

# preTP N° 1: Grafos

Agustín Herrera

## 1. Conjunto de datos

El conjunto de datos [1] [2] comprende 18 sujetos, y cuatro estados de sueño para cada sujeto: N1,N2,N3 (estados del ciclo de sueño correspondiente al *non rapid eye movement*) y W (estado despierto, o de vigilia).

### 1.1. Matrices de adyacencia

Para este informe, se trabajó con la matriz de correlaciones entre regiones cerebrales del sujeto N° 2 en la condición despierto. En la Figura 1 se muestra un *heatmap* de dicha matriz.

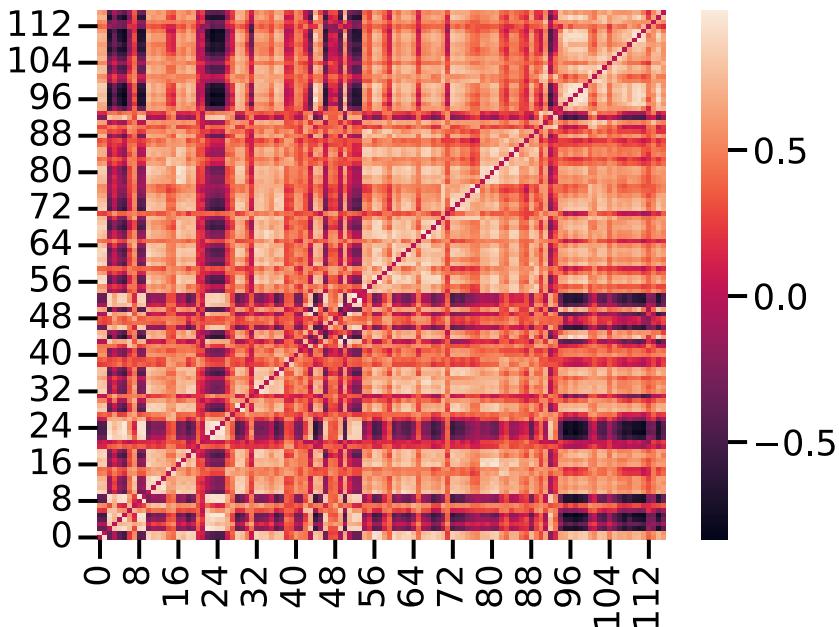


Figura 1: Matriz de correlaciones entre regiones cerebrales para el sujeto 2 en la condición “wake”

Se transforma la matriz de adyacencia pesada en una matriz de adyacencia binaria  $A_{i,j}$  con una densidad de enlaces  $\delta = 0,08$ . Para alcanzar dicha densidad de enlaces, se realizó una binarización empleando un umbral de correlación entre

pares de regiones  $\theta = 0,78$  (Figura 2). A partir de esta matriz se obtiene el grafo resultante  $G$ .

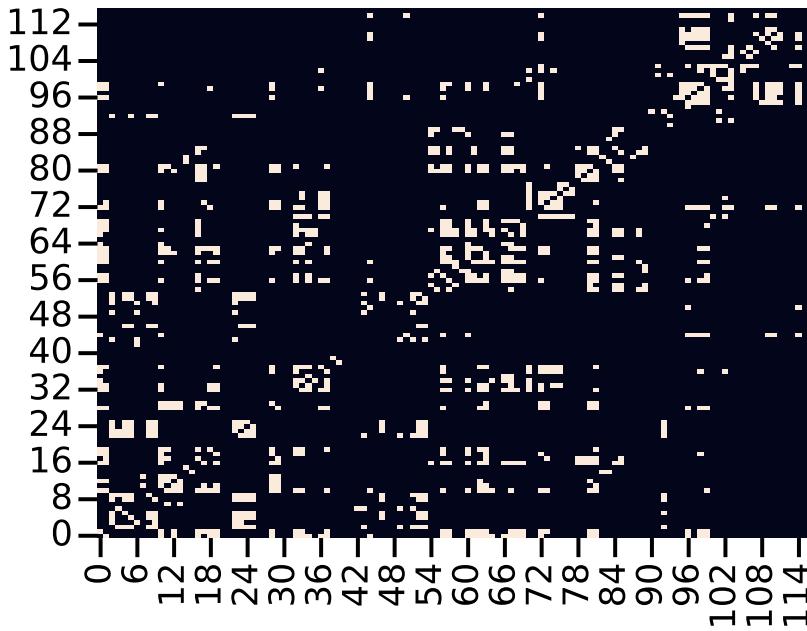


Figura 2: Matriz de adyacencia binaria para el sujeto 2 en la condición “wake”, obtenida a partir de la matriz pesada empleando un umbral  $\theta = 0,78$

## 1.2. Parámetros del grafo y sus componentes

El grafo  $G$  no es conectado, y por lo tanto no se puede calcular la distancia media  $d$  entre pares de nodos, puesto que implicaría lidiar con distancias infinitas. Pero sí se puede calcular la eficiencia global  $eff$ , que por estar definida a partir de la suma de las inversas de las distancias, en el caso en que la distancia es infinita el término correspondiente de la eficiencia es nulo. Los valores de eficiencia global  $eff$  para el grafo en su totalidad y para la componente gigante se muestran en el Cuadro 1, así como también la distancia media  $d$  para la componente gigante  $G_{\text{gigante}}$ . Como era de esperar, la eficiencia global fue mayor para la componente gigante que para el grafo en su totalidad, dado que este parámetro proviene de calcular un promedio.

Por otra parte, además de la componente gigante, integrada por 92 nodos, se halló una componente integrada por los nodos 14, 15, 82, 83 y 87 ( $d = 1,6$ ), y otra por el par de nodos 38 y 39 (lógicamente,  $d = 1$ ), y luego existen 17 nodos que se encuentran aislados ( $d = 0$ ).

Asimismo, en el Cuadro 1, se muestran el grado promedio  $\langle k \rangle$ , el grado máximo  $k_{\text{máx}}$ , el nodo con grado máximo, y el coeficiente de *clustering* promedio  $C = \langle C_i \rangle$ . Tanto el grado promedio como el coeficiente de clustering arrojaron valores mayores para la componente gigante que para el grafo en su totalidad. El

grado máximo es igual a 30 (lógicamente, el valor es independiente de si tratamos el grafo en su totalidad o sólo la componente gigante), y se corresponde con el nodo número 0, correspondiente a la región Precentral izquierda.

parámetro	$G$	$G_{\text{gigante}}$
$d$	-	3.89
eff	0.245	0.388
$\langle k \rangle$	9.21	11.5
$k_{\text{máx}}$	30	30
nodo <sub><math>k_{\text{máx}}</math></sub>	0	0
$\langle C_i \rangle$	0.527	0.646

Cuadro 1: Valores de los parámetros para el grafo  $G$  en su totalidad y para la componente gigante  $G_{\text{gigante}}$ .

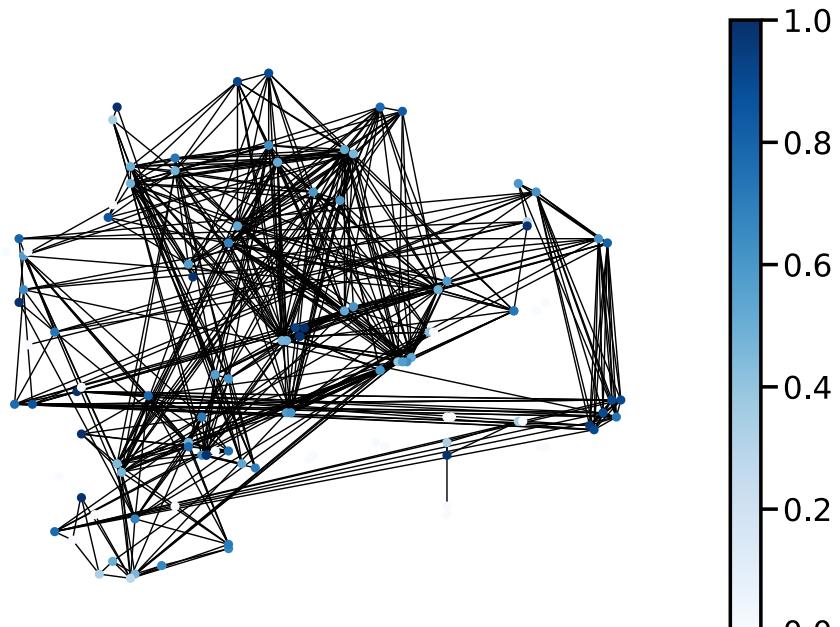
### 1.3. Coeficiente de *clustering* y distribución de grado

Seguidamente, en la Figura 3, se muestra la visualización del grafo y de la componente gigante ubicando los nodos según sus coordenadas cerebrales y coloreando cada nodo según su coeficiente de *clustering*. En el caso del grafo completo se observan los nodos aislados con  $C_i$  nulo.

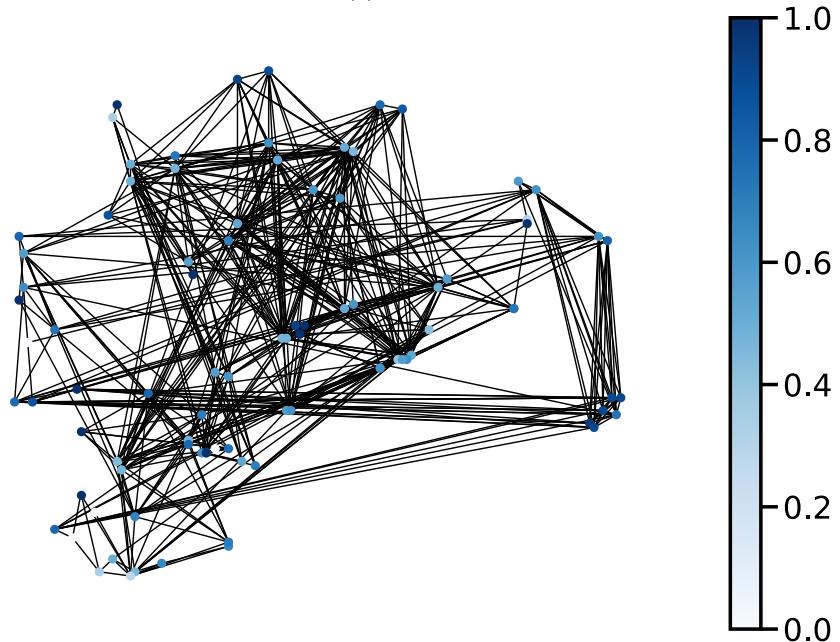
Por último, se graficó la distribución de grado del grafo (Figura 4) para el grafo completo y para la componente gigante. Las distribuciones son similares, salvo por el hecho de que en el grafo completo es más probable encontrar un nodo con grado nulo, consistente con el análisis previo, que mostraba 17 componentes integradas por nodos aislados.

## Referencias

- [1] Enzo Tagliazucchi y col. “Large-scale brain functional modularity is reflected in slow electroencephalographic rhythms across the human non-rapid eye movement sleep cycle”. En: *Neuroimage* 70 (2013), págs. 327-339.
- [2] Nathalie Tzourio-Mazoyer y col. “Automated anatomical labeling of activations in SPM using a macroscopic anatomical parcellation of the MNI MRI single-subject brain”. En: *Neuroimage* 15.1 (2002), págs. 273-289.

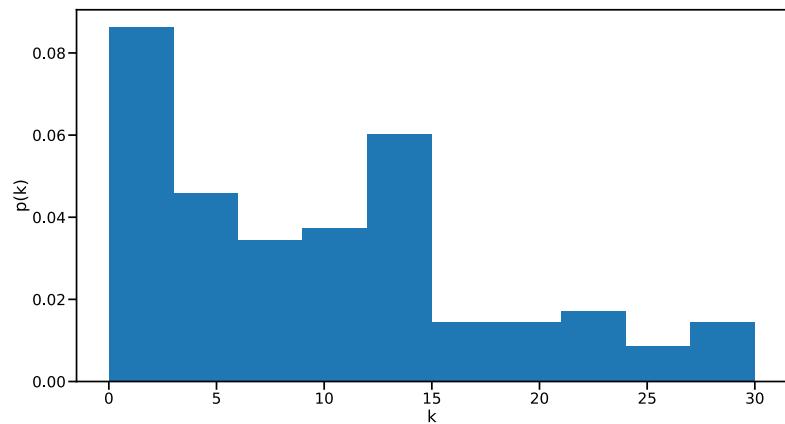


(a) Grafo  $G$

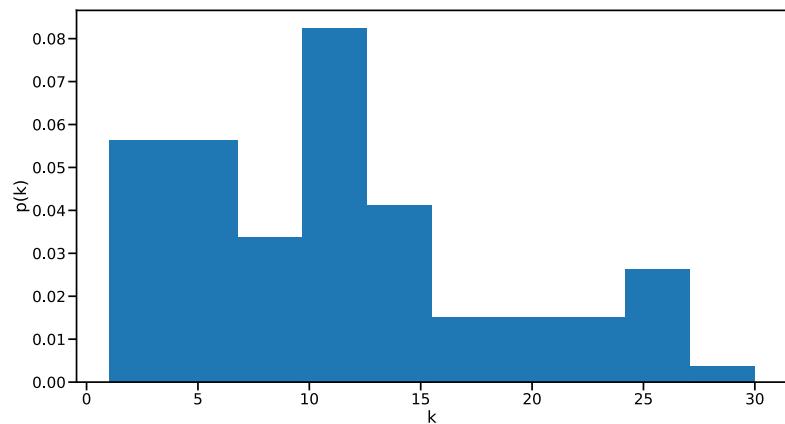


(b) Componente gigante  $G_{\text{gigante}}$

Figura 3: Visualización del grafo (a) y de la componente gigante (b) ubicando los nodos según sus coordenadas cerebrales y coloreados según su coeficiente de clustering  $C_i$ .



(a) Grafo  $G$



(b) Componente gigante  $G_{\text{gigante}}$

Figura 4: Distribución de grado del grafo (a) y de la componente gigante (b) (histograma normalizado).