

Práctica 2. Análisis de modelos de redes

Fecha de entrega: 19 de diciembre de 2021

El objetivo de esta práctica es experimentar con los modelos de generación de redes, verificar sus propiedades teóricas sobre las realizaciones de dichos modelos y un análisis comparado de las características que describen las redes generadas.

Elección de los modelos

Los modelos a analizar serán los siguientes:

- Erdos-Renyi
- Barabasi-Albert
- Uno a elegir entre los siguientes ya implementados en Networkx:
 - Watts-Strogatz
 - Barabasi-Albert extendido (implementación de NetworkX)
 - Holme-Kim (que es otra extensión del modelo de Barabasi-Albert)
 - Otro posible modelo implementado en Python para el que encontréis una implementación confiable

Generación de las redes y cálculo de las propiedades

Se generarán redes sintéticas para cada uno de los modelos y parametrizaciones o variantes de los mismos. El tamaño de las redes será:

- $N = 500$
- $N =$ número de nodos de la red analizada en la P1.

Si la red analizada en la P1 tuviera menos de 900 nodos. Entonces hay que analizar dos redes, una con 1500 nodos y otra con el número de nodos de la P1.

Dentro de las parametrizaciones se debe considerar lo siguiente:

- **Para el modelo de Erdos-Renyi** se deben generar redes para las etapas de evolución: subcrítica, crítica, supercrítica y conectada (que dependen del grado medio de la red).
- **Para el modelo de Barabasi-Albert** se generarán redes con $m=2$ y $m=4$.
- **Para el modelo a elegir**, como tienen al menos un parámetro a configurar (además del que determina el número de nodos y los que rigen los enlaces) debéis probar con dos parametrizaciones distintas del parámetro o parámetros adicionales.
 - Por ejemplo, en Watts-Strogatz el parámetro adicional es la probabilidad de cambiar un enlace, pues en ese caso habría que probar el modelo con dos valores diferentes para dicho parámetro.

Como los modelos usan números aleatorios usando los mismos parámetros **se generan varias redes diferentes en cada ejecución**, la forma adecuada de realizar los experimentos es generar varias redes con unos parámetros fijos (p.e. 20 realizaciones de cada red y número de nodos, y parametrización), calcular las propiedades para cada una de las realizaciones y calcular la media de los resultados obtenidos. Los datos que se deben comparar son por tanto los valores medios de las propiedades estimadas para cada realización de la red. Además, de los valores medios de las 20 realizaciones, podéis dar también otros (valor mínimo, máximo y desviación típica) para saber cuánto oscila el valor de cada propiedad en torno a la media.

Las propiedades son aquellas que sirven para caracterizar el modelo, incluyendo:

- Distribución de grados
- Grado medio
- Número de enlaces
- Distancia media o camino mínimo medio.
- Número de componentes conexas

Análisis de las redes generadas con respecto a las propiedades teóricas

Para cada modelo de red estudiado, la comparación de sus propiedades teóricas, con las propiedades observadas al simular redes con ese modelo. Esta comparación tiene sentido para aquellas propiedades para las que exista una fórmula analítica que se puedan calcular para cada modelo de red, e incluyendo siempre la distribución de grados. Además, se deberá analizar cómo varían las propiedades en las distintas simulaciones realizadas.

Comparativa de los modelos de red con la red la práctica 1

Esta parte del trabajo supone ajustar los tres modelos aleatorios considerados para intentar reflejar una red con el mismo número de nodos que la de la práctica 1. El proceso de ajuste intentará obtener una red similar en las características que sean posibles (típicamente el grado medio, el número de enlaces o la distribución de grado). Para ello, hay que probar distintas parametrizaciones del modelo y determinar un criterio de decisión para elegir con qué parametrización nos quedamos. Este proceso de ajuste debe quedar documentado en la memoria.

Adicionalmente, se pide simular la red con el **método de configuration_model** pasándole para ello la secuencia de la distribución de grados observada en la práctica 1.

El análisis comparativa de los cuatro modelos debe determinar qué propiedades observadas en la red de la práctica 1 son reflejadas adecuadamente o no por

cada uno de los modelos, y explicar en la medida de lo posible las razones o incluso conjeturas por las que esto sucede.

¿Qué hay que entregar?

La entrega de la práctica será un archivo .zip (etiquetado con el número de grupo GrupoXX) con los siguientes contenidos:

- **Informe en pdf** que deberá incluir, al menos, el siguiente contenido:
 - Portada con el número de grupo y nombre y apellidos de sus integrantes.
 - Descripción de las redes generadas y de las propiedades obtenidas.
 - Análisis de las redes generadas y comparación con los modelos teóricos.
 - Visualizaciones (tablas y gráficos) que pueden ser capturas de notebooks y/o Gephi.
 - Análisis de los datos de la red de la P1 y discusión sobre el modelo teórico de los analizados que la representa mejor.
 - Referencias bibliográficas u otro tipo de material distinto del proporcionado en la asignatura que se haya consultado para realizar la práctica con enlaces a las mismas si se trata de recursos web.
- **Notebook(s) de Jupyter con lo siguiente**
 - Primera celda con el número de grupo y nombre y apellidos de sus integrantes.
 - Trabajo realizado con la generación de las redes, el cálculo de las propiedades observadas, visualización de los resultados, etc.
 - Se valorará el orden, la claridad y la legibilidad de los notebooks presentados tanto a nivel de código y comentarios del mismo, como a nivel de celdas de texto adicionales para entender los pasos que se realizan y los resultados.
 - Se deben incluir los datos necesarios para poder ejecutar el notebook en otro ordenador.
- **Otro material:** Si en el desarrollo de la práctica se hubiera necesitado programar otro código se deberá incluir el código fuente, instrucciones necesarias para la ejecución del código (p.ej. dependencias), así como un pequeño manual de usuario. El objetivo es permitirle al usuario (al profesor) poder ejecutar el código fuente y verificar
- **Vídeo de máximo 5 minutos** y menos de 100MB en el que participen todos los integrantes del grupo, identificándose (“Hola soy...”) y donde cada integrante explique las principales conclusiones de la parte del trabajo que él o ella ha llevado a cabo o liderado.

En el trabajo se valorará lo siguiente:

- La puesta en juego de todos los conceptos vistos en clase y relativos a los temas del curso.
- La calidad del análisis entendiendo esto como una puesta en contexto de los resultados observados en las redes generadas, como su relación con la red real. Así como la capacidad crítica e inquisitiva en el análisis de datos.
- La calidad en la presentación de las visualizaciones gráficas y de los datos que sean amigables al lector y efectivas (que destaquen aquellos aspectos relevantes).

Entrega de la práctica

La práctica se entregará a través del Campus Virtual a través de una herramienta de entrega de tareas habilitada al efecto.

Solamente ha de entregar la práctica uno de los miembros del grupo.

La fecha límite para entregar la Práctica 2 será el domingo 19 de diciembre a las 23:55. Se recomienda no dejar la entrega para el último momento para evitar problemas de última hora.