

Simulación de Procesos de Emergencias

Cristian Tissera, Silvia Molina, Jesica Cornejo, Marcela Printista

LIDIC-Departamento de Informática
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales
Universidad Nacional de San Luis
Ejército de los Andes 950, 1º piso. (02652-420823)

CONTEXTO

La propuesta presentada en este trabajo recurre a dos áreas de investigación: a) la línea de computación de altas prestaciones (HPC - High Performance Computing), perteneciente a un Proyecto de Investigación de la UNSL, dirigido por la Dra. Marcela Printista y b) el área de Simulación del Departamento de Informática de la UNSL. Además, se cuenta con el asesoramiento del Grupo de Simulación del Dr. Emilio Luque de la Universidad Autónoma de Barcelona.

RESUMEN

En la actualidad, las simulaciones por computadora continúan representando una de las alternativas más poderosas para la resolución de problemas, debido a que la mayoría de los sistemas del mundo real son complejos y normalmente muchos modelos de la realidad no pueden ser abordados analíticamente.

En los últimos años, tanto el estudio de las dinámicas pedestres como el análisis de los procesos de evacuación, ha despertado el interés de la comunidad científica dando origen a distintas investigaciones.

Modelar y simular el comportamiento de grandes cantidades de individuos tiene aplicaciones útiles en diferentes áreas, como por ejemplo, la industria del entretenimiento, el diseño y planificación de espacios urbanos (edificios, escuelas, estadios, etc.) como así también en la investigación del comportamiento de una multitud ante situaciones de emergencia en donde es necesario realizar una evacuación debido a algún tipo de amenaza [18,29,30,31].

Resolver este tipo de modelos numéricamente en una computadora, permite “construir” un gran número de seres vivos, “recrear”

diferentes entornos en los que estos conviven y “reproducir” fenómenos que lleven a una situación de emergencia. Las características predictivas de una simulación facilitarán el análisis de situaciones que permitan desde evitar grandes pérdidas humanas y económicas hasta optimizar la disposición de espacios físicos y la circulación de personas [1,2,9,16,17].

El objetivo de esta línea de trabajo es diseñar herramientas que permitan estudiar y analizar la problemática de las dinámicas pedestres con la finalidad de diseñar planes de evacuación de edificios ante una emergencia [26,27,28]. Estas herramientas tendrán como meta detectar las diferentes amenazas de seguridad ante siniestros e incorporar así aprendizajes que les permitan actuar en el manejo de la emergencia, contribuir a las medidas preventivas adecuadas y estar preparados para la evacuación de un edificio en forma rápida y eficiente, cuando las circunstancias lo requieran.

Palabras clave: Simulación, Emergencias, Autómatas Celulares, Agentes.

1. INTRODUCCION

Un modelo matemático que tiene la capacidad de simular sistemas dinámicos que evolucionan en pasos discretos, surgido de la matemática y la física, son los Autómatas Celulares (AC) [5,10,12,13,22,23,24,25]. Los autómatas celulares fueron concebidos originalmente por Stanislaw Ulam y John Von Neumann para proporcionar un marco formal para la investigación del comportamiento de sistemas complejos relacionados con la lógica de la vida [22]. Los AC han demostrado ser muy efectivos para resolver problemas científicos, esto se debe a su capacidad de capturar las características esenciales de un sistema en el cual el comportamiento global surge del efecto colectivo de numerosos componentes que

interactúan localmente [11,14]. Consisten en una grilla n-dimensional de celdas. Cada una posee, en cada momento, un estado seleccionado de un número finito de estados posible. Además, cada celda tiene una “vecindad”, un conjunto finito de celdas en las cercanías de la misma [21,25]. De esta forma, una función de transición se aplica a todas las celdas (de forma homogénea, y en cada paso discreto de tiempo) que tomará como entrada el valor propio de la celda y el de sus celdas vecinas y devolverá el nuevo estado que tendrá dicha celda en la siguiente etapa de tiempo.

En la bibliografía se pueden encontrar numerosos trabajos que abordan Simulaciones basadas en AC y que han sido aplicadas exitosamente en áreas relacionadas a la descripta. Entre ellas se pueden mencionar [3,4,6,7].

Un framework de simulación secuencial [20], desarrollado por un integrante del proyecto, para el estudio de la problemática en cuestión, indicó la conveniencia de utilizar los AC en fenómenos de difusión, como por ejemplo los de propagación de humo, fuego o calor, debido a que la evolución basada en vecindarios es capaz de representar el proceso de manera natural. Sin embargo, se detectaron ciertas limitaciones en el modelo propuesto, dado que es posible modelar el comportamiento de los individuos sólo de manera espacial [21]. En la búsqueda de otros modelos computacionales capaces de simular en forma más adecuada las acciones e interacciones de individuos, la Inteligencia Artificial pone a nuestro alcance una tecnología alternativa, la de Agentes Inteligentes [8,19,30]. Un modelo basado en agentes permite estudiar, mediante simulación, los efectos agregados que emergen de la interacción de los individuos.

La aplicación combinada de ambas técnicas, potencialmente ofrece la posibilidad de considerar los principios básicos de *estado y estructura espacial* de los AC y tomar en cuenta la autonomía y heterogeneidad de los individuos tratados como *agentes*.

Además este trabajo de investigación considerará en todo su desarrollo la búsqueda y selección de técnicas de HPC con el objetivo de ejecutar y realizar simulaciones complejas a gran escala.

2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

El presente trabajo deberá abordar las siguientes líneas de investigación:

- 1- Investigar modelos de dinámicas pedestres y de propagación de humo y fuego existentes. Esto requerirá un extenso estudio de la literatura existente en este campo y la definición de los aspectos concretos a considerar en la simulación.
- 2- Investigar métricas que se deben considerar en una simulación de evaluación.
- 3- Investigar nuevas estrategias que permitan modelar la situación de una forma más eficaz y eficiente.
- 4- Definir un modelo capaz de responder a la/s métrica/s especificada/s en 2, que permita describir en forma integral el comportamiento de las personas durante una situación de emergencia, en donde sea necesario llevar adelante una evacuación debido a la amenaza de fuego.
- 5- Proponer una extensión original y formal a los Modelos de Autómatas Celulares.
- 6- Implementar el modelo propuesto utilizando técnicas modernas de Ingeniería de software y de simulación paralela.

3. RESULTADOS OBTENIDOS Y ESPERADOS

Los resultados obtenidos hasta el momento son:

- Diseño e implementación de un framework de Simulación Secuencial de Evacuaciones de un ambiente cerrado utilizando como modelo los Autómatas Celulares.
- Diseño e implementación de un framework de Simulación Paralela para AC, utilizando MPI.
- Las reglas del modelo (secuencial y paralelo) que son utilizadas para cada celda: presencia de humo, presencia de fuego, presencia de personas.

Los resultados esperados son:

- Extender el framework de simulación para que el movimiento de individuos se realice utilizando un modelo de agentes y mantener

el modelo de AC para la representación del ambiente físico a evacuar.

- Validar el modelo propuesto.
- Extender el simulador, para que considere distintos comportamientos de los individuos.
- Extender el simulador para tener una mejor representación de la propagación del fuego y el humo (considerar velocidad, corrientes de aire, humedad, etc.) en un ambiente cerrado/abierto.

4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Los resultados de este trabajo serán parte de una tesis de grado (Simulación de la propagación de fuego) y de una tesis de doctorado (Simulación de evaluaciones de un ambiente cerrado). Se espera en el proceso, poder incluir a un alumno de maestría, para abordar (utilizando el mismo framework de simulación) otras características involucradas en fenómenos medioambientales. Este trabajo cuenta con el asesoramiento de dos docentes de la cátedra de Simulación de la UNSL y principalmente del grupo de Simulación dirigido por el Dr. Emilio Luque de la UAB.

5. BIBLIOGRAFIA

1. BANKS J., CARSON J. Discrete Event System Simulation. Prentice Hall. 1984.
2. BIERLAIRE M., ANTONINI G., WEBER M. Behavioral dynamics for pedestrians. 2003.
3. BLUE, V.J. AND ADLER, J. L. Emergent Fundamental Pedestrian Flows From Cellular Automata Microsimulation. 1998.
4. BLUE, V.J. AND ADLER, J.L. Cellular Automata Microsimulation of Bi-Directional Pedestrian Flows. 2000.
5. BRINCH HANSEN P. Parallel Cellular Automata: A model program for computational science. Ouncurrency Practice and Experience, Pp 425-448. John Wiley & Sons, Ltd. 1993
6. BURSTEDDE C., KLAUCK K., SCHADSCHNEIDER A., ZITTARTZ J. Simulation of Pedestrian Dynamics Using a 2-dimensional Cellullar Automaton. 2001.
7. DIJKSTRA J., JESSURUN J., TIMMERMANDS H. A Multi Agent Cellular Automata Model of Pedestrian Movement. 2001
8. FERBER J. Multiagent-Systems, Addison Wesley, Harlow, UK. 1999
9. GIANLUCA A. A Discrete Choice Modeling Framework for Pedestrian Walking Behavior with Application to Human Tracking in Video Sequences. 2006.
10. HOPCROFT J., ULLMAN J. Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation. Addison Wesley, 1979.
11. KAUFFMAN S. Emergent Properties in random complex automata Cellular. 1984.
12. KLÜPFEL H., MEYER KÖING T., SCHRECKENBERG M. A Microscopic Model for Simulating Mustering and Evacuation Processes Onboard Passenger Ships. 2001.
13. KLÜPFEL H., MEYER KÖING T., WAHLE J., SCHRECKENBERG M. Microscopic Simulation of Evacuation Processes on Passenger Ships. 2000.
14. KLÜPFEL H., MEYER KÖING T., WAHLE J., SCHRECKENBERG M. Models for Crowd Movement and Egress Simulation. 1995.
15. HAMIZAN BINTI SHARBINI, ABDULLAH BADE, Analysis of Crows Behaviours Theories in Panic Situation. 2009.
16. MANIATY W., SZLYSKI B., CARATO T. Parallel Computing With Generalized Cellular Automata. Parrallel and Distributed Computing Practices. Volume 1, number 1, Pp 31-50. 1998.
17. NURIA PELECHANO, ALI MALKAWI, Evacuation Simulation Models: Challenges in Modeling High Rise Building Evacuation With Cellular Automata Approaches. 2007.
18. RUSSEL S., NORVING P. Artificial Intelligence, A modern Approach, Second Edition. Prentice Hall. 2003.

19. SPEZZANO G., TALIA G., DI GREGORIO S., RONGO R., SPATARO W. A Parallel Cellular Tools for Interactive Modeling and Simulation. Parallel Computing-IEEE Computing Scienza and Engineering. 1996
20. TISSERA C. Tesis de Licenciatura en Cs. de la Computación. Simulación Basada en Autómatas Celulares para el Estudio de Procesos de Evacuación”. Departamento de Informática de la FCFMyN-UNSL. 2006.
21. TISSERA C., ERRECALDE M. PRINTISTA A.M. Simulación de Evacuaciones Basada en Autómatas Celulares. XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2006). Pp. 1837 - 1848. ISBN 950-609-050-5. Argentina. 2006.
22. TOFFOLI T., MARGOLUS N. Cellular Automata Machines. The MIT Press. 1991
23. VON NEUMANN J. The Theory of Self-Reproducing Automata. A. Burks, ed., Univ. of Illinois Press, Urbana, IL. 1966
24. WOLFRAM S. Cellular Automata and Complexity (collected papers). Addison Wesley. 1994.
25. NFPA's Future in Performance-Based Codes and Standards, National Fire Protection. Association, Quincy, MA. 1995.
26. NFPA: Performance-Based Primer-Codes & Standards Preparation, Revision 1.0 - 1 Battery March Park, Quincy, MA. 2000.
27. NFPA: Fire Protection Handbook, 18th Edition, NFPA, Quincy, MA. 1997.
28. SIAMAK SARMADY, FAZILAH HARON, ABDULLAH ZAWAWI TALIB. Multi-Agent Simulation of Circular Pedestrian Movements Using Cellular Automata. 2008.
29. MOHAMEND 'ADI BIN MOHAMED AZAHAR, MOHD SHAHRIZAL SUNAR, DAUT DAMAN, ABDULLAH BADE. Survey on Real-Time Crowds Simulation. 2008.
30. BANDINI S., MANSONI S., SIMONE C. Supporting the Application of Situated Cellular Agents in non-uniform Spaces. 2005.
31. MAGNENAT-THALMANN N., THALMANN D. Handbook of Virtual Humans, John Wiley & Sons, 2004
32. <http://www.iram.org.ar/>
33. <http://www.nfpa.org/>