Centro de Information de COVID (CIC) Charlas científicas de relámpago

Transcripción de una presentación por Leila Hedayatifar (New England Complex Systems Institute), octubre 10 de 2023.

Título: Efectos de los protocolos preventivos en la propagación del COVID: un marco basado en agentes

Perfil en la base de datos del CIC de Leila Hedayatifar

Premio NSF #: 2032536

Grabación de YouTube con diapositivas

Información del seminario web del CIC del otoño de 2023

Transcripción editada: Yonara Anastacio

Transcripción

Diapositiva 1

Bien, hola a todos, es un placer estar aquí en este webinar. Sí, el seminario anterior fue hace más de un año y fue sobre los resultados que obtuvimos para el primer proyecto que hicimos para un proyecto concedido por la NSF. Esta es una nueva dirección que estamos atravesando. Aquí, voy a presentar el estudio y la investigación que hicimos para verificar los efectos de los protocolos preventivos en COVID utilizando un marco basado en agentes.

Diapositiva 2

En primer lugar, quiero hablar sobre por qué estudiamos modelos epidémicos. Los modelos epidémicos nos ayudan a entender cómo se propagan las enfermedades infecciosas a través de una sociedad. Estos modelos nos proporcionan información sobre diferentes factores que son cruciales para desarrollar intervenciones de salud pública eficaces. También nos permiten hacer predicciones sobre el impacto potencial de una pandemia y ayudar a evaluar la efectividad de intervenciones como la vacunación, el distanciamiento social, las restricciones de viaje y otras prevenciones. Además, los encargados de formular políticas se basan en modelos epidémicos para formular políticas y directrices basadas en pruebas. Una de las cosas más importantes es que compartir modelos epidemiológicos simplificados con el público puede mejorar la comprensión de la dinámica de transmisión de la enfermedad. Para el público, algo muy simple, comprensible.

Diapositiva 3

Sobre la base de estos pensamientos que teníamos en nuestra mente, desarrollamos un modelo en Net Logo. Net Logo es un entorno de modelado y lenguaje de programación multi-agente

diseñado para simular sistemas complejos y modelar marcos basados en agentes. Le permite tener una figura para todo el modelo que está desarrollando y establecer los parámetros. Puede considerar diferentes situaciones para ellos, como el control deslizante o los iconos de encendido y apagado.

Diapositiva 4

También le permite tener gráficos y figuras que le muestran cómo el modelo está evolucionando con el tiempo, incluyendo cómo los diferentes compartimentos del modelo están cambiando con el tiempo. Voy a hablar de estas cifras más tarde.

Diapositiva 5

Ahora, voy a pasar por diferentes partes del modelo que desarrollamos - un modelo basado en agentes. Especifica la dinámica por la cual una población de agentes se involucran en interacciones y experimentan evolución a través del tiempo. Así que tenemos una red de agentes que están conectados entre sí y consideramos diferentes parámetros y atributos para estos agentes o individuos en nuestra red. Primero son las conexiones. Estas conexiones representan una red. Tenemos un conjunto de números, nodos o agentes y luego tenemos el grado promedio de nodo que representa las conexiones para cada nodo. Conectamos los diferentes nodos entre sí en función de ese número promedio. Luego, reubicaremos los nodos y pondremos los nodos a los que están conectados cerca unos de otros. Esto simula las conexiones locales para cada persona. Luego, sobre eso, creamos conexiones de larga distancia que simulan si las personas viajan a otro lugar o si se mueven a un lugar diferente y hacen conexiones con personas que no suelen estar cerca de ellos. Luego, consideramos los parámetros demográficos como la edad y el género. Para la edad y el género, tenemos la opción de que si quieres considerar esos efectos en el modelo, si quieres considerar la distribución por edad, o si quieres que sea una distribución aleatoria, o si quieres usar la distribución por edad de la población de EE.UU. que se extrae del censo. Podemos comprobar el rango de edad o el porcentaje de la población de hombres a mujeres. Esto nos permite simular diferentes entornos, lo que era una de las cosas interesantes que queríamos estudiar. El otro son los niveles de riesgo para la salud. Consideramos cuatro diferentes riesgos para la salud: personas mayores de 65 años, mujeres embarazadas y personas con algunas condiciones de salud o condiciones de salud graves. Es posible que el modelo defina cuántos casos queremos tener en nuestra simulación y veamos qué sucede en el modelo.

Diapositiva 6

Luego, aplicamos el modelo SIR. Es un modelo epidemiológico fundamental que se basa en algunas ecuaciones diferenciales utilizadas para entender y analizar la propagación de enfermedades infecciosas. Tiene tres compartimentos diferentes: individuos que son susceptibles a la enfermedad pero que aún no han sido infectados, individuos que están actualmente infectados con la enfermedad y son capaces de propagar la enfermedad a otras personas, y las personas que se infectaron con la enfermedad y se recuperaron y ahora son inmunes a nuevas infecciones por un período de tiempo. Tenemos los parámetros para ellos. Primero, los casos infectados iniciales que garantizaron el inicio de la propagación de la enfermedad. Luego, tenemos la oportunidad de obtener COVID, que es la probabilidad de transmisión de COVID.

Esto se puede cambiar en función de diferentes variantes de COVID. Tenemos el período de infección y el período de inmunidad de tiempo. Los parámetros que tenemos para los casos sintomáticos y asintomáticos, incluyendo la duración activa que pueden transmitir la enfermedad. También tenemos la distribución que tenemos para los casos sintomáticos. El otro parámetro que fue importante para nosotros fue Long COVID. Queríamos poder estudiarlo o no. Se considera basado en un umbral, después de ese umbral si todavía tienen síntomas, van a ser considerados COVID largo. Y una pequeña parte de los casos eran súper inmunes - es muy pequeña, pero como se informó en el modelo y en los datos, lo consideramos en el modelo.

Diapositiva 7

Los protocolos preventivos son las formas de precaución que las personas ayudan a prevenir la propagación de una enfermedad. Los que teníamos para COVID incluían máscaras, distanciamiento social o cuarentena de enfermos, y también la vacunación. Para estos modelos preventivos, consideramos dos conjuntos diferentes de parámetros: los porcentajes de precaución, que se relacionan con cómo se comportan las personas, y los porcentajes de vacunación. Para la vacunación, consideramos si queríamos tener vacunas en el modelo o no. En caso de que sea el porcentaje de personas vacunadas, la eficacia de la vacunación, también el deterioro en la eficacia de la vacunación, y también la prioridad de vacunación (esto nos permitió empezar a vacunar a las personas que están en un nivel de alto riesgo).

Diapositiva 8

El modelo de compartimento, en nuestro modelado, este tipo de modelos nos permite tener agentes en un estado específico y podemos rastrear el número de agentes en cada compartimento a lo largo del tiempo. Si hacemos clic en la configuración, vamos a tener un conjunto de nodos con las conexiones promedio definidas, conexiones de larga distancia y otros atributos que expliqué en las diapositivas anteriores. Luego, en cada momento, el modelo comprueba los estados de los agentes y actualiza ese estado en función del estado anterior de sus vecinos. Luego, al ejecutar el modelo, podemos ver cómo los diferentes compartimentos del modelo están cambiando en el sistema, en el modelo, con el tiempo. También, hay algunas otras medidas que podemos hacer. Por ejemplo, estábamos interesados en el número de agentes re-infectados en el modelo. ¿Cuántas veces, cuántos nodos, o qué porcentaje de nodos se vuelven a infectar? También queríamos saber la productividad. La productividad se calcula en base a los casos asintomáticos - no son productivos durante el tiempo que son sintomáticos. Estamos calculando el porcentaje de personas que tienen síntomas

Diapositiva 9

Todas estas cosas que he explicado hasta ahora y el modelo en Net Logo nos permite ir a través del modelo, jugar con los parámetros, y ver cómo diferentes parámetros o políticas preventivas pueden cambiar el comportamiento del sistema. Cómo cambia la situación y los diferentes compartimentos de los sistemas. Pero si quieres ver el comportamiento promedio del sistema, necesitamos hacer múltiples realizaciones. Para esto, necesitamos hacer un conjunto de múltiples realizaciones con el mismo conjunto de parámetros. Con base en eso, podemos analizar el comportamiento promedio del sistema y explorar varios resultados potenciales del modelo. Aquí,

te voy a mostrar una configuración de los parámetros utilizados cuando ejecutamos el modelo. Vamos a ver diferentes situaciones suceder porque tenemos diferentes aleatoriedad. Tenemos cierta aleatoriedad en el modelo y esa aleatoriedad con el tiempo puede cambiar el comportamiento del sistema.

Diapositiva 10

Hicimos algunas realizaciones. Para cualquier conjunto de parámetros - aquí voy a mostrarles solo algunos de los resultados que encontramos basados en nuestro modelo. Para cada una de estas cifras y para cada punto ejecutamos el modelo 100 veces. Hicimos el cálculo promedio para cada una de esas ejecuciones. Tengo cuatro cifras aquí e intentaré explicar estas cuatro cifras en poco tiempo. El eje x representa la probabilidad de transmisión, que es la posibilidad de obtener COVID. En el eje x, tenemos el número promedio de infecciones por nodo. Eso muestra cuántas veces se infectaron. La barra de colores representa la duración promedio de la pandemia y cuántas veces ejecutamos el código. El tiempo de parada del código es el tiempo que ya no tenemos ningún caso infectado o casos inmunes en el modelo. Este gráfico representa el grado de nodo promedio - al comienzo de la pandemia, si se recuerda, los responsables políticos trataron de convencer a la gente para reducir sus conexiones, para minimizar sus conexiones con otras personas. Aquí, mostramos que al pasar de altos grados de conexión a bajos grados de conexión, se puede ver que incluso en altos grados de conexión con bajas probabilidades de transmisión, la enfermedad se va a propagar muy rápido en el sistema. El número promedio de infecciones es de alrededor de una, lo que significa que la mayoría de los casos ven la infección muy rápido, en una cantidad muy corta de tiempo. Pero a medida que se reducen las conexiones, vemos que hay un cambio a mayores probabilidades de que la enfermedad no se propague - se necesita tiempo para la enfermedad y tenemos muchas reinfecciones, casos en los que las personas se vuelven a infectar. En grados muy bajos, incluso para muy alta probabilidad de transmisiones, el tiempo de ejecución para el modelo es mayor incluso con los pocos casos en los que hay re-infecciones. Por lo tanto, se necesita más tiempo para reducir la conexión. Se necesita más tiempo para que la enfermedad se propague en la sociedad y luego se recircule.

Diapositiva 11

Para las conexiones de larga distancia, nuevamente, vemos que cuando pasamos del 0% de las conexiones de larga distancia al 20% de las conexiones de larga distancia, el comportamiento cambia. Pueden ver que, de nuevo, tenemos un cambio en la probabilidad de transmisiones. Cuando tenemos una gran cantidad de conexiones de larga distancia, viajando incluso durante períodos cortos de tiempo, la enfermedad se va a propagar rápidamente. Pero cuando eliminamos las conexiones de larga distancia, la enfermedad tarda más en propagarse y hay menos casos de reinfección.

Diapositiva 12

Aquí, estoy mostrando la duración promedio en el eje y. Por precaución, pasamos del 0% al 100%. Se ve que cuando la precaución es cero, incluso con baja probabilidad de transmisión, tenemos un pico en la duración de la pandemia. Se necesita mucho tiempo para circular en la sociedad y hay una alta tasa de infección. Sin embargo, al pasar a niveles de precaución más

altos, como el que vemos aquí donde la precaución está al 100%, no todos los casos se infectan y la propagación de la enfermedad se detiene rápidamente.

Diapositiva 13

Esta cifra representa los resultados del porcentaje de vacunación. Pueden ver que incluso con un pequeño porcentaje de vacunación, vemos un gran cambio en el número de casos y en la duración de la pandemia. Para las probabilidades más altas, también, el tiempo está cambiando, lo cual es muy importante porque al principio - recuerde que estas vacunas comenzaron después de tres meses - así que estábamos interesados en ver cómo iba a afectar a otras situaciones. No lo mostré aquí, pero pueden ver que incluso los pequeños cambios pueden hacer muchas diferencias.

Diapositiva 14

Así que, en conclusión, puedo decir que nuestro modelo representa la propagación de un virus dentro de una población, teniendo en cuenta una serie de casos infectados iniciales y si puede propagarse por toda la población o ser contenido antes de infectar a algunos individuos. Y basándome en esas cifras, puedo decir que la reducción de las conexiones locales y de larga distancia, en promedio, actúa como un factor disuasorio para la rápida propagación de la enfermedad. La aplicación de políticas de precaución y vacunación no solo desacelera la propagación de la enfermedad, sino que también reduce la probabilidad de reinfección. Estos son algunos de los resultados de este trabajo, que todavía está en progreso. Vamos a tener muchos más resultados en el futuro.

Diapositiva 15-16

Quiero agradecer a mis colegas en este trabajo. Gracias por escuchar.