

# Tarea 6

## Simulación de Sistemas

Beatriz Alejandra García Ramos

A 19 de Septiembre de 2017

### 1. Sistema multiagente

Para ésta práctica se tiene la implementación de un sistema multiagente para aparentar una situación de epidemia de alguna enfermedad con un modelo SIR, en él se manejan tres estados de los agentes que son susceptibles, infectados y recuperados.

Existen en la práctica  $n$  agentes los cuales tienen una probabilidad  $p_i$  de infección, los agentes pueden contagiarse desde un inicio y cada vez que se hace un paso nuevo, y aquellos que reciben la etiqueta de recuperado ya no pueden volver a infectarse, así que los únicos que serán infectados, con una cierta probabilidad, serán aquellos que tengan la etiqueta de susceptibles. Además de ello, los agentes se mueven dentro del sistema a una cierta distancia y velocidad, y se maneja un torus para que se puedan mover libremente al juntar izquierda y derecha o arriba y abajo.

### 2. Tarea

- Utilizar alguno de los dos paquetes de paralelización que se han visto e identificar las partes del código que se pueden paralelizar para aplicar el paquete.
- Al iniciar se debe de vacunar a los agentes con probabilidad  $p_v$  para que se encuentren en estado recuperado y no puedan infectarse ni propagar la infección durante todo el proceso.
- Analizar el efecto de que la probabilidad  $p_i$  varíe y modifique el porcentaje máximo de infectados.

### 3. Solución

Al estudiar el código base se hace notorio que al realizar distintos `for` en el proceso la secuencia es más tardada, entonces era evidente que sí se debía hacer una paralelización sobre todo al momento de hacer los contagios y las actualizaciones de los agentes.

#### 3.1. Tarea base

Dado que la paralelización con la que se trabajó recientemente fue la de la librería `doParallel`, se utilizó para ésta práctica. Tomando la función `foreach` se hizo la paralelización de las funciones `contagia` y `actualiza` las cuales hacen el proceso de los contagios y los movimientos de los agentes durante el proceso, respectivamente. Al realizar la paralelización se midió el tiempo de ejecución y se llegó a la conclusión de que paralelizar ambas funciones era un proceso más tardado que el secuencial, luego al paralelizar solamente la función que contagia se disminuyó el tiempo de ejecución pero seguía siendo más largo el proceso, por último al momento de paralelizar solamente la función que mueve y actualiza a los agentes se llegó a la conclusión de que era la paralelización menos tardada de las tres realizadas y al compararla con el programa original se pudo observar que de todas maneras era un poco más tardado de realizar que el proceso original. Sin embargo hubo diferencias en la cantidad de infectados del proceso, como se puede ver en la figura 1, dependiendo de las paralelizaciones que

se realizaron, y dado que los infectados en promedio son bajos cuando se paraleliza la función que actualiza los agentes se utilizó esto para realizar los retos.

Las modificaciones que se realizaron fueron en las funciones y en el código al momento de paralelizar con `foreach`. Los cambios se pueden ver en los códigos de GitHub de ésta práctica.

### 3.2. Reto 1

Dado que los agentes deben ser vacunados al inicio del proceso se realizó una modificación en la matriz `agentes`, incluyendo en ella la etiqueta `R` para los recuperados con su probabilidad `probv` y en la probabilidad de susceptibles se agregó ésta probabilidad al hacer la resta  $1 - (p_i + \text{probv})$  para que se tomara en cuenta que esa probabilidad ya no podía ser utilizada en ellos. El reto es estudiar qué sucede cuando se agregan recuperados al inicio, se creó un `for` que nos permite variar la probabilidad `probv` teniendo la variable `pv` donde se crea una secuencia desde una probabilidad de cinco por ciento hasta cincuenta por ciento de ocurrencia, al crear las distintas probabilidades y obtener los datos del máximo de infectados en cada probabilidad se tienen los datos del cuadro 3.2. Se puede ver que a partir del veinticinco por ciento de probabilidad de vacunación los infectados van disminuyendo pero donde es menor la posibilidad de que los agentes se infecten es cuando se tiene un treinta y cinco por ciento de probabilidad de vacunación, así que ésta es la probabilidad ideal para que la población se vacune y la epidemia no avance, lo cual se trata de una tercera parte de los agentes aproximadamente.

Probabilidades									
0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
29	33	21	21	14	0	4	13	13	11

Cuadro 1: Máximo de infectados de cada probabilidad.

### 3.3. Reto 2

Para éste reto se tomó en cuenta la probabilidad de vacunados que nos reduce los infectados en el reto anterior, así que se dejó fija esa probabilidad y la que se estuvo variando fue la probabilidad de infectados de inicio, así que de igual manera que en el reto anterior se creó un `for` para variar la probabilidad `pi` y se hicieron diez repeticiones de cada una de las probabilidades, lo cual nos genera los datos encontrados en la figura 3.3, como se puede observar tenemos que, conforme va aumentando la probabilidad de infectados, también va aumentando la cantidad máxima de infectados del proceso y las repeticiones se vuelven similares conforme aumentan las probabilidades también, es por eso que las cajas de bigote se vuelven más pequeñas. Aún así podemos observar que la cantidad máxima de infectados no es grande en comparación con las cantidades que se tendrían sin haber vacunado a algunos de los agentes, por lo que la probabilidad `pv` nos ayuda en no tener tantos agentes infectados en nuestra muestra.

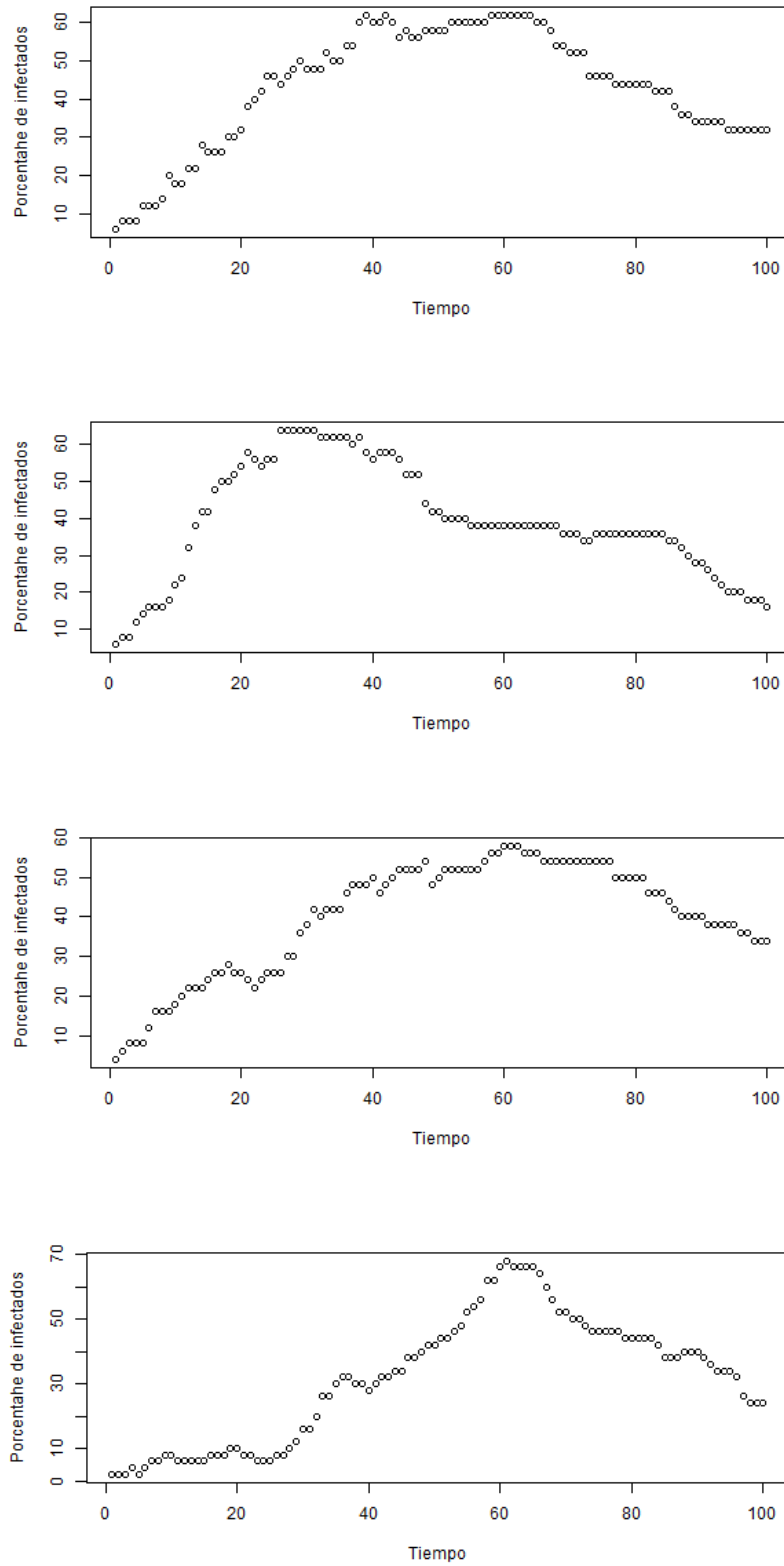


Figura 1: Infectados con el proceso original, paralelizando contagia y actualiza, paralelizando contagia y paralelizando actualiza, respectivamente.

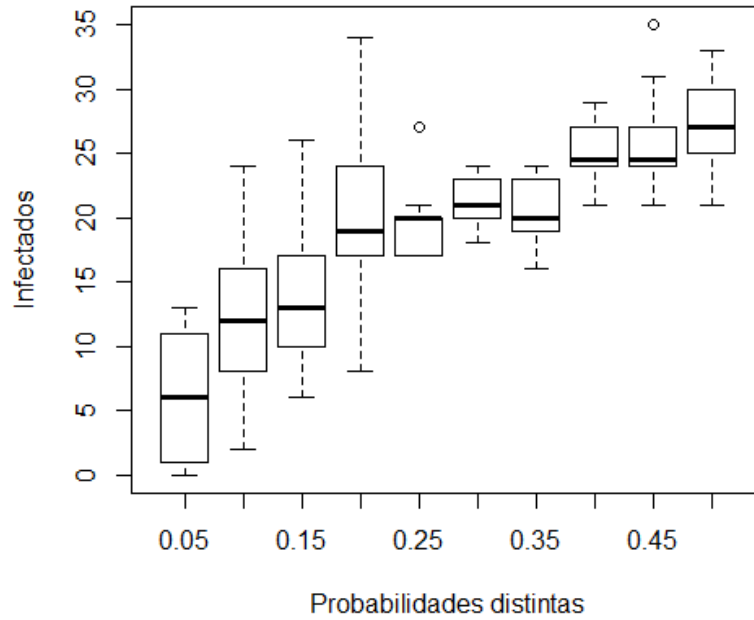


Figura 2: Máximo de infectados de repeticiones con distintas probabilidades.

## 4. Conclusión

Al utilizar la paralelización podemos mejorar el proceso de contagio o recuperación de los agentes, de tal manera que se infectan o se recuperan con mayor rapidez, además al vacunar a nuestros agentes con una probabilidad adecuada se puede evitar que la epidemia se propague a todos los agentes de la muestra, lo cual nos ayuda a que los recuperados eviten que los infectados lleven la epidemia a los susceptibles y que se recuperen todos los infectados en un cierto punto, así al final quedarán infectados y probablemente susceptibles también, pero siendo la probabilidad de infectados muy grande podemos tener más agentes infectados aunque no en gran cantidad como cuando no hay recuperados al inicio del proceso. Dicho esto, lo mejor es vacunar a aproximadamente una tercera parte de los agentes y verificar que la probabilidad de infectados sea poca para que así la epidemia pueda controlarse.