ando(2006)	Kurihara(2013)	Ochiai(2014)	WAZE(2013)	
Fontes de Informações	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Infraestrutura de Trânsito	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Informações de Contexto	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Dispositivos Móveis	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
Preferências do Usuário	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim
Informações Históricas	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
Tempo Real	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim
Replanejamento da Rota	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim
Algoritmo				Dijkstra	A*	A*/Feromônios

Diferente do adotado neste trabalho, os apresentados na Tabela 1 dispõem de infraestrutura de transporte local e/ou dispositivos instalados nos veículos, que coletam e tratam dados de tráfego. Além disto, o ACORoute utiliza informações de feromônio na heurística de melhor caminho, enquanto os trabalhos apresentados, ou não traçam rotas, ou utilizam um navegadores de veículo comum para calcular, limitando-se a utilizar feromônios apenas na previsão de congestionamento.

O princípio de funcionamento da abordagem desenvolvida neste trabalho baseia-se em veículos demarcando seu trajeto no ambiente através do depósito de uma unidade de feromônio a cada determinada unidade de tempo. Os feromônios são percebidos por todos os veículos que trafegam no ambiente e evaporam a medida que o tempo passa.

Um grafo é a representação lógica do mapa, contendo as ruas da cidade. O banco de dados utilizado é derivado da base de dados aberta do *OpenStreetMaps*. Para determinar uma rota entre um nó origem e destino, a abordagem proposta utiliza a variação do algoritmo heurístico de roteamento em grafo A*. O algoritmo faz a busca no grafo pelo caminho mais curto, utilizando BFS (*best-first search*). Isto é feito buscando a partir do nó de origem, conferindo nodos adjacentes, até encontrar o nó destino, sempre considerando a seguinte função de avaliação (Equação 1):

$$F = G + H \quad (1)$$

onde G é o custo do movimento atual, que é determinado por:

$$(Feromonio * PesodoFeromonio) + (Distancia * PesodaDistancia);$$

H é o custo estimado do nó atual ao destino, segundo o método Manhattan ($H = 10 * (abs(correnteX - destinoX) + abs(correnteY - destinoY))$).

Como os feromônios são depositados pelos veículos a cada unidade de tempo, quando mais tempo um veículo permanece em um determinado local em que o trânsito esteja lento, mais unidades de feromônio estarão presentes e influenciarão na tomada de decisão sobre o trajeto a ser seguido.

3. Resultados da simulação

Para avaliar a eficiência da abordagem proposta, foi produzido um modelo de simulação considerando um ambiente de trânsito urbano hipotético. Neste cenário, existem dois carros ditos inteligentes, que iniciam e terminam seu trajeto em pontos fixos do ambiente, um deles calcula sua rota utilizando o algoritmo A* original e o outro segue a rota definida pelo algoritmo proposto.

Foram executadas simulações com o objetivo de avaliar o tempo médio de conclusão da rota. Foi possível observar que o tempo médio é menor quando o algoritmo considera informações de feromônio. Isto ocorre para todas as situações de congestionamento.

Os experimentos realizados foram sistematizados com o objetivo de compor o melhor conjunto de parâmetros. O valor de feromônio depositado a cada unidade de tempo foi definido em 0,8 [Kurihara 2013]. Os resultados são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados - 600 veículos no Ambiente, 100% com Feromônios

Parametrização - 6000 execuções				Tempo médio (Ticks)	
Incremento	Peso Ferom.	Peso Dist.	Evaporação	C/ Feromônios	S/ Feromônios
0,8	0,5	0,5	0,3	384,42 ± 14,41	382,25 ± 4,64
0,8	0,3	0,7	0,3	382,20 ± 5,96	405,63 ± 8,15
0,8	0,7	0,3	0,3	393,17 ± 3,23	401,18 ± 5,90
0,8	0,3	0,7	0,9	400,28 ± 2,05	405,30 ± 2,97
0,8	0,3	0,7	0,7	429,10 ± 1,65	449,84 ± 4,03
0,8	0,3	0,7	0,1	390,45 ± 4,26	411,05 ± 8,90

Experimentos foram realizados considerando a inclusão de recálculo da rota quando o veículo permanece sem movimento por um determinado período. Os testes tiveram como objetivo identificar a eficiência da inclusão do recálculo e ainda calibrar o parâmetro chamado de limite de feromônio, o qual determina o limite de tempo que o veículo fica parado em uma situação de congestionamento até recalculando a rota (Tabela 3).

4. Aplicativo

Para o desenvolvimento do aplicativo foi utilizada a IDE (*Integrated Development Environment*) Eclipse, combinada com o Android SDK (*Software Development Kit*), que fornece a API (*Application Programming Interface*) necessária para construir e testar

Tabela 3. Resultados - Melhores parâmetros com Recalculo

600 Carros no ambiente	Tempo médio (Ticks)	
	Com Feromônios	Sem Feromônios
Limite Recáculo		
1,5	369,87 ± 3,52	393,15 ± 2,63
1,0	362,15 ± 4,58	399,54 ± 2,41
0,5	379,28 ± 2,14	381,90 ± 2,06

aplicações Android. Foram utilizadas as linguagens XML e Java. XML foi utilizada para a construção da parte gráfica do aplicativo. Na parte de controle, foi utilizada a linguagem Java-Android, que fornece API específica para desenvolvimento de aplicativos Android.

5. Conclusões

Este trabalho tem como principal contribuição o desenvolvimento de uma metodologia para previsão de congestionamento que utiliza comunicação baseada em feromônios.

A eficiência da abordagem proposta foi avaliada experimentalmente para a determinação de seus parâmetros ideais e verificação de sua aplicabilidade e desempenho. Os resultados obtidos nas simulações confirmam a aplicabilidade e a eficiência do método proposto na previsão de congestionamentos, obtendo melhores resultados de tempo quando comparados a não utilização da técnica.

Referências

- Ando, Y., Fukazawa, Y., Masutani, O., Iwasaki, H., and Honiden, S. (2006a). Performance of pheromone model for predicting traffic congestion. In *Proceedings of the Fifth International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems, AAMAS '06*, pages 73–80, New York, NY, USA. ACM.
- Ando, Y., Masutani, O., Sasaki, H., Iwasaki, H., Fukazawa, Y., and Honiden, S. (2006b). Pheromone model: Application to traffic congestion prediction. In Brueckner, S., Marzo Serugendo, G., Hales, D., and Zambonelli, F., editors, *Engineering Self-Organising Systems*, volume 3910 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 182–196. Springer Berlin Heidelberg.
- Ferris, B., Watkins, K., and Borning, A. (2010). Location-aware tools for improving public transit usability. *Pervasive Computing, IEEE*, 9(1):13–19.
- Kurihara, S. (2013). Traffic-congestion forecasting algorithm based on pheromone communication model. *Ant Colony Optimization - Techniques and Applications*, 104:167–175.
- Narzt, W., Wilflingseder, U., Pomberger, G., Kolb, D., and Hörtner, H. (2010). Self-organising congestion evasion strategies using ant-based pheromones. *Iet Intelligent Transport Systems*, 4.
- Ochiai, J. and Kanoh, H. (2014). Hybrid ant colony optimization for real-world delivery problems based on real time and predicted traffic in wide area road network. *Fourth International conference on Computer Science and Information Technology (CCSIT 2014)*, 4(2).