XXX Encontro Anual de Iniciação Científica
VII Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior
eaic 2021

SUPRESSÃO DE SINCRONIZAÇÃO NEURONAL DEVIDO A PERTURBAÇÃO EXTERNA

Evandro Giovane Seifert (PIBIC), Antonio Marcos Batista (Orientador), e-mail: antoniomarcosbatista@gmail.com.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Matemática e Estatística.

Física e Física Geral

Palavras-Chave: *Neurônio, equação diferencial estocástica, ruído, disparos neuronais.*

Resumo

Cérebro humano é composto por bilhões de neurônios que estão conectados entre si. Neste trabalho estudamos dois neurônios acoplados onde incluiremos uma perturbação externa descrita por um processo estocástico. Para isso utilizou-se o modelo que descreve a atividade neuronal o integra-e-dispara exponencial com adaptação, o qual é descrito por duas equações diferencias ordinárias. É observado as mudanças causas em cada um dos diferentes valores de acoplamento e de perturbação.

Introdução

O neurônio é a célula do sistema nervoso responsável pelo recebimento, integração e transmissão dos impulsos nervosos. Deste modo, funções cognitivas e motoras, são realizadas pelos neurônios [1][2]. A atividade neuronal é representada por uma mudança na diferença de potencial da membrana neuronal, que passa de um valor negativo para positivo em um curto período de tempo, formando um disparo.

Um dos primeiro modelos neuronais que se tem conhecimento foi proposto por Louis Lapicque em 1907, o integra-e-dispara [3].

Material e Métodos

Realizando as simulações com o modelo adaptativo exponencial integra-e-dispara para dois neurônios, descrito pelas seguintes equações:

$$C_m \frac{dV_i}{dt} = -g_L(V_i - E_L) + g_L \Delta_T exp\left(\frac{V_i - V_T}{\Delta_T}\right) + I_i - w_i + \Gamma_i + \mathrm{M}, \quad (1)$$

$$\tau_w \frac{dw_i}{dt} = a_i(V_i - E_L) - w_i, \quad (2)$$

Consideramos a corrente injetável I_i para cada neurônio. A aplicação dessa corrente constante permite que os neurônios mudem seus potenciais de repousos para picos. Quando o potencial de membrana do neurônio i está acima do limiar $V_i > V_T$ [4], a variável de estado é atualizada para

$$V_i \to V_r = -58\mathrm{mV}, \quad (3)$$

A aplicação do ruído é representada pelo termo $\Gamma(t) = \sigma \psi(t)$, onde σ é a intensidade do ruído. Para realizar a integração da equação diferencial na presença de ruído utilizou-se o método de Euler-Maruyama com passo de integração h=0.001ms. Euler-Maruyama é um método numérico para solução equações diferencias estocásticas.

O valor do acoplamento é representado por $M = \varepsilon(V_2 - V_1)$, onde ε é o valor do ruído, V_1 e V_2 são valores de potencial de cada neurônio. A sincronização ε de valores 0,06 e 0,1 usadas na simulação ditam o ritmo em que os disparos estão acoplados.

Resultados e Discussão

Utilizando o modelo proposto, obteve-se os gráficos da Figura 1.

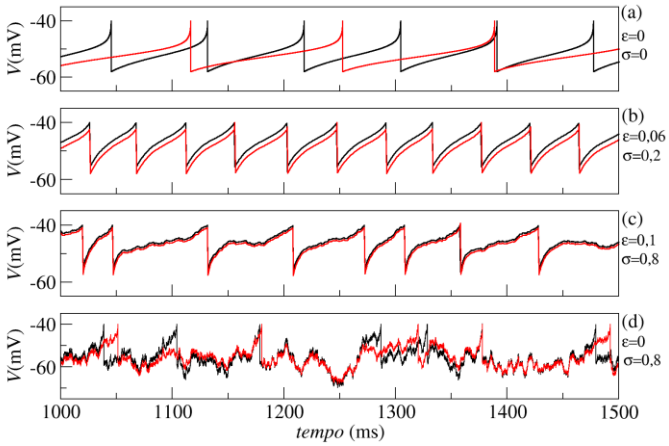


Figura 1. A figura 1 (a) dois neurônios sem acoplamento e sem ruído. Figura 1 (b) acoplamento $\varepsilon = 0{,}06$ e ruído $\sigma = 0{,}2$. Figura (c) acoplamento $\varepsilon = 0{,}1$ e $\sigma = 0{,}8$. Figura (d) sem acoplamento e ruído $\sigma = 0{,}8$. Fonte autor.

A Figura 1(a) mostra que os dois neurônios são independentes, com o acoplamento da Figura (b) os neurônios disparam simultaneamente e a produção de disparos aumenta, mesmo com um pequeno valor de ruído, não interferindo no tipo de padrão de disparo. A Figura 1(c) apresenta um valor de acoplamento alto e uma intensidade de ruído elevada, o acoplamento permanece, mas o padrão de disparos é afetado, tornando um padrão irregular. A Figura (d) mostra como a falta do acoplamento gera hiperpolarizações dificultando na produção de disparos.

Conclusão ou Conclusões

O modelo proposto neste trabalho descreve o potencial de membrana quando uma corrente é injetada. Quando os neurônios não estão acoplados e é aplicado o ruído, o numero de disparos reduz, mas se estão acoplados é observado o aumento no numero de disparos, e quando uma perturbação é incluída os números de disparos não se alteram. O acoplamento torna o sistema robusto.

Agradecimentos

Este estudo foi possível devido ao apoio da CAPES e CNPq (128287/2020-9).

[1] LENT, R. 100 Bilhões de Neurônios? Conceitos Fundamentais de Neurociência . 2. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 848 p, 2010.

[2] BERNE, Robert M.; LEVY, Matthew N.; KOEPPEN, Bruce M. Berne & Levy physiology. Elsevier Brasil, 2008.

[3] ABBOTT, Larry F. Lapicque's introduction of the integrate-and-fire model neuron (1907). Brain research bulletin , v. 50, n. 5-6, p. 303-304, 1999.

[4] NAUD, Richard et al. Firing patterns in the adaptive exponential integrate-and-fire model. **Biological cybernetics**, v. 99, n. 4-5, p. 335, 2008.