

## Inserindo o Deslocamento de Multidões no Simulador ITSUMO

**Roger Ferreira da Cruz, Paulo Roberto Ferreira Jr.**

Centro de Desenvolvimento Tecnológico  
Universidade Federal de Pelotas - UFPel

{rfdcruz,paulo.ferreira}@inf.ufpel.edu.br

***Abstract.** This paper proposes an initial study for the creation of a medium-scale model to include the movement of crowds on the urban vehicular traffic simulator called ITSUMO. This model is the first step of the developing of a simulator for emergency situations. This simulator is an extension of the simulator ITSUMO. The theoretical basis of the proposed model comes from studies on evacuation and movement of crowds in restricted environments and empirical analysis of the displacement of people in disaster situations. The proposed model will compose a new agent in the simulator ITSUMO, now called Crowd. This agent will represent crowds and will be developed based on a hybrid model based on Brownian agents and the Theory of Social Forces. As a result of the inclusion of this agent will allow the interaction of people and vehicles in emergency scenarios contained in the simulation environment of ITSUMO.*

***Resumo.** O presente artigo propõe um estudo inicial para a criação de modelo de mesoescala para a inclusão do deslocamento de multidões no simulador de tráfego veicular urbano denominado ITSUMO. Este modelo é a etapa inicial do desenvolvimento de um simulador de situações de emergência como uma extensão do simulador recém mencionado. A base teórica do modelo proposto provem de estudos sobre evacuação e deslocamento de multidões em ambientes restritos e sobre análises empíricas do deslocamento de pessoas em situações de catástrofes. Pretende-se, então, incluir um novo agente no simulador ITSUMO, atualmente denominado Crowd, que implementa o modelo proposto. Esse agente representará multidões e será desenvolvido com base em um modelo híbrido baseado em agentes Brownianos e a teoria das Forças Sociais. Como resultado a inclusão do referido agente permitirá a interação de pessoas e veículos em cenários de emergência contidos no ambiente de simulação ITSUMO.*

### 1. Introdução

Com o crescimento da população aglomerada nas cidades, eleva-se o risco de que incidentes causados pelo homem ou por causas naturais ocorram em larga escala. Dado o potencial de assumir grandes proporções e causar sérios problemas, fica explícita a necessidade de gerenciar esses incidentes de forma efetiva.

A resposta coordenada a incidentes de larga escala, envolvendo as diferentes forças (policiais, bombeiros, ambulâncias, etc.), sob diferentes esferas da administração

(municipal, estadual, etc.), representa um problema bastante complexo. Um dos maiores desafios nesse caso é a falta de oportunidade de treinar equipes, assim como tomadores de decisão tão heterogêneos, para lidar com estas situações de emergência.

Uma das formas de auxiliar no gerenciamento de situações de emergência é a denominada Simulação Social, utilizada no contexto para testar o comportamento organizacional de determinadas forças sociais em diversas situações.

O ITSUMO [Andriotti 2003] é um simulador social baseado em multiagentes que possibilita a inserção de módulos configuráveis, escritos em C++, com o objetivo de permitir o uso de diferentes tipos de agentes para diversas situações que envolvem o trânsito nas cidades. O modelo proposto neste artigo visa estender o ITSUMO para incluir o deslocamento de multidões. Esta extensão se dará através da implementação de um agente específico que se comportará como uma multidão, deslocando-se pelas vias e interagindo com os veículos.

Tal modelo adapta e estende o modelo de simulação de deslocamento de pedestres híbrido baseado em agentes Brownianos e no modelo contínuo de Forças Sociais [SABOIA 2010] para o modelo de Nagel-Schreckenberg, este último usado para o deslocamento de veículos.

O presente artigo está organizado da seguinte forma: Primeiramente será apresentado os trabalhos relacionados, posteriormente o modelo proposto e por fim serão apresentadas as conclusões preliminares.

## **2. Trabalhos Relacionados**

O ITSUMO [Andriotti 2003], é uma ferramenta de simulação discreta baseada no modelo Nagel-Schreckenberg, que tem por objetivo fundamental realizar simulações de tráfego veicular. A menor escala de representação de objetos que se deslocam pelas vias no ITSUMO é um veículo. Portanto, para adequar o simulador ao modelo pretendido pelo presente artigo é necessário estudar uma maneira de representar multidões na mesma escala de tamanho dos veículos.

Em [SABOIA 2010] é apresentado um modelo de simulação de deslocamento de pedestres híbrido baseado no framework de agentes Brownianos de Schweitzer, no modelo contínuo de Forças Sociais e mais algumas modificações inspiradas no modelo discreto Lattice Gas. Este modelo foi implementado em um simulador de agentes autônomos que simula multidões de pedestres. Assim, são apresentadas técnicas que modelam comportamentos de pessoas com objetivos fixos e comuns em ambientes fechados. Esta base teórica será utilizada na formulação do novo agente multidão que, na escala de um veículo, deve comportar-se como um grupo de pessoas.

Tendo como objetivo descrever o comportamento de multidões em um estado de proliferação proveniente de eventos de pânico, um estudo preparado pelo Federal Highway Administration - U.S. Department of Transportation [BOLTON 2007] definiu as políticas para evacuação de pedestres baseado nas observações feitas nos eventos de 11 de setembro em New York Washington D.C.. Basicamente o estudo americano observou a ausência de uma política eficiente que orientasse a melhor maneira de prever evacuação de pedestres. O trabalho citado buscou definir um conjunto de regras para evacuação de pessoas em deslocamento por vias urbanas entre veículos automotores. Tais políticas serão associadas ao modelo, uma vez que nas situações que se pretende submeter ao ITSUMO os deslocamentos serão, muitas vezes, influenciados pelo pânico.

Como grande parte do comportamento de massas populacionais deve-se a fatores de cultura local buscou-se seguir como padrão a ser representado no modelo a quantidade de indivíduos em multidões de [Riso 2006], livro guia preparado para o Centro de Pesquisa de Desastres do município do Rio de Janeiro, onde é apresentado um método para estimativa da quantidade de pessoas em diversos tipos de aglomerações, bem como os padrões de velocidade e deslocamento.

Com a combinação dos estudos mencionados nesta seção será possível implementar e fundamentar as diretrizes do modelo que está sendo proposto.

### 3. O Modelo Proposto e a Extensão do ITSUMO

No estudo de [Saboia 2010], foi definido um modelo de forças sociais modificado, baseado no modelo Browniano em que uma partícula move-se devido aos choques com as moléculas que as cercam (agente reativo). Cada pedestre é visto como um agente autônomo e o ambiente por sua vez é definido como uma área poligonal que circunscreve um espaço contínuo. O cenário simulado no referido estudo constitui-se de espaços fechados em que cada agente, representando uma pessoa, busca escapar por uma única saída. O modelo discutido acima não pode ser aplicado diretamente no ITSUMO por diversas razões. A principal delas diz respeito ao tamanho da célula mínima do autômato do simulador.

O agente Car é definido como um artefato composto por cinco células de um metro. Como o dimensionamento celular não pode ser alterado, pois essa alteração implicaria em uma mudança também no modo como é representado e simulado o agente Carro, estabeleceu-se que o espaço mínimo para representação de pessoas nas vias será o mesmo do carro, desta forma a menor porção para representação será de 5 m<sup>2</sup>.

Para estender o ITSUMO com o objetivo de permitir o deslocamento de multidões será feita então a inclusão de um novo agente, denominado Crowd. O novo agente herdará as características básicas do agente Car e conterà um grupo de pessoas que terá interação com outros grupos de pessoas e, por consequência, com os veículos.

Isso significa dizer que o conjunto dos micro mundos compostos por duas multidões trocarão mensagens, e essas mensagens possibilitaram que pessoas fundam-se em uma só multidão compacta ou se redistribuam pelo cenário de forma uniforme, essas decisões estarão diretamente relacionadas com o tipo de multidão assim como a situação de emergência, seguindo também as regras de densidade observadas por [Riso 2006].

O presente trabalho terá como ponto inicial a estimativa do quantitativo de multidões elaborado por [Rizzo 2007], que em seu livro, determinou por meio de observação, os valores para tabelar a distribuição de pessoas por tipo de aglomeração. Os valores variam de uma pessoa por metro quadrado até no máximo seis pessoas. A velocidade de uma multidão varia de 4 Km/h até 9 Km/h. Os valores dependerão do tipo de aglomeração, situação de emergência assim como estado da via.

Para tornar o comportamento das multidões mais real e flexível, tomou-se a diretriz observada nos estudos de [Bolton 2007], que determina que multidões motivadas por situações de pânico, possuem características diferenciadas como a

tendência de compactar-se e buscar a direção de suas casas na maior velocidade possível.

Desta forma, adaptando o modelo utilizado com um agente representando um indivíduo para um modelo de um agente representando um grupo de indivíduos, que chamamos de multidão, é possível implementar o deslocamento de multidões no ITSUMO.

Os estudos acerca do comportamento de multidões em vias e do comportamento de multidões em pânico serão considerados e complementarão os detalhes que serão precisos para a definição do deslocamento das multidões para a futura extensão do ITSUMO que irá permitir a ampla simulação de diversas situações de emergência.

#### **4. Conclusões**

Planejar, entender e organizar sistemas sociais reais representa uma tarefa bastante complexa. Sendo assim, novas políticas precisam ser testadas em laboratório antes de serem aderidas em cenários reais, os quais são inerentemente abertos, dinâmicos, complexos e imprevisíveis. O poder público (mas também o setor privado de negócios) tem necessidade de testar, em ambientes de simulação, do tipo laboratório, as políticas e ações antes que elas sejam efetivamente postas a prova na sociedade.

Sendo assim, o presente trabalho apresenta uma proposta na qual diferentes níveis para representação de agentes são combinadas. Os carros possuem uma escala um pouco maior do que a célula mínima simulada no agente Crowd, essas por sua vez formam simulações de agentes tipicamente microscópicos. A fusão dessas abordagens resulta em um modelo mesoscópico, modelo esse que se caracteriza por representar uma solução otimizada nesse tipo de abordagem.

#### **Referências**

F. SCHWEITZER. *Brownian Agents and Active Particles: Collective Dynamics in the Natural and Social Sciences*. Springer Publishing Company, Incorporated, 2007.

SABOIA, P. C. *Simulação de multidões com agentes brownianos e modelo de forças sociais modificado*. Dissertação – UNICamp. Campinas, 2010.

ANDRIOTTI, G K. *Modelagem de Motoristas e Cenários de Escolha de Rota em Simulações de Tráfego Veicular Urbano*. Dissertação – PPGC UFRGS, Porto Alegre 2004.

BOLTON, P. A. *Managing Pedestrians During Evacuation of Metropolitan Areas*. Material preparado para o Federal Highway Administration - U.S. Department of Transportation 2007.

RIZZO, B. E. *Estimativa do quantitativo de indivíduos em multidões*. Material preparado para o Centro de Estudos e Pesquisa de Desastres do município do Rio de Janeiro 2006.