

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Evacuação de pedestres em situação de pânico modelada através de autômatos celulares

Daniel Gonçalves, Danielli Araújo Lima¹

Instituto Federal do Triângulo Mineiro - IFTM Campus Patrocínio, Avenida Terezinha Lassi Capuano, 255, Bairro Universitário, CEP: 38740-000, Patrocínio, Minas Gerais, Brasil

1 Introdução

A análise do fluxo populacional em ambientes de risco utilizando-se autômatos celulares (ACs) vem sendo um tema recorrente em trabalhos nos últimos anos devido à influência que podem ter sobre os projetos de construção predial e na implementação de medidas de emergência mais eficazes [2]. Os ACs são modelos matemático-computacionais compostos por um reticulado de dimensão d , dividido em células x_{ij} de mesmo tamanho, cada uma apresentando um estado k e com uma geometria definida. Os estados das células são regidos por uma regra de transição, sendo que quando a aplicamos por T passos de tempo obtemos a evolução espaço-temporal do modelo. Há uma vasta gama de estudos envolvendo a dinâmica de pedestres, porém em sua maioria os modelos desenvolvidos são compostos por um reticulado 2D com A_i saídas em que as células x_{ij} recebem valores específicos - distância Euclidiana de uma célula x_{ij} até uma saída A_i . O objetivo de cada pedestre é sair do reticulado através de uma rota otimizada em uma das saídas A_i . O tempo final T de evacuação é calculado quando todos os pedestres evacuam do reticulado.

Para o nosso modelo foram utilizadas características básicas dos modelos de [4] e [1], com a adição de um mecanismo para impedir movimentos cruzados em forma perpendicular (se dois ou mais pedestres tentam cruzar duas células num ângulo de 90° dentro da vizinhança de Moore, o movimento é impedido). Este mecanismo físico primordial, não foi considerado nos modelos precursores, sendo este um mecanismo físico que sempre deve ser levado em consideração num modelo de evacuação de pedestres. Seguindo os trabalhos precursores, a movimentação dos pedestres é regida colocando N pedestres em um reticulado bidimensional com as células x_{ij} cujos valores são menores próximos as saídas A_i e aumentam à medida que distanciam de A_i . O objetivo de cada indivíduo é movimentar-se para a célula de menor valor em sua vizinhança de Moore (movimentos determinísticos) até que este consiga sair do ambiente sem lesão. Conflitos entre pedestres que tem intenção de movimento para a mesma célula x_{ij} ou quando duas células $x_{ij} = x_{kl}$ de menor valor são encontradas na vizinhança de Moore, são resolvidos conforme modelo-físico estocástico proposto em [4].

¹danielli@iftm.edu.br

2 Experimentos e Resultados

Para os experimentos a serem realizados, divididos em três etapas, foi considerado um ambiente de 20×30 células, $N = 30$ pedestres e uma ou duas saídas. Cada teste envolveu 100 simulações diferentes. Para a primeira etapa foram realizados testes nas 92 saídas possíveis. Na segunda etapa foram fixadas algumas portas com diferentes desempenhos na etapa anterior e foi adicionada uma segunda porta, fazendo com que para cada saída fixada houvessem 91 testes diferentes. Ao analisar os dados obtidos na primeira etapa ficou evidente que portas localizadas próximas aos cantos apresentam desempenhos reduzidos em função das demais e que ocorre a formação de grandes fileiras ou de agrupamentos semi-circulares, dependendo da posição da saída. Na segunda etapa, à partir de algumas portas com os piores, médios e os melhores resultados foi analisado que quanto mais próxima se localiza a segunda saída em relação à fixa, pior tende a ser o resultado do sistema. Além disso, o fato das portas aos cantos de resultados piores é mantido, mesmo que com menor expressão.

3 Conclusões

Com a execução do modelo descrito, foi possível gerar dados visuais, onde os comportamentos padrão de evacuação de pedestres puderam ser observados. O aumento de pedestres sempre leva a um aumento nas iterações. Também foi possível constatar que o posicionamento das saídas bem como a quantidade das mesmas afeta a média das iterações. As saídas devem estar mais distantes entre si, ou seja, duas saídas muito próximas geram degradação do desempenho da evacuação. A grande vantagem de usar o modelo desenvolvido aqui é que ele é flexível para a entrada dos parâmetros. Como continuação deste trabalho, seria interessante adaptar o modelo 2D a um modelo 3D, mais realista e preciso e também realizar o cálculo paralelístico do modelo².

Referências

- [1] R. Alizadeh. A dynamic cellular automaton model for evacuation process with obstacles. *Safety Science*. v.49(2), p.315-323, 2011.
- [2] C. Burstedde, et al. Simulation of pedestrian dynamics using a two-dimensional cellular automaton, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v.295, 2001.
- [3] A. P. Castro and D. A. Lima. Autômatos celulares aplicados à modelagem de dinâmica populacional em situação de risco, *Workshop of Applied Computing for the Management of the Environment and Natural Resources*, 2013.
- [4] A. Varas, M. D. Cornejo, D. Mainemer, B. Toledo, J. Rogan, V. Munoz and J. A. Valdivia. Cellular automaton model for evacuation process with obstacles, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v.382(2), p.631-642, 2007.

²Os autores agradecem à CNPq, CAPES, FAPEMIG e PROPI IFTM pelo apoio financeiro.