Simulación de una cola en una biblioteca

Amanda Cordero Lezcano, Facultad de Matemática y Computación, Universidad de La Habana
Ernesto Alejandro Lopez Cadalso, Facultad de Matemática y Computación, Universidad de La Habana

December 3, 2024

Abstract

in progress

1 Introducción

El artículo "On a Voltage-Conductance Kinetic System for Integrate and Fire Neural Networks" de Benoît Perthame y Delphine Salort se centra en un modelo cinético que describe la dinámica de redes neuronales del tipo "integra y dispara". Este modelo es relevante en neurociencia, especialmente en el estudio de la corteza visual, y se basa en la ecuación de Fokker-Planck para describir la densidad de probabilidad de neuronas con diferentes potenciales de membrana y conductancias. La investigación aborda propiedades matemáticas del modelo, incluyendo la existencia y unicidad de soluciones, así como la estabilidad de estados estacionarios.

1.1 Estado del Arte

Los modelos de "integra y dispara" han sido ampliamente estudiados en el contexto de redes neuronales. Investigaciones anteriores han utilizado ecuaciones diferenciales para modelar el comportamiento neuronal, como los modelos de Hodgkin-Huxley y FitzHugh-Nagumo. Sin embargo, el enfoque cinético propuesto por Perthame y Salort introduce una dimensión adicional al considerar tanto el voltaje como la conductancia en un marco probabilístico. Este enfoque ha sido menos explorado teóricamente, lo que resalta la novedad del trabajo presentado.

2 Estudio del modelo

2.1 Interpretacion biologica

El modelo cinético propuesto describe cómo las neuronas responden a estímulos externos a través de cambios en su potencial de membrana y conductancia. La interacción entre el voltaje y la conductancia es crucial: el voltaje determina si una neurona alcanzará el umbral para disparar, mientras que la conductancia afecta la rapidez con que se producen estos cambios. Este ciclo dinámico es fundamental para entender cómo las neuronas se comunican dentro de una red.

2.2 Ecuacion sin interacciones

Si las neuronas no interactuaran, la ecuación cinética se simplificaría a un sistema donde cada neurona se comporta independientemente. En este caso, podríamos describir el comportamiento de una única neurona mediante una ecuación diferencial ordinaria que solo considere su potencial:

$$\frac{dV}{dt} = -g_L V + I_{ext} \tag{1}$$

donde I_{ext} representa una corriente externa constante.

2.3 Modelo con Neuronas Excitadoras e Inhibidoras

Para incluir tanto neuronas excitadoras como inhibidoras, podemos modificar el modelo original para incorporar un término que represente la inhibición. La nueva ecuación podría ser:

$$\frac{\partial}{\partial t}p(v,g,t)+\frac{\partial}{\partial v}\left[-g_L v + g(V_E - v) - g_I(V_I - v)\right]p(v,g,t) = 0 \tag{2}$$

donde G_I representa la conductancia inhibidora y V_I es el potencial de reversión inhibitorio.

2.4 Comportamiento de una neurona en el sistema

El comportamiento de una neurona en este sistema podría describirse mediante una ecuación que combine ambos tipos de conductancias:

$$\frac{dV}{dt} = -g_L V + g_E(V_E - V) - g_I(V_I - V) \tag{3}$$

Este modelo permite analizar cómo las interacciones excitadoras e inhibitoras afectan la actividad neuronal.

3 Simulaciones numericas

Las simulaciones numéricas se llevarán a cabo utilizando software como Python o MATLAB para explorar cómo los diferentes parámetros del modelo afectan el comportamiento neuronal. Se prestará especial atención a:

- Efecto del Umbral: Cómo varía la tasa de disparo al cambiar V_F.
- Conductancias: El impacto de diferentes valores para g_L, g_E, y g_I.
- Ruido Sináptico: Cómo influye $a(t)$ en la estabilidad del sistema.

Los resultados interesantes observados durante las simulaciones se documentarán e interpretarán para proporcionar una comprensión más profunda del modelo.

4 Resultados Teoricos

En esta sección se explorarán los resultados teóricos derivados del modelo propuesto. Se analizarán:

- Existencia y Unicidad: Se demostrará que existen soluciones positivas para el modelo bajo ciertas condiciones iniciales.
- Estabilidad: Se estudiarán los estados estacionarios y su estabilidad bajo variaciones en los parámetros.
- Propagación de Momentos: Se establecerán límites a priori que aseguren que la solución permanece acotada durante su evolución temporal.

Estos resultados son cruciales para validar teóricamente el modelo cinético propuesto y su comparación con modelos más simples.

5 Discusion y Conclusiones

En conclusión, este estudio proporciona un marco robusto para entender las dinámicas neuronales mediante un enfoque cinético. Las interacciones entre neuronas excitadoras e inhibitoras ofrecen un campo fértil para futuras investigaciones. Se sugieren trabajos futuros que podrían incluir:

Extensiones del modelo para incluir más tipos de neuronas. Análisis más detallados sobre cómo las redes neuronales pueden adaptarse a diferentes condiciones ambientales.

References

[1] García Sabater, J. P. (2015). *Teoría de Colas: Aplicando Teoría de Colas en Dirección de Operaciones*. Grupo ROGLE, Departamento de Organización de Empresas, Universidad Politécnica de Valencia.

[2] Tanenbaum, A. S., & Bos, H. (2014). *Modern Operating Systems* (4th ed.). Vrije Universiteit, Amsterdam, The Netherlands.