

Seminario de Ciencias de la Computación “A”

Modelación y simulación computacional basada en agentes 2023-II

Práctica 2. Análisis de modelos basados en agentes

1. Modelo de segregación de Schelling

El modelo propuesto originalmente por Thomas Schelling¹ consiste en dos grupos de agentes, por ejemplo, rojos y verdes, que localmente tratan de satisfacer la necesidad de estar con los de su mismo grupo. De manera general este comportamiento es establecido con un parámetro conocido como porcentaje de *similitud-requerida* o nivel de tolerancia.

Los agentes toman una decisión a partir de la información que tienen en su vecindad. Si el agente satisface las condiciones del entorno entonces se queda en su posición actual, de lo contrario, se mueve a una posición vacía. Esta dinámica local genera como resultado la formación de cúmulos de agentes del mismo tipo, es decir, hay segregación.

Definición del sistema (entorno): el sistema se compone de una retícula de $n \times n$ donde n se establece usualmente entre 50 y 100. Cada celda con posición (i,j) alberga a un agente rojo o verde. El sistema tiene un parámetro de *densidad poblacional*, usualmente se establece en 90% (es decir, 10% de las celdas quedan vacías). La mitad de la población se inicializa como rojos y la otra como verdes. Cada agente toma una celda de manera aleatoria.

Dinámica (reglas): cada agente en la posición (i,j) se “muda” a un lugar vacío si en su vecindad de Moore (8-vecinos) no cumple con el porcentaje de similitud requerida.

Ejercicios:

1. **Implemente el modelo** de segregación de Schelling original, pueden usar como base el código de la biblioteca de modelos

¹ Schelling T.C. (1971). Dynamics models of segregation. *Journal of Mathematical Sociology*, Vol. 1, pp. 143-186.

de NetLogo, si retoman el código visto en clase o lo programan en otro lenguaje de programación tienen un punto extra en el ejercicio.

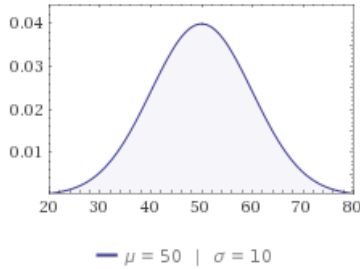
2. Establezca el tamaño de retícula como $n=50$, con densidad poblacional del 90%. ¿Qué valor del parámetro de similitud es el límite máximo para formar dinámicas de segregación? A este valor le llamaremos S_{max} .
3. Una propuesta de medida para detectar convergencia es cuando los agentes ya no cambian de posición. Por ejemplo:



El sistema en el tiempo t es igual en el tiempo $(t+1)$.

Cuándo el parámetro de similitud es igual a S_{max} , ¿cuál es el tiempo en el que el sistema converge? Realice una gráfica parámetro-similitud vs tiempo-de-convergencia. ¿Cómo crece el tiempo de convergencia en función del parámetro de similitud? ¿lineal, logarítmico, exponencial? Cuando no converja el sistema (probar un tiempo suficientemente grande) dejar de graficar.

4. **Extensión del modelo.** Establezca el parámetro de similitud para cada uno de los agentes, es decir como un atributo del agente. Inicialice la similitud requerida del agente i -ésimo a partir de una distribución normal con media 50 y desviación estándar 10. A) ¿Cómo cambian los patrones de segregación? Explique. B) ¿Qué sucede cuando la media = S_{max} y la desviación estándar es pequeña o grande? Explique.



Describa sus resultados y adjunte capturas de pantalla para dar soporte a la explicación. Hint: NetLogo tiene definida una función generadora de números aleatorios con distribución normal:

random-normal mean standard-deviation

5. **Optativo.** Modifique su programa previo para considerar tres tipos de agentes (rojos, verdes y azules). Inicialice cada grupo como 1/3 de la población y establezca de **manera global** el parámetro de similitud-requerida. A) ¿Se forman patrones de segregación? B) ¿Cuál es el valor del umbral S_{max} ? Adjunte capturas de pantalla y explique la dinámica
6. Bajo su criterio que otros elementos de modelación se podrían definir en el modelo de Schelling para hacerlo más realista. Explique. ¿Qué otros análisis podrían implementar para explicar las dinámicas? Explique.

2. Termitas apiladoras

Este modelo fue propuesto por Mitchel Resnick² como una estrategia descentralizada para apilar astillas de madera (objetos) a través de simples reglas ejecutadas por termitas (agentes).

Definición del sistema (entorno): el sistema se compone de una retícula de $n \times n$ donde $n = 100$. Cada celda con posición (i,j) alberga una astilla de madera (color amarillo). El sistema tiene un parámetro de *número de termitas* y *densidad de astillas*.

Dinámica (reglas): Las termitas tienen dos reglas básicas.

- A) Si la termita no está cargando nada y se encuentra una astilla de madera, la recoge.
- B) Si está cargando una astilla de madera y se encuentra otra, suelta la astilla y continúa su camino.

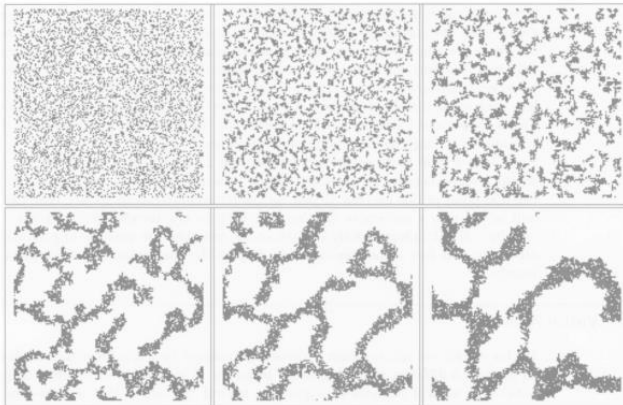
El movimiento de la termita es como un caminador aleatorio con una apertura de visión de -50 a 50 grados.

Ejercicios.

1. Implemente el modelo de termitas apiladoras, pueden usar el código de la biblioteca de modelos de NetLogo, si retoman el código visto en clase o lo programan en otro lenguaje de programación tienen un punto extra en el ejercicio.
2. Implemente una gráfica donde se observe el comportamiento del sistema en función del tiempo, por ejemplo, el número de cúmulos en función del tiempo, el promedio del tamaño del cúmulo en función del tiempo, o el número de termitas que están cargando astillas. Si proponen otra forma para obtener información, grafique y argumente porque es adecuada.
3. Extender el modelo considerando dos tipos de astillas de madera (por ejemplo, amarillas y cafés). La termita deja y recoge la astilla a partir del color del cúmulo. ¿cuántas pilas de astillas quedan al final? Muestre la evolución del sistema a partir de captura de pantallas del sistema.

² Resnick, M. (1977). *Turtles, termites, and traffic jams. Explorations in Massively Parallel Microworlds*. MIT Press.

4. En la regla original, la termita suelta la astilla si encuentra otra astilla del mismo color y sigue su camino. Implemente el siguiente comportamiento: una vez que suelta la astilla, la termita “salta” a otra posición de manera aleatoria. Este pequeño cambio genera la estructura de la siguiente Figura³. Capture la pantalla de estados finales y explique el comportamiento. ¿Esta estructura se deduce a partir de las reglas locales?



³ Flake G.W. (1999). *The Computational Beauty of Nature. Computer Explorations of Fractals, Chaos, Complex Systems, and Adaptation*. The MIT Press, pp. 263.

3. Tema para proyecto final

A lo largo del curso se han revisado varios sistemas modelados con Autómatas Celulares o Modelación Basada en Agentes.

Para realizar el proyecto final deberán escoger un tema de su interés sustentado en publicaciones académicas (libros o artículos) para cumplir el siguiente objetivo:

1. Replicar algunos de los resultados de algún artículo científico donde se use modelación basada en agentes.
2. Extender el modelo a través de nuevas reglas, condiciones de entorno.
3. Proponer un nuevo modelo.

Para guiarse en este proceso pueden considerar los siguientes puntos:

1. Realizar búsquedas en línea con el tema de su interés y modelos basados en agentes. Compartan las ligas de artículos en el Classroom para consulta de la clase.
2. Estudiar y analizar el modelo. Estudiar las características del modelo, posibles estados de las celdas, reglas de evolución, inicialización del sistema, condiciones de frontera, etc.
3. Observen en que lenguaje de programación está implementado.
4. Observe la inicialización del sistema. Identifique los parámetros del sistema. ¿Qué pasa cuando se cambian los valores de los parámetros?
5. Observe el comportamiento global del sistema, ¿tiene alguna propiedad emergente?
6. ¿Representa verdaderamente lo que pasa en la realidad? el modelo explica el fenómeno o predice algún tipo de comportamiento.

El proyecto final puede ser realizado en equipo de dos o una persona.

Lineamientos para la entrega

Entregar un empaquetado (.tgz, .zip, etc.) con la siguiente estructura:

Apellidos

```
|----- PracticaN
      |----- fuentes
      |----- readme.txt
      |----- solución a ejercicios.pdf
      |----- presentación.pdf
```

Fuentes: código del programa, ejecutables, etc.

Readme.txt: explicar brevemente como se ejecuta el programa, y la forma en cómo se pueden cambiar los parámetros.

SolucionEjercicios.pdf: En este archivo incluir todas las respuestas de la práctica junto con las gráficas y comentarios extras (si los hay).

Presentacion.pdf: Es el planteamiento e información para su proyecto final: debe contener: tema, objetivo, descripción del modelo y bibliografía.

Fecha de entrega: viernes 14 de abril antes de las 24:00 hrs.

Fecha para presentar su propuesta del tema de proyecto final: 17, 18 y 19 de abril. En la clase platicarán sobre el tema que escogieron y sobre los aspectos de su modelo (de manera general). Tendrán 20 minutos como máximo. Realizar una presentación con diapositivas que contenga la siguiente información: tema, objetivo, descripción del modelo y bibliografía.

Subir la práctica en el Google Classroom del grupo:

<https://classroom.google.com/u/0/c/NTg2NjcyNjA4MjY4> .

Contacto

Gustavo Carreón gcarreon@unam.mx

Marco Antonio Jiménez Limas marcojimenez@ciencias.unam.mx