

Autómatas Celulares aplicados en la simulación de incendios forestales

Javier Enrique Muñoz Castedo
 Universidad Mayor de San Andrés
 Carrera informática
 Teoría de la Información y codificación
javiermunoz1@gmail.com

Resumen

El presente artículo pretende mostrar un resumen de los estudios y experimentos realizados en busca de comprender la evolución y consecuencias de un incendio forestal que es un fenómeno cotidiano en cualquier parte del mundo, en particular en nuestro país que hasta hace unos años han generado grandes focos de contaminación por el humo en ciudad y ni que decir en el campo.

Queda por decir que el uso de autómatas celulares va a generar más de una sorpresa y resultados sorprendentes en la vida diaria de la comunidad científica, en busca de controlar fenómenos colectivos que se producen en nuestro diario vivir

Palabras clave

Autómatas celulares, focos de calor, simulación, raster, función de transición.

1. Introducción

A través de los tiempos el cuidar de los bosques y áreas verdes han sido un factor de riesgo bajo en algunas naciones, tanto que otras es considerada de mayor manera, en el marco de la seguridad de los ciudadanos o habitantes de una determinada región, un incendio forestal que sea provocado de manera natural o intencional, genera pérdidas en lo que concierne a las personas, áreas verdes, animales nativos de la región, la actividad económica desarrollada en el área. El control de dichos incendios ha sido factor de estudios por cuerpos de bomberos y profesionales dedicados a la evolución de fenómenos naturales en diversas partes del mundo, lo cual generado que evolucione este concepto de daño ambiental a tal punto que ya existen normativas de control en muchos países para este evento, que a la vez generado que se busquen nuevas maneras de o mecanismos de seguimiento entre ellos el uso de conceptos relativamente “nuevos” como tales como la simulación y también los autómatas celulares.

Los resultados que se presentan en el presente artículo fueron realizados por profesionales bolivianos de la UMSA y la UCB de Cochabamba

2.1 Incendio Forestal

En Bolivia los incendios forestales son conocidos comúnmente con chaqueo, esta actividad puede generar determinadas

ventajas en campo agrícola por otra parte se puede dar un gran problema para una determinada área habitada una reserva o un parque nacional.

2.2 Definición de un incendio forestal

El continuo cambio climático en el orbe y la dinámica de la economía en nivel mundial a generado que se alteren los ciclos climáticos y a su vez también que existan mas necesidades de obtener alimentos para una creciente población mundial lo cual a propiciado que se den más casos de sequías y también la urgencia de eliminar superficies de bosques o selva con el fin de crear campos de cultivos de diversa índole, el “chaqueo” controlado tiene los siguientes propósitos, al identificar una determinada área de bosque o selva la quema de dicha zona genera nuevos campos de siembras de determinado producto, en el caso de una extensión que tiene uso agrícola la quema de los pastizales da que la tierra sea abonada de manera parcial, se puedan eliminar las alimañas de la zona en cuestión (ratones, serpientes, insectos, etc.), así también el de eliminar la maleza que es dañina para la futura producción. Por otra parte un incendio no provocado puede tener las posibles causas entre ellos el excesivo calor y consecuente sequía de una región, tormentas eléctricas. Por último los incendios provocados de manera intencional.

En nuestro país se han generado mecanismo de control de incendios forestales provocados (chaqueos) a través de solicitudes de autorización de quema de pastizales y hierbas y que se realizan a la Superintendencia Agraria, además cabe destacar el proyecto bolfor que controla los incendios forestales usando satélite que se realizan tomas de 4 fotos en busca de focos de calor (lugar donde se esta produciendo una fuerte emanación de calor por ejemplo un incendio), en especial en zonas boscosas del oriente boliviano.

Es a partir de todo lo anteriormente nombrado que se de un uso más fuerte a recursos tecnológicos de estos eventos a través de la simulación computarizada en busca de resultados óptimos y de bajo coste en pro de conseguir controlar los eventos que se producen en zonas alejadas de nuestro basto territorio patrio. Esto da pie al uso de autómatas celulares bidimensionales que se adecuan fácilmente a la dinámica de un incendio forestal

3. Autómatas Celulares

Los autómatas celulares fueron reconocidos como una tecnología que puede cambiar el paradigma actual del modelado de fenómenos físicos. Son la idealización de un fenómeno y sistema físico en el cual tiempo y espacio son discretos.

Para los autómatas celulares existen de diversos tipos, por lo general debemos rescatar los siguientes aspectos.

* Espacio uni, bi o n-dimensional dividido en subespacios homogéneos que son denominados comúnmente celdas.

* Cada celda o también denominada célula puede estar en uno de un conjunto finito de estados.

* Por regla cada celda del autómata debe tener un estado inicial.

* Cada célula se caracteriza por su *vecindad*, un conjunto finito de células en las cercanías de la misma.

* El anterior concepto se aplica a todas las células de la cuadrícula, una *función de transición* (f) que toma como argumentos los valores de la célula en cuestión y los valores de sus vecinos, y regresa el nuevo valor que la célula tendrá en la siguiente etapa de tiempo. Esta función f se aplica, como ya se dijo, de forma homogénea a todas las células, por cada paso discreto de tiempo.

3.2 Definición

En el caso de la simulación de los incendios forestales se usan los autómatas bidimensionales, que son creación de Moore (figura 2) que son una mejora sustancial a las propuestas por Von Neumann (figura 1) debido a los factores que son de suma importancia, método Raster que es una abstracción de la imagen cuadrícula (o celda) que es la zona a ser estudiada, la dirección del viento que dependiendo las condiciones puede provenir de cualquier dirección (N,S,E,O,SE,NO, etc).

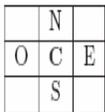


Figura 1
Vecindad de Von Neumann

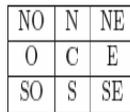


figura 2
Vecindad de Moore

Se usaron las condiciones de A.C. con los estados (fig 3)

Detalle	Estado
Zona propensa a incendiarse	0
Zona no propensa a incendiarse	1
Punto de inicio de incendio (Foco)	2
Incendio	3
Apagado	4

Figura 3

La transición que se puede similar está dada en la figura 4

Transición de un Estado a Otro

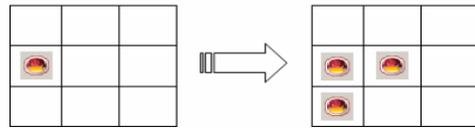


Figura 4

S: Los estados del autómata celular

V: El conjunto finito de vecinos respecto a la célula central en la vecindad de Moore,

con:

$$V = 8$$

X0: La célula central en estudio, donde:

$$X0 = Xij$$

X1, ..., XV: Los vecinos de la célula central, con:

$$X1, \dots, XV = Xi-1, j-1, \dots, Xi+1, j+1, \text{ para}$$

todo Xi en V

Luego la regla de transición está dada por:

$$\varphi^{t+1}(X_0) = \begin{cases} \text{Si } X_0 = 0 & \begin{cases} a \text{ si } \sum_{i=1}^8 P(X_i^t) \rightarrow 0 \text{ con } a \in \{1, 4\} \\ 2 \text{ si } X_0^t = 0 \wedge P(X_0^t) \rightarrow 1 \\ 3 \text{ si } X_0^t = 0 \wedge (X_0^t = 2 \text{ y/o } X_0^t = 3) \text{ y} \\ (\min f_0(s_i, e_i) \leq \sum_{i=1}^8 P(X_i^t) \leq \max f_0(s_i, e_i)) \\ \text{donde } s_i \in S^* \text{ y } e_i \in E^* \\ \text{con } D \in \{N=1, S=2, E=3, O=4, NO=5, NE=6, SO=7, SE=8\} \end{cases} \\ \text{Si } X_0 = 3 & \begin{cases} 4 \text{ si } X_0^t = 3 \wedge \sum_{i=1}^8 P(X_i^t) \rightarrow 0 \\ 3 \text{ si } X_0^t = 0 \wedge (X_0^t = 2 \text{ y/o } X_0^t = 3) \text{ y} \\ (\min f_0(s_i, e_i) \leq \sum_{i=1}^8 P(X_i^t) \leq \max f_0(s_i, e_i)) \\ \text{donde } s_i \in S \text{ y } e_i \in T \\ \text{con } D \in \{N=1, S=2, E=3, O=4, NO=5, NE=6, SO=7, SE=8\} \\ \text{Además } X_0 = 0 \vee X_0 = 3 \vee X_0 = 4 \end{cases} \end{cases}$$

Dependiendo de las imágenes satelitales se implementa el modelo, y los factores que se consideran dentro de cada celda de estudio son los ocho celdas (fig. 2) circundantes que aportan con información, tales como el estado meteorológico, condiciones de la flora, y la topografía dan como asociación el estado de combustión de la zona en cuestión fig.5.

Factores Incidentes	Características principales para la propagación
Condición Meteorológica	Temperatura mayor a 30°C
Combustibles Forestales	Combustibles vivos: Hierbas, matorral, arbustos y árboles. Combustibles muertos: Pasto y hojas secas, ramas caídas.
Topografía	Suelos llanos con presencia de vegetación.

Figura 5

Para la implementación del modelo y sus variables se han considerado todos los mapas de las regiones que van a ser tomadas en cuenta previo un estudio profundo de los mismos sitio, zonas pedregosas, pantanos, sierra, etc.

Si la celda central toma valores de estados cuya probabilidad de incendiarse es nula o no se encuentra en área propensa, entonces ya no se realiza el análisis de esta celda y se continua a la siguiente Fig.6.

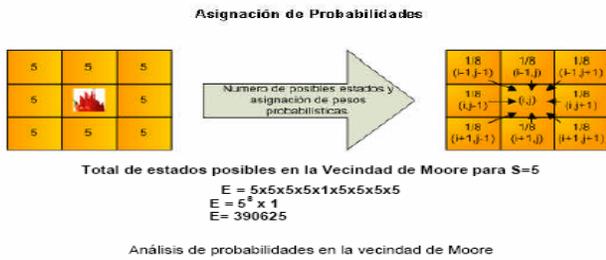


Figura 6

4. CONCLUSIONES

De todo lo planteado anteriormente podemos referir que el uso de los autómatas celulares dan a los estudiantes nuevas opciones de ampliar nuestros horizontes de usos reales y en beneficio de nuestra sociedad, entre otras se pueden citar el uso de recursos humanos y económicos de manera más eficiente, ya sea simulando eventos tales como un incendio forestal, tráfico de vehículos y un sin fin de eventos que refieren a una multitud de actores orgánicos o inorgánicos que se presentan a diario en nuestra vida.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Marco J. Peredo, Ramiro Ramallo Universidad Católica Boliviana San Pablo Cbba – Bolivia
- [2] Tesis 1590 Ivan Suntura Universidad Mayor de San Andrés La Paz – Bolivia.
- [3] Revista Internacional de métodos numéricos Andrés Tovar Universidad Nacional de Colombia
- [4] <http://www.es.wikipedia.org>