

Universidade de São Paulo
Instituto de Física de São Carlos

XIV Semana Integrada do Instituto de
Física de São Carlos

Livro de Resumos da Pós-Graduação

São Carlos
2024

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço de Informação do IFSC

Semana Integrada do Instituto de Física de São Carlos
(13: 21-25 ago.: 2023: São Carlos, SP.)

Livro de resumos da XIII Semana Integrada do Instituto de
Física de São Carlos – Universidade de São Paulo / Organizado
por Adonai Hilário da Silva [et al.]. São Carlos: IFSC, 2023.
358p.

Texto em português.

1.Física. I. Silva, Adonai Hilário da, org. II. Título.

ISSN: 2965-7679

131

Influência de características topológicas na dinâmica de redes neurais

TRAVIESO, Gonzalo¹; OLIVEIRA, Maria Vithória¹; PERON, Thomas Kauê Dal'Maso²

maria.oliveira@ifsc.usp.br

¹Instituto de Física de São Carlos - USP; ²Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - USP

O estudo das propriedades dinâmicas das redes neurais demanda a definição precisa das conexões entre neurônios, representadas por uma matriz sináptica, e a aplicação de um modelo dinâmico que descreva o funcionamento desses neurônios. Para uma representação das redes neurais, a matriz de conexões deve aderir à lei de Dale, classificando os neurônios como excitatórios ou inibitórios (1), e exibir características de esparsidade. Embora haja numerosos estudos sobre dinâmicas em redes neurais na literatura, eles empregam diferentes modelos, o que dificulta a comparação entre os resultados obtidos. Alguns modelos utilizam matrizes densas, com ou sem consideração à lei de Dale, enquanto outros adotam matrizes esparsas, contemplando várias formas de esparsidade e intensidade nas conexões. Além disso, raramente consideram quaisquer características topológicas da rede de conexões. Adicionalmente, distintos modelos dinâmicos para os neurônios são empregados em cada estudo. O objetivo deste estudo é analisar o impacto da esparsidade, da heterogeneidade e de outras características topológicas como modularidade, assortatividade de graus e formação de triângulos nas conexões neurais, utilizando um mesmo modelo dinâmico para permitir uma comparação direta dos resultados com base nas características das conexões. Para alcançar esse objetivo, realizamos simulações numéricas, eliminando a necessidade de simplificações frequentemente empregadas na literatura. O uso de um mesmo modelo dinâmico em todos os casos permitirá realizar uma comparação direta do efeito de características específicas da rede de conexões. Inicialmente, foi realizada a simulação de um modelo da dinâmica de taxa de disparos de neurônios, introduzido por Sompolinsky (2), que consiste em uma equação diferencial $\frac{dx}{dt} = -(I - W) \tanh(x)$, onde W é a matriz de conexão sináptica, I é a matriz identidade $N \times N$ e x é um vetor definido como um campo local associado ao neurônio. Neste contexto, os elementos da matriz W são sorteados de forma independente com distribuição normal de média 0 e variância igual a σ^2/N . O objetivo do trabalho neste momento é comparar o impacto de σ no comportamento dos neurônios. Para tal, foram avaliados três cenários: $\sigma < 1$, $\sigma = 1$ e $\sigma > 1$. Foram realizados 30 experimentos independentes para cada cenário, por meio de simulações computacionais, verificando comportamento de 200 neurônios durante 10.000 instantes de tempo. Como forma de simplificar a avaliação das séries temporais, sem precisar observar cada um dos neurônios x_i individualmente, foi calculada a amplitude normalizada entre todos os neurônios $E(t) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^N y_i(t)^2}$, onde $y_i(t) = \tanh(x_i(t))$. Para $\sigma = 0.8$, E converge para 0.0 em todos os 30 experimentos, sendo uma condição de estabilidade. Para $\sigma = 1$ o comportamento de E não é homogêneo para todos os experimentos, pois alguns deles convergem para 0.0, outros convergem para valores maiores que 0.0, e outros não convergem. Para $\sigma = 1.2$, E não converge para 0.0 em nenhum dos experimentos, e sim para valores maiores que 0.0 ou não converge. Posteriormente serão realizadas outras avaliações das séries temporais resultantes, como sua classificação por meio dos coeficientes de Hurst e Lyapunov. Os presentes estudos com matrizes densas

servirão de comparação para experimentos utilizando matrizes esparsas.

Palavras-chave: Características topológicas; Modelo neural; Modelo de taxa de disparos.

Agência de fomento: Sem auxílio

Referências:

- 1 SRDJAN, O. Two types of asynchronous activity in networks of excitatory and inhibitory spiking neurons. **Nature Neuroscience**, v.17, n.4, p.594–600, 2014.
- 2 SAMPOLINSKY, H.; CRISANTI, A.; SOMMERS, H. J. Chaos in Random neural networks. **Physical Review Letters**, v. 61, n.3, p.259–262, 1988.