

Seminario de Ciencias de la Computación “A”

Modelación y simulación computacional basada en agentes 2023-II

Práctica 3. Modelación de una dinámica de epidemias con MBA.

1. Modelo basado en agentes SIR con distanciamiento social

Cada vez son más utilizados los modelos y simulaciones computacionales para recrear escenarios de los fenómenos y tomar mejores decisiones. La actual pandemia que estamos viviendo requiere de su estudio y análisis desde distintos enfoques. Con la modelación basada en agentes se puede entender la estrategia de distanciamiento social, su efectividad e impacto en la disminución de casos a lo largo del tiempo. En el artículo de Harry Stevens¹ se propone un modelo para explicar los beneficios del distanciamiento social en una dinámica de contagio.

Implementación del modelo en NetLogo.

El sistema se compone de una retícula de $n \times n$ donde $n = 100$. Se colocan k agentes (personas) distribuidos aleatoriamente sobre el sistema.

Estas personas pueden estar en uno de tres posibles estados: sano, enfermo o recuperado. Asigne un color para visualizar, por ejemplo, sano=azul, enfermo=rojo y recuperado=verde. Las personas son caminadores aleatorios con un rango de visión determinado

Reglas:

- a) **Contagio.** Si una persona sana tiene una persona enferma en su vecindad de Moore entonces se contagia con cierta probabilidad y cambia su estado a enfermo. Una persona

¹ Stevens, H. (14 de marzo, 2020). Por qué brotes como el del coronavirus crece exponencialmente y cómo ‘aplanar la curva’. *Washington Post*. Consultado: <https://www.washingtonpost.com/graphics/2020/world/corona-simulator-spanish/>

enferma no puede contagiar nuevamente a una persona recuperada.

- b) **Recuperación:** Una persona enferma se recupera después de k tiempos y cambia su estado a recuperado.
- c) **Movimiento.** Las personas son caminadores aleatorios con un rango de visión determinado (por ejemplo, -60 a 60 grados).
- d) **Distanciamiento social.** El distanciamiento social es una estrategia para mitigar los efectos de contagio en una pandemia. Las personas se exponen lo menos posible en lugares concurridos. En el modelo, las personas que apliquen distanciamiento social no se moverán como en el artículo de Harry Stevens.

Parámetros globales:

Los parámetros globales determinan el comportamiento del sistema y tiene un rango para establecer los valores:

- 1. Densidad de la población (**POB**) de 10 a 100% en función del número de patches en el mundo.
- 2. Apertura de visión del agente (**WIG**) de 10° a 360° .
- 3. Probabilidad de contagio (**PC**), se establece en el intervalo 0 a 1. Los casos extremos son: si es 0 la persona infectada no puede transmitir la enfermedad; si es 1 la persona infectada transmite la infección inmediatamente.
- 4. Tiempo de la enfermedad (**TE**) de 10 a 100 tiempos o ticks.
- 5. Distanciamiento social (**DS**) de 10 a 100% de la población, es el porcentaje de la población que hace distanciamiento social.

Experimentos

- 1. Como escenario inicial, establezca un tamaño de población $POB=30\%$, distanciamiento social, $DS=0\%$, Tiempo de enfermedad $TE=10$ ticks, Apertura de visión, $WIG = 60^\circ$ y $PC = 50\%$. En el inicio establezca algunos enfermos para iniciar el contagio. Grafique personas enfermas y recuperadas vs el tiempo. ¿Cómo son las curvas? ¿en algún momento crece exponencialmente? Capture la pantalla del sistema de agentes durante la evolución y reporte la gráfica final. Explique sus resultados.

- Realice variaciones de los valores de los parámetros para replicar de manera cualitativa las curvas características del modelo SIR con la única restricción de mantener $DS=0\%$. Como ejemplo ver la Figura 1. Reporte los parámetros y la gráfica con las curvas.

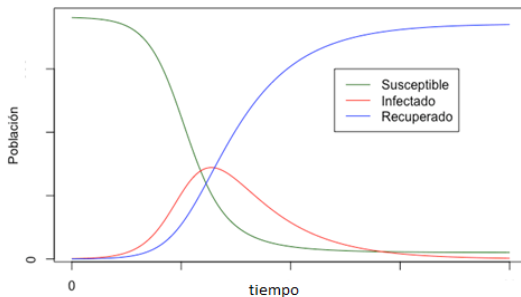


Figura 1. Curvas epidemiológicas. El valor máximo de la curva de infectados se conoce como “pico de contagios”. En este ejemplo, la curva de infectados tiene un pico poco pronunciado, sin embargo, casi la totalidad de la población se contagié.

- Con los parámetros encontrados anteriormente (ejercicio 2), establezca distanciamiento social $DS=25\%$, ¿cómo cambio la gráfica de enfermos, infectados y recuperados? Ahora $DS = 50\%$ y $DS = 75\%$. Reporte las gráficas y compare ¿se aplanan la curva de contagios?
- La curva de infectados alcanza un número máximo de infectados (pico) en un tiempo específico t^* , que llamaremos E_{max} . Al variar el parámetro distanciamiento social este valor máximo podría cambiar, para analizar esto, realice la gráfica, DS vs E_{max} . Explique el comportamiento de la gráfica. Realice la gráfica DS vs t^* , explique el comportamiento. **HINT:** Use el analizador de comportamientos de NetLogo. ¿Aplicar este tipo de estrategia de contención (distanciamiento social) ayuda a aplanar la curva?
- Conclusión.** Después de sus análisis: 1. ¿Qué podría decir del alcance del modelo, funciona para describir, explicar,

pronosticar? 2. ¿Qué posibles extensiones podría proponer? Justifique sus argumentos.

Ejercicio Optativo. 2 Puntos Extra

A partir de la clase de “Creación y carga de mapas en NetLogo”. <https://youtu.be/eGUk4VBuLfo>. Cargar un mapa de alguna zona de la Ciudad de México que sea de su interés. Establezca el movimiento de los agentes con un WIG acotado, por ejemplo, $WIG=15^\circ$. Establezca los valores de los parámetros como en el ejercicio 2. Replique el espacio de parámetros DS vs Emax del ejercicio 4. Contraste estos nuevos resultados con los anteriores, explique.

Lineamientos para la entrega

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

Apellido1

|----- PracticaN

|----- fuentes

|----- readme.txt

|----- solución a ejercicios.pdf

Fuentes: código del programa, ejecutables, etc.

Readme.txt: explicar brevemente como se ejecuta el programa, y la forma en que podemos cambiar parámetros.

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

Fecha de entrega de los ejercicios: viernes 12 de mayo antes de las 24:00 hrs. Subir la práctica en el Google Classroom del grupo.

Contacto

Gustavo Carreón gcarreon@unam.mx

Marco Antonio Jiménez Limas marcojimenez@ciencias.unam.mx