
Grafos en neurociencias (pre TP2)

Víctor A. Bettachini

Datamining en ciencia y tecnología 2023

Especialización en Explotación de Datos y Descubrimiento del Conocimiento

bettachini@gmail.com

Resumen

?

1. Materiales y métodos

Datos Se registró la señal de resonancia magnética funcional (fMRI) bajo distintos estadios del sueño en distintas parcializaciones del cerebro. Para segmentos temporales se calculó el coeficiente de correlación lineal entre sus medias [1]. Estos son los datos de entrada con que se genera una matriz de correlación a partir de la cual se generan los grafos que se analizan en este trabajo.

Recurso informático Un cuaderno (notebook) Jupyter provisto por los docentes en el sitio web denominado “Campus” [2] es la plantilla donde se escribió código en lenguaje Python. Este explotó funciones de la biblioteca NetworkX [3].

1.1. Preprocesamiento de los datos

Carga del conjunto de datos Los archivos provistos corresponden a los estadios de sueño N1, N2, N3 y despierto (W) para 18 sujetos. Estos estuvieron acompañados de una tabla que describe la denominación y ubicación espacial las regiones en que se parcializó el cerebro.

2. Resultados

2.1. Manipulación de datos

Matriz de correlación La matriz de adyacencia pesada que muestra la figura 1a corresponde a la condición de despierto para el sujeto número 2.

Para convertirle en una de adyacencia binaria con una densidad de enlaces $\delta = 0,8$ se discriminaron sus pesos con un umbral 0,77997 obteniéndose la matriz que muestra la figura 1b.

Grafo de la matriz de adyacencia binaria No es totalmente conectado. Hay tres componentes conectadas de 92, 5 y 2 nodos en tanto que los 17 restantes están aislados. La distancia mínima entre nodos contabiliza cuantos intermedios deben atravesarse para ir de un nodo a otro. Esta medida para los aislados no tiene sentido, por lo en este grafo no puede obtenerse una distancia media d a lo fines de tener una media de que tan “conectado” se presenta el grafo. Una medida numérica alternativa darla la densidad que cuantifica cuantos de los posibles enlaces están efectivamente presentes en el grafo. Para el conjunto, no conectado, este valor parece bajo, $\approx 8\%$. Y en el componente mayoritario, el de 92 nodos, este valor apenas se incrementa hasta un $\approx 12\%$.

Eficiencia de conectividad La distancia mínima entre nodos contabiliza cuantos intermedios deben atravesarse para ir de un nodo a otro. Un promedio de la inversa de esta distancia es una medida de la eficiencia de conectividad global del grafo, que para este caso resultó ser $\approx 0,389$.

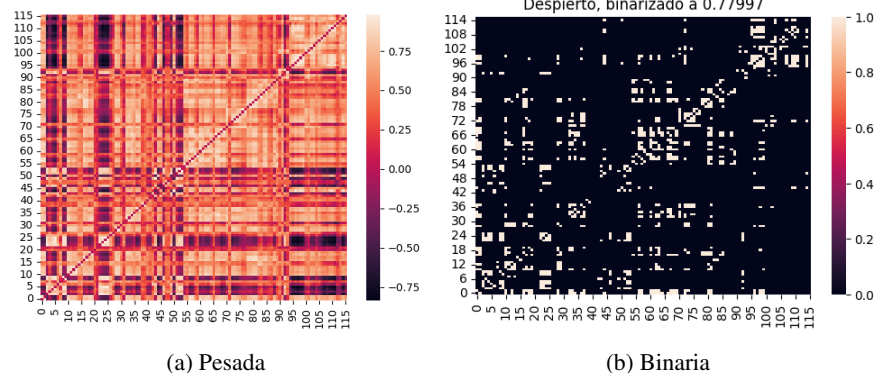


Figura 1: Matrices de correlación de las medias de las señales de las regiones parcializadas.

Distribución de grado El número de enlaces por nodo, o grado k , se distribuye en forma dispar. De un total de 534 enlaces el grado mayor resultó $k_{mx} = 30$, y un relativamente alto promedio $\langle k \rangle \approx 9,207$ aunque no hay que olvidar que no participan aquí los nodos aislados. El histograma de k que muestra la figura 2a que este $\langle k \rangle$ es representativo de la distribución.

En una medida similar a la densidad que cuenta la proporción de enlaces sobre los posibles puede hacerse algo similar calculando la proporción de cuantos de los posibles enlaces entre primeros vecinos efectivamente se realizan. Esto se denomina coeficiente de agrupamiento (clustering) por nodo C_i , cuyo promedio para este grafo es $\langle C_i \rangle \approx 0,527$. Coloreando cada nodo según su C_i y ubicandole por las coordenadas (y,z) en el cerebro se obtiene la figura 2b.

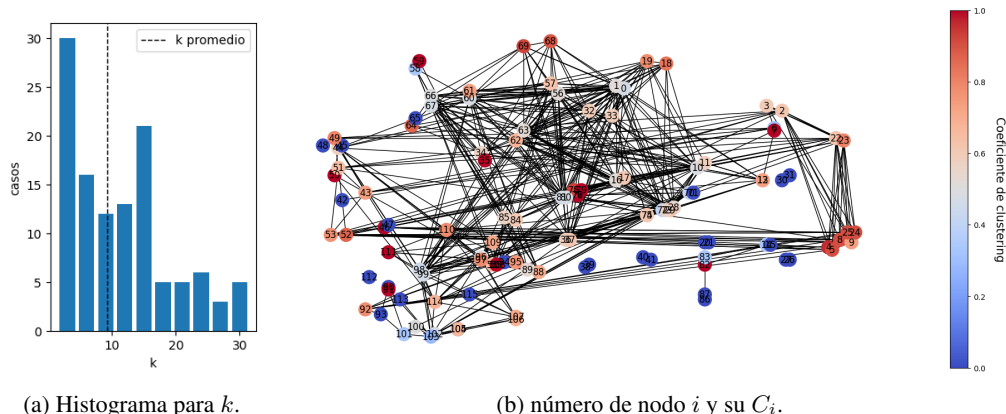


Figura 2: Distribución de grado y coeficiente de agrupamiento.

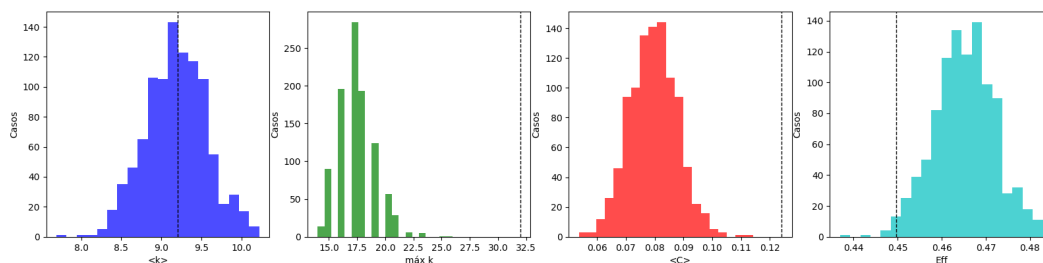


Figura 3: Poisson

Comparación con un grafos prototípicos

Referencias

- [1] Enzo Tagliazucchi et al. «Large-scale brain functional modularity is reflected in slow electroencephalographic rhythms across the human non-rapid eye movement sleep cycle». En: *NeuroImage* 70 (abr. de 2013), págs. 327-339. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1053811913000128>.
- [2] Juan A. Kamienkowski. *Curso: Data Mining en Ciencia y Tecnología*. 2023. URL: <https://datamining.dc.uba.ar/campus/course/view.php?id=37>.
- [3] Aric A Hagberg, Daniel A Schult y Pieter J Swart. «Exploring Network Structure, Dynamics, and Function using NetworkX». En: *Proceedings of the 7th Python in Science Conference (SciPy 2008)*. SciPy 2008. Pasadena, CA USA, ago. de 2008, págs. 11-15. URL: https://conference.scipy.org/proceedings/SciPy2008/paper_2/.