



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Estructura y dinámica en la actividad cerebral: el Parkinson como una enfermedad de red cerebral

Descripción general (resumen y metodología):

La actividad cerebral puede ser estudiada desde el punto de vista de la física estadística como un fenómeno emergente en un sistema complejo (el cerebro) formado por multitud de componentes microscópicos (las neuronas) que interactúan por medio de conexiones (sinapsis). La simulación de la actividad cerebral mediante p.ej. modelos sencillos de osciladores acoplados sobre el conectoma (la red que describe las conexiones a larga distancia en el cerebro) permite estudiar in silico la actividad emergente bajo distintas condiciones. Esta descripción ha producido nuevos puntos de vista en el estudio de la actividad cerebral normal y en casos de enfermedad como, por ejemplo, el Alzheimer o el Parkinson [1]. En este trabajo se considerará, en concreto, el papel de la red subyacente y del balance entre interacciones excitadoras e inhibitoras (una propiedad fundamental de las redes cerebrales sanas) [2] en la emergencia de patrones espacio-temporales de actividad concretos. Para ello, se utilizarán técnicas novedosas de análisis de actividad basadas en la física estadística y teoría de redes [3].

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

1. Simular un modelo de osciladores acoplados sobre el conectoma humano (y/o redes generadas in silico que capturen propiedades relevantes del conectoma), incluyendo de forma explícita el balance entre excitación e inhibición.
2. Estudiar la dinámica de patrones espacio-temporales emergentes a frecuencias concretas, como, por ejemplo, la frecuencia característica de los osciladores individuales, o frecuencias globales del sistema, en función de los parámetros de control del sistema, p.ej. el balance entre excitación e inhibición o la topología subyacente. El estudio de estos patrones se hará a través del método de frequency-dependent principal component análisis, recientemente propuesto [3], y que permite descomponer la dinámica del sistema a una frecuencia dada en modos dinámicos.
3. Analizar cómo los modos (o pathways) dominantes de propagación de la información cambian en función de los parámetros de la red. En concreto, se podrán considerar por ejemplo los cambios de la red asociados con el Alzheimer y/o el Parkinson.

Bibliografía básica:

1. Stam, Cornelis J. "Modern network science of neurological disorders." *Nature Reviews Neuroscience* 15.10 (2014): 683-695.
2. Diachenko, Marina, et al. "Functional excitation-inhibition ratio indicates near-critical oscillations across frequencies." *Imaging Neuroscience* 2 (2024): 1-17.
3. Calvo, Rubén, et al. "Frequency-Dependent Covariance Reveals Critical Spatiotemporal Patterns of Synchronized Activity in the Human Brain." *Physical Review Letters* 133.20 (2024): 208401.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: ANA PAULA MILLAN VIDAL

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA

Correo electrónico: apmillan@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: SERENA DI SANTO

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA

Correo electrónico: serenadisanto@ugr.es

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: MARIA DE LOS ANGEL LARA CONSUEGRA

Correo electrónico: mlarcon2006@correo.ugr.es