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

CARACTERIZAÇÃO DOS DISPAROS NEURONAIS NO MODELO INTEGRA-E-DISPARA.

Diogo Leonai Marques de Souza (FA), Antonio Marcos Batista (Orientador), e-mail: antoniomarcosbatista@gmail.com.

Universidade Estadual de Ponta Grossa, departamento de matemática e estatística.

Ciências Exatas e da Terra, Física Geral.

Palavras-Chave: *Neurônio, padrões de disparo, potencial da membrana.*

Resumo

No presente trabalho estudamos o modelo neuronal integra-dispara exponencial com adaptação (IDEA), sob a ação de uma corrente constante. Observamos que com a variação de dois parâmetros é possível identificar diferentes padrões de disparos neuronais.

Introdução

O modelo neuronal IDEA, é um aprimoramento do modelo integra-dispara com vazamento (IDV) [1], por meio da adição de um termo exponencial de disparo e da corrente de adaptação neuronal [2]. O modelo IDEA é descrito por duas equações diferenciais, uma descrevendo o potencial da membrana (V_m) e outra a corrente de adaptação (w),

$$C_m \frac{dV_m}{dt} = -g_L(V - E_L) + g_L \Delta_{inc} exp(\frac{V_m - V_T}{\Delta_T}) - w + I \ , (1)$$

$$\tau_w \frac{dw}{dt} = a(V_m - V_R) - w \ , (2)$$

onde C_m é a capacitância da membrana, g_L é a condutância de vazamento, E_L é o potencial de repouso, Δ_{inc} é o fator de inclinação, V_T é o potencial limiar, I é a intensidade da corrente injetada, τ_w é a constante temporal de adaptação, a é a intensidade de adaptação sublimiar. Quando o potencial da membrana atinge um valor máximo ($V_{máx}$), é imposto as seguintes condições de reinício [2]:

$$V_m \rightarrow V_R \ , \qquad (3)$$

$$w \rightarrow w_r = w + b \ . \ (4)$$

Onde V_R é o potencial de reinício da membrana, w_r é a corrente de adaptação de reinício logo após o disparo e b é um incremento na corrente de adaptação w [2].

Material e Métodos

O comportamento neuronal é identificado a partir da variação do potencial da membrana, sua fase ascendente e logo em seguida sua fase descendente. Foi utilizado o método Runge-Kutta de 4ª ordem com passo de $h = 6\ ns$ para a realização das simulações. Nas simulações consideramos, $C_m = 200pF$, $g_L = 12{,}0\ nS$, $E_L = -70{,}0mV$, $\Delta_{inc} = 2{,}0mV$, $V_T = -50{,}0mV$, $I = 509{,}7pA$, $\tau_w = 300{,}0\ ms$, $a = 2{,}0nS$, e $V_{máx} = -20{,}0mV$. Variando apenas os parâmetros V_R e b.

Resultados e Discussão

Com as simulações do modelo IDEA, obtemos diferentes padrões de disparos figura (1), para diferentes combinações de V_R e b.

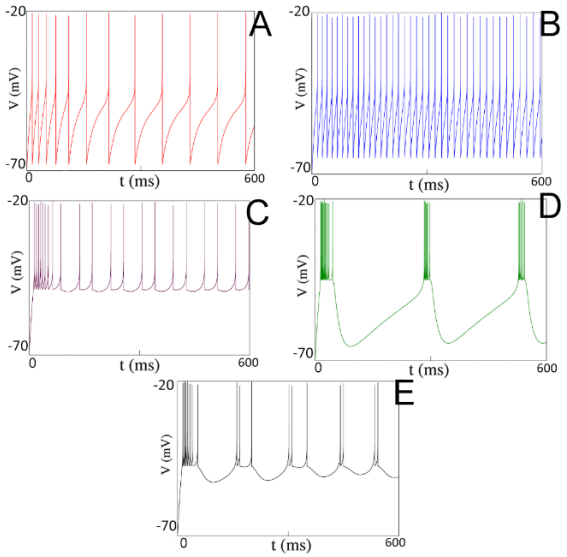


Figura 1. (A) Disparos com adaptação. (B) Disparos tônicos. (C) Rajada de disparo inicial. (D) Rajada de disparo regular. (E) Rajada de disparos irregulares.

(A) Disparos com adaptação, $V_R = -68{,}0mV$ e $b = 60{,}0\ pA$, o intervalo entre cada disparo vai aumentando, sob a aplicação de um estímulo constante. (B) Disparos tônicos, $V_R = -65{,}0mV$ e $b = 5{,}0\ pA$, possuem intervalos constantes entre cada disparo. (C) Rajada de disparo inicial, $V_R = -48{,}8mV$ e $b = 35{,}0\ pA$, a frequência de disparo é muito maior logo após o estímulo, doque em seu estado estacionário. (D) Rajada de disparos regulares, $V_R = -45{,}0mV$ e $b = 40{,}0\ pA$, o intervalo entre os disparos varia de maneira regular, enquanto o de (E) rajada irregular, $V_R = -47{,}4mV$ e $b = 41{,}2\ pA$, não.

Conclusão ou Conclusões

O modelo neuronal IDEA consegue reproduzir uma gama de diferentes tipos de disparos neuronais, com a variação de apenas dois parâmetros. Ele consegue simular com grande precisão a despolarização da membrana, devido ao seu termo exponencial, enquanto a repolarização depende dos termos de reinício.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Araucária.

[1] Gerstner, W.; Kistler, W.M.; Naud, R.; Paninski, L. Neuronal Dynamics: From Single Neurons to Networks and Models of Cognition. Cambridge University Press, 2014.

[2] Borges, F.S.; Protachevicz, P.R.; Lameu, E.L.; Bonetti, R.C.; Iarosz, K.C.; Caldas, I.L.; Baptista, M.S.; Batista, A.M. Synchronised firing patterns in a random network of adaptive exponential integrate-and-fire neuron model. Elsevier, 90, 1-7, 2017