UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2024/2025

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-170-2024/2025

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Efectos de la no-normalidad (no-hermiticidad) de la dinámica de redes neuronales

Descripción general (resumen y metodología):

En este trabajo de TFG se propone de estudiar la dinámica de redes neuronales biológicas en el marco de la hipótesis que el cerebro trabaja cerca de un punto de transición de fase. Para ello el/la estudiante deberá desarrollar algoritmos de simulación de sistema de ecuaciones estocásticas como el algoritmo de Gillespie.

El/La estudiante aprenderá conceptos básicos de modelado de redes neuronales (modelos de Wilson-Cowan con balance entre excitación y inhibición), así como a analizarlos y simularlos en el ordenador, identificar sus regímenes dinámicos y calcular y analizar observables relevantes tales como la estadística de los patrones espacio-temporales producidos por la red. Al analizar la dinámica de campo medio, aprenderá las herramientas matemáticas para estudiar regímenes no-normales y reactivos, donde aparece la fenomenología observada en diversos experimentos en neurociencia.

Además la/el estudiante aprenderá a redactar un texto de carácter científico, y a presentar sus resultados con precisión, claridad y consistencia.

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

Objetivos planteados:

El objetivo del proyecto es de aplicar métodos matemáticos al estudio de dinámicas neuronales incluyendo neuronas tantos excitadoras como inhibidoras, con estocasticidad intrinseca. Se estudiará tanto analítica como computacionalmente la dinámica de dichas redes neuronales, y se caracterizarán los patrones espacio-temporales de actividad. En particular, se prestará especial atención al hecho de que las matrices de estabilidad lineal son no-normales (no-hermíticas) y a cómo esta propiedad afecta a la fenomenología del sistema. Opcionalmente se estudiará la estabilidad lineal de sistemas con las 3 principales subclases de neuronas inhibitorias.

Bibliografía básica:

(1) Benayoun M, Cowan JD, van Drongelen W, Wallace E (2010) Avalanches in a Stochastic Model of Spiking Neurons. PLOS Computational Biology 6(7): e1000846.

(2) Di Santo S, Villegas P, Burioni R, Muñoz MA (2018) Non-normality, reactivity and intrinsic stochasticity in neural dynamics: a non-equilibrium potential approach. Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment 2018 (7), 073402

(3) Murphy BK, Miller KD (2009) Balanced amplification: a new mechanism of selective amplification of neural activity patterns 2009 - Neuron 61 (4), 635-648

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: SERENA DI SANTO

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA

Correo electrónico: serenadisanto@ugr.es

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

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

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: JAIME HECTOR LACUESTA GARCIA

Correo electrónico: jaimelacuesta@correo.ugr.es