UNIVERSITÀ DI PISA

COMPLEX SYSTEMS - NEURAL DYNAMICS / SISTEMI COMPLESSI - DINAMICHE NEURALI

ENRICO CATALDO

Academic year	2023/24
Course	FISICA
Code	279BB
Credits	9

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
SISTEMI COMPLESSI - DINAMICHE NEURALI	FIS/03	LEZIONI	54	ENRICO CATALDO

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Lo studente che completerà con successo il corso avrà una solida conoscenza dei modelli matematici, analitici e computazionali utilizzati per descrivere processi neuronali, che vanno dalla scala spaziale subcellulare a quella dell'intero sistema nervoso, al fine di cercare di comprendere alcuni meccanismi sottostanti la percezione, il movimento, l'apprendimento e la memoria. Gli strumenti matematici utilizzati comprendono: equazioni differenziali ordinarie e alle derivate parziali, deterministiche e stocastiche e loro soluzioni numeriche; metodi qualitativi per lo studio dei sistemi dinamici non lineari nel piano delle fasi e analisi di biforcazione; analisi dei segnali neuronali con metodi statistici e stocastici; elementi di teoria della informazione; elementi di graph theory; studio di fenomeni di auto-organizzazione e criticality; studio di fenomeni di sincronizzazione.

Modalità di verifica delle conoscenze

Esame orale finale

Indicazioni metodologiche

Modalità: in presenza
Attività didattiche: lezioni

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Introduzione alla Neurobiologia e agli Argomenti del Corso. Proprietà Elettriche della Membrana Neurale. Cable Equation. Modello di Hodgkin-Huxley. Dendriti. Sinapsi. Varietà dei Canali Ionici. Modelli Neurali Ridotti - Modelli Integrate and Fire - Modelli di Izhikevich. Introduzione alla Dinamica Nonlineare. Propagazione dei Potenziali di Azione. Introduzione ai Processi Stocastici. Processi Stocastici nelle Neuroscienze: Statistica dei treni di spikes – Input-noise. Canali Ionici Attivi: Modelli di Markov con Schemi Cinetici Deterministici. Processi Stocastici nelle Neuroscienze: Ionic Channel Noise; Alcuni Esempi. Intracellular Signaling Pathways. Neural Networks: Diversi Approcci. Esempi Large-Scale Conductance-Based e I&F. Attività in Popolazioni Neurali Omogenee ed Eterogenee. Popolazioni Neuronali: Equazioni di Continuità e di Fokker-Planck. Graph-Theory e Connettomica. Decision-Making. Memoria. Neurodinamica

Introduzione alla Analisi dei Networks: Segnali con Brevi Intermittenza Complessa. Complessità Indotta dalla Intermittenza. Sperimentali. Non lineare dai Dati Signal Processing Classico ed

Bibliografia e materiale didattico

Alcuni testi di riferimento:
Ermentrout G B, Terman D H. Mathematical Foundations of Neuroscience, 2010
Gerstner W, Kistler W M, Naud R, Paninsky L. Neuronal Dynamics – From Single Neurons to Networks and Models of Cognition. Cambridge University Press, 2014.
Sterratt D, Graham B, Gillies A, Willshaw D. Principles of Computational Modelling in Neuroscience. Cambridge University Press, 2011.
Gabbiani F, Cox S J. Mathematics for Neuroscientists. Academic Press, 2010.
Dayan P, Abbott L F. Theoretical Neuroscience – Computational and Mathematical Modeling of Neural Systems. The MIT Press, 2001.
Durante il corso saranno indicati diversi articoli e pubblicazioni scientifiche sugli argomenti trattati.

Modalità d'esame

Esame orale finale

Ultimo aggiornamento 04/09/2023 09:52