

MODELAGEM DO EFEITO DO RUÍDO NA TRANSFERÊNCIA DE INFORMAÇÃO ENTRE NEURÔNIOS E SUA ANÁLISE POR FERRAMENTAS FÍSICO-ESTATÍSTICAS

SUZIELLI MARTINS MENDONÇA¹; THIAGO FONSECA ALVES FRANÇA²;
EVERALDO ARASHIRO³

¹*Instituto de Matemática, Física e Estatística (IMEF - FURG)* – suziellim@gmail.com

²*Instituto de Ciências Biológicas (ICB - FURG)* – tfafranca@furg.br

³*Instituto de Matemática, Física e Estatística (IMEF - FURG)* –

everaldoarashiro@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O sistema nervoso atua processando e integrando informações a respeito do ambiente externo e interno dos animais, e usando essas informações para dar origem a comportamentos que auxiliam o animal a atingir seus objetivos e suprir suas necessidades. O funcionamento deste sistema exige constante transmissão de informação entre neurônios, as principais células (e unidades computacionais) do sistema nervoso. Por meio de variações no potencial de membrana os neurônios são capazes de conduzir impulsos elétricos, e essa capacidade permite a transferência de informação entre diferentes neurônios (KANDELL et. Al., 2013).

A transferência de informação entre os neurônios é suscetível a variações no equilíbrio entre excitação e inibição destes, e perturbações no ponto ideal deste equilíbrio podem corromper a informação a ser passada de um neurônio para outro devido à adição de ruídos ao sinal de transmissão. Com isso, está sendo implementado um modelo estocástico para a investigação por meio de ferramentas da física estatística, questões relacionadas à perda de informação de um sinal transmitido entre neurônios com a adição de um ruído. Este modelo tem possíveis aplicações para a pesquisa em diversas áreas da fisiologia e patologia do sistema nervoso central.

2. METODOLOGIA

Está sendo desenvolvido um modelo multiagentes implementado por meio de autômatos celulares estocásticos, que descreve o processo de inibição e excitação dos neurônios com e sem a presença de ruídos na linguagem de programação Fortran.

Autômatos celulares (CA) são modelos matemáticos simples (WOLFRAM, 1994) que permitem a modelagem computacional detalhada de vários sistemas, e são utilizados no estudo de uma vasta gama de sistemas complexos e aplicações em diversas áreas, tais como física, engenharias, química, medicina, biologia, ecologia, entre outras.

Como a física estatística trata sistemas com grande número de componentes, não é surpresa então que o corpo de técnicas e ferramentas desenvolvidas ao longo dos últimos séculos por ela esteja cada vez mais sendo aplicados em áreas além da física propriamente

dita, mas também em ciências sociais (ARASHIRO et Al., 2013), materiais (FERNANDES et Al., 2016), biologia e ecologia (ARASHIRO et Al., 2008). Portanto, também é ideal para tratarmos os problemas relacionados ao efeito de ruídos na transferência de informação entre neurônios.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi feito um modelo simples em Fortran que descreve a excitação ou inibição de neurônios frente a presença e a ausência de ruídos. Os sinais serão modelados usando uma onda para representar o potencial de membrana desse neurônio. O sinal transmitido pelo neurônio em questão consiste na porção da onda que está acima de um determinado limiar que representa o potencial de membrana acima do qual o disparo de um potencial de ação tem alta probabilidade. Por meio da adição de ruído à curva original (isto é, a adição de uma onda que irá interferir com a onda original) é possível avaliar o efeito do ruído no sinal transmitido. Especificamente, comparando o sinal enviado nas situações com e sem ruído é possível quantificar o quanto de informação foi perdida. Na Figura 1, temos o sinal sem a presença de ruídos. Na Figura 2, temos a ilustração do sinal com a presença dos ruídos. Nas Figuras 3 e 4 temos, respectivamente, os limiares de excitação dos neurônios sem e com a presença dos ruídos. O ruído no modelo representa um desequilíbrio entre excitação e inibição dos neurônios, com um aumento na sua excitabilidade. Este ruído representado na figura causado pelo aumento na excitabilidade dos neurônios corrompeu a informação transmitida de um neurônio para outro, pois um neurônio que não deveria ter disparado em um certo tempo acabou disparado abaixo do seu limiar de resposta. Essa perda de informação pode resultar na geração de comportamentos não-adaptativos.

Figura 1: Sinal

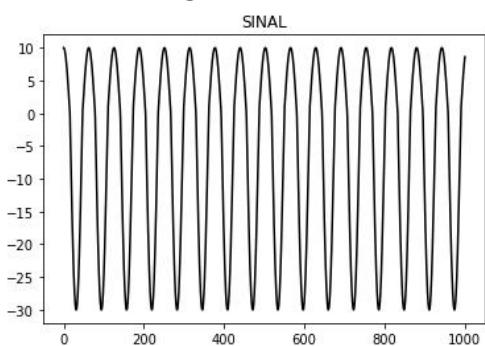


Figura 2: Sinal e ruídos

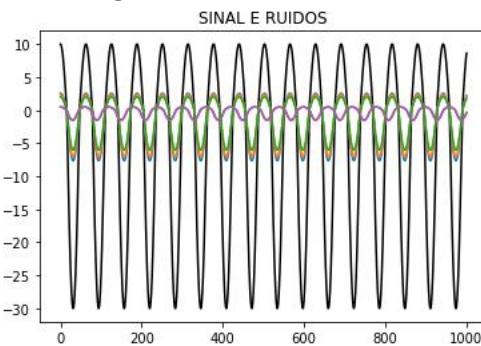
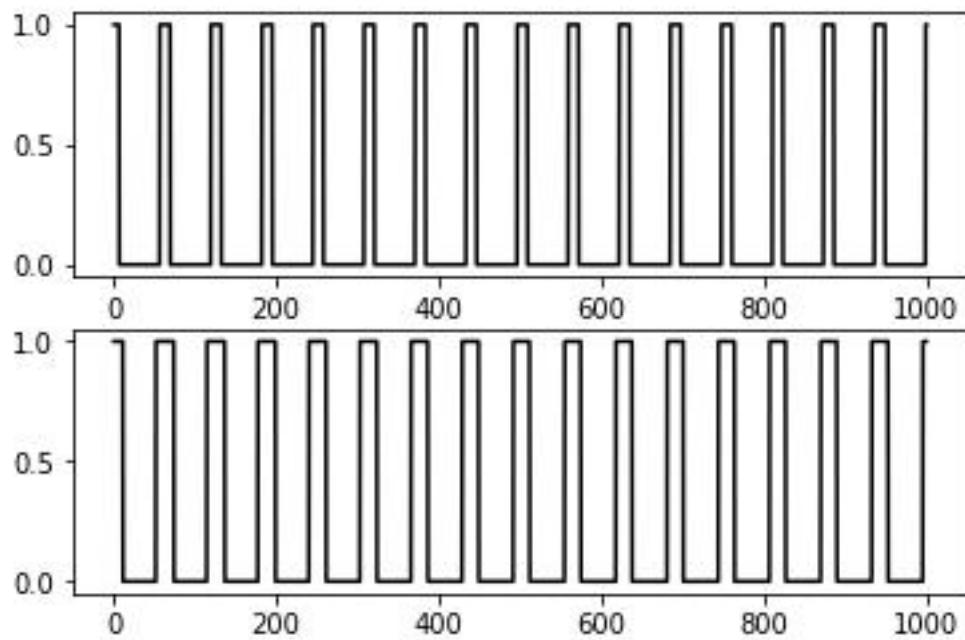


Figura 3: Limiar do sinal (figura superior) e limiar do sinal com os ruídos (figura inferior).



É importante salientar que este é um modelo preliminar e ainda em construção.

4. CONCLUSÕES

Podemos concluir os ruídos provenientes da maior excitabilidade neuronal ocasionam perda de informação na transmissão de um neurônio para outro. Esta perda pode ter consequências sérias para o funcionamento do cérebro, pois informações incorretas podem levar o cérebro a gerar comportamentos não-adaptativos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARASHIRO, E; RODRIGUES, A. L.; TOMÉ, T. Time correlation function in systems with no coexisting biological species. **Physical Review. E**, 77, 2008.

ARASHIRO, E; SANTANTA, J. S.; SILVA, J; PINHEIRO, F. S.; SILVA, C. Stochastic simulation of people moving in confined spaces. **Dynamics days Europe**, Madrid Book p.116, 2013.

FERNANDES, H. A.; SILVA, R.; SANTOS, E. D.; GOMES, P. F.; ARASHIRO, E. Alternative method to characterize continuous and discontinuous phase transitions in surface reaction models. **Physical Review. E**, 94, 2016.

KANDEL, E. R; BARRES, A. B.; HUDSPETH, A. J. Nerve cells, neural circuitry and behavior. In **Principles of Neural Science**, 5^a Ed., Mc Graw Hill, p.21-38, 2013.

WOLFRAM, S. Cellular Automata and Complexity: In **Collected Papers**, First Printing Editions, Westview Press, 1994.