

Simulações Analógicas e Modelos Neuronais.

Luís Francisco Pinotti (IC), Romis Ribeiro de Faissol Attux (PQ).

Resumo

Neste projeto, busca-se analisar o processo de simulação analógica de modelos neuronais por três caminhos distintos: implementação baseada numa máquina digital, utilização de um circuito analógico e utilização de uma placa FPA. Deseja-se comparar esses três paradigmas no contexto do modelo de Fitzhugh-Nagumo, em regimes dinâmicos periódicos e caóticos.

Palavras Chave: Simulação analógica, modelos neuronais, sistemas dinâmicos.

Introdução

A análise computacional dos mecanismos subjacentes ao funcionamento do sistema nervoso dá origem a um campo de pesquisa que é de grande relevância. Um ponto central nesse contexto é a busca por uma compreensão sólida da operação do neurônio biológico e do processo pelo qual ele codifica e processa informação². Busca-se, neste trabalho, realizar uma investigação de diferentes paradigmas de computação analógica no estudo de modelos neuronais a partir do modelo de Fitzhugh-Nagumo¹. Esse modelo busca representar alguns aspectos fundamentais da dinâmica da geração de potenciais elétricos na membrana de um neurônio.

Resultados e Discussão

A base da investigação foi o modelo de Fitzhugh-Nagumo¹, composto pelas seguintes equações, as quais emulam o potencial de membrana e a refratariedade de um neurônio:

$$\frac{dV}{dt} = V - \frac{V^3}{3} - W + I(t)$$

$$\frac{dW}{dt} = c(V + a - bW)$$

onde V e W são variáveis de estado, $I(t)$ é uma entrada externa e a , b , c são constantes.

O modelo foi analisado de perspectivas diferentes, através de simulações digitais conduzidas em ambiente MATLAB e realizando a simulação analógica por meio de um circuito analógico construído e caracterizado pelo grupo de pesquisa³. A implementação em FPA está em andamento.

Para a obtenção de diferentes estados dinâmicos porém semelhantes do ponto de vista da simulação analógica e digital, foi variada a corrente introduzida no sistema $I(t)$. Não houve preocupação para que essa corrente fosse

idêntica nas simulações, uma vez que o objetivo do estudo é qualitativo e não quantitativo.

O modelo foi analisado em regimes periódicos (ciclos limite) e regimes caóticos. As Figuras 1 e 2 mostram um exemplo de ciclo limite gerado em MATLAB e um ciclo análogo gerado pelo circuito.

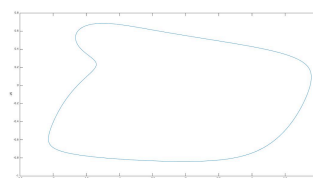


Figura 1. Ciclo limite gerado em MATLAB.



Figura 2. Ciclo limite gerado pelo circuito.

Conclusões

No presente trabalho, foi possível realizar uma série de medidas sobre um circuito analógico e verificar que comportamentos emergiam de maneira análoga ao que foi visto para a simulação em computador. Isso mostra que o circuito operava de maneira consistente e abre a perspectiva de que, com uma metodologia mais desenvolvida, o circuito possa ser usado de diversas formas para o estudo de fenômenos neuronais. Uma perspectiva é também o uso de FPAs, que está sendo tentado.

Agradecimentos

Agradece-se ao PIBIC / CNPq pelo apoio financeiro e aos pesquisadores do DSPCom.

¹ FITZHUGH, R. Impulses and Physiological States in Theoretical Models of Nerve Membrane. *Biophysical Journal*, Estados Unidos, vol. 1, no. 6, p.445-466, 1961.

² KOCH, C. *Biophysics of Computation*. Londres: Oxford University Press, 2004. 588p.

³ SORIANO, D. C.; MACHADO, M. L.; NADALIN, E. Z.; SUYAMA, R.; ATTUX, R.; CAJUEIRO, J. P.; ROMANO, J. M. Proposal and analysis of a Fitzhugh-Nagumo neuronal circuit. *Proceedings of Third IFAC Conference on Analysis and Control of Chaotic Systems*. No prelo.