

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA



CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

Artículo sobre las SNN

Reporte de avances

Nombre del alumno:	Valeria Carrillo Cabrera
Profesor:	Dr. Edgar Alejandro Guerrero Arroyo
Título de la práctica:	"Notas"
Fecha:	25 de septiembre

1. Introducción: Intuición de las redes neuronales por impulso

- **Objetivo:** solo saborear lo que es una red por impulso y la motivación por la que es interesante el modelo. Mencionar ventajas sobre la NN. Aplicaciones famosas y llamativas en donde se han utilizado las SNN (1pags)

La prueba de lo que a continuación afirmo eres tú, ahora, leyendo este artículo de divulgación. Los humanos siempre hemos tenido curiosidad y asombro sobre el funcionamiento de nuestro cerebro por su misteriosa capacidad de almacenar recuerdos, tomar decisiones, recibir y procesar la información externa.

Los investigadores han dado su máximo para entender mejor este órgano prodigioso, y aunque es seguro que falta mucho por descubrir, en los últimos años hemos dado pasos gigantes hacia esa meta, casualmente uno de estos pasos es el título de este trabajo.

Las redes neuronales por impulso son un modelo que nos lleva al corazón de la realidad biológica del cerebro, pues están inspiradas en el proceso que justo sucede, cuando lees en particular una neurona recibe un estímulo que se propaga a través de su cuerpo, si es suficientemente fuerte, causa un cambio en su voltaje, a este proceso más tarde lo llamamos despolarización. Esto se debe a la apertura de canales que permiten la entrada a iones, generando energía local, esta energía activa la liberación de neurotransmisores que pasan el 'mensaje' a la siguiente neurona y si se reciben suficientes neurotransmisores se genera una señal eléctrica llamada potencial de acción, este proceso nos permite pensar, sentir y movernos.

- **IMAGEN:** Neurona como la del tutorial 2 de SNNpytorch con los nombres de las partes y los canales ionicos etc
- **Escribir esta idea con un lenguaje menos formal:**

Las redes neuronales artificiales (ANN) y las de impulso (SNN) modelan una amplia variedad de topologías de red. Sin embargo, mientras las redes tradicionales aplican una función de activación sigmoidea o ReLU a la suma de entradas, las SNN adoptan un enfoque en donde las entradas contribuyen al potencial de membrana, y cuando se alcanza un umbral, la neurona dispara un impulso.

2. Historia

- **Objetivo:** Mencionar los eventos interesantes detrás del desarrollo de las SNN. Hasta ahorita solo tengo 2 (.5 pags)

La mayoría de entradas que recibe una neurona vienen en ráfagas muy cortas de actividad eléctrica, por lo que es improbable que todos los impulsos lleguen al mismo tiempo, esto sugiere que hay procesos temporales que ayudan a mantener el voltaje de la membrana constante. Los procesos se los atribuimos a las investigaciones de Lapicque quien, en 1907, estimuló fibras nerviosas en el anca de una rana para observar cómo la duración y amplitud de la corriente afectaba la contracción muscular. El neurocientífico francés concluyó que estas dinámicas se asemejaban a un circuito de filtro de paso bajo, en español, esto significa que se permite el paso de señales de baja frecuencia mientras se atenúan o bloquean las de alta frecuencia.

Esta idea evolucionó a lo que hoy en día llaman Leaky integrate-and-fire model, el cual es una simplificación del modelo de neurona propuesto en 1952, por Hodgking y Huxley (1). Una simplificación era necesaria pues este trabajo fue un modelo complejo que desentrañó los mecanismos iónicos base de la generación y propagación de los potenciales de acción centrados en el axón gigante del calamar, (dato cultural: este axón mide alrededor de 0,5mm y controla parte del sistema de propulsión de agua en el calamar) como resultado de este avance a la comprensión de la fisiología neuronal fueron reconocidos con el *Premio Nobel de Fisiología o Medicina* en 1963.

- **IMAGEN (opcional):** Una imagen divertida con el año del evento: Estoy entre Lapicque con su rana o el calamar de Huxley... O ninguna

3. Arquitectura de las SNN

- **Objetivo:** Aquí pondría lo más técnico. Al final de la sección se debe entender cómo está formada una red por impulso por dentro y qué proceso sigue para procesar los datos que se le den (1.5pags)

Para comenzar a describir la arquitectura de una red por impulso es importante mencionar que los modelos basados en los más utilizados, el ya mencionado LIF junto con su forma generalizada (SRM) son computacionalmente complejos, puesto que emplean ecuaciones no lineales para representar el potencial de membrana. (2)

Con el objetivo de abordar esta complejidad, definimos el potencial de membrana P_t como una función del tiempo y los impulsos de entrada, pero considerando que el tiempo se cuenta de manera discreta, no, no en confidencia, sino que se divide en unidades o pasos de tiempo, así cada evento, por ejemplo la llegada de un impulso, se registra en un momento específico dentro de estos pasos separados. Esto facilita su implementación en medios digitales.

Para una red de n entradas, durante el período no refractario, cada impulso recibido, R_i , $i = 1, \dots, n$ aumenta P_t en un valor de W_i que es el peso de sinapsis. También para causar el efecto de 'fuga' o 'decaimiento' que es la tendencia natural de la carga eléctrica a escapar a través de la membrana celular, el potencial de membrana se decrementa por un valor constante D en cada instante de tiempo. Para los intrigados este proceso luce así

- Solo pondría esta ec para los curiosos pero si no, pues la puedo quitar

$$P_t = \begin{cases} P_{t-1} + \sum_{i=1}^n W_i S_{it} - D, & \text{if } P_{\min} < P_{t-1} < P_{\text{threshold}} \\ P_{\text{refract}}, & \text{if } P_{t-1} \geq P_{\text{threshold}} \\ R_p, & \text{if } P_{t-1} \leq P_{\min} \end{cases}$$

Figura 1: Ecuación de la versión simplificada del modelo LIF

En cada instante, t , si el potencial de membrana P_t es mayor que el de reposo R_p , se degrada a través de D , $P_t = P_{t-1} - D$, este valor se elige según la tasa máxima de impulso y el número de entradas, resultando una función lineal tipo sierra, que se implementa de manera fácil.

- **IMAGEN:** Gráfica de sierra: Señalar impulsos presinápticos, el pico postsináptico, el periodo refractario. El eje X es las unidades de tiempo, y el eje Y es el potencial de membrana

Como si se tratara de una broma al lector, hasta este momento se presenta el diagrama de flujo, el cual resume todo el discurso técnico previo.

- **IMAGEN IMPORTANTE.** Diagrama de flujo. Se debe de entender todo lo del 3er párrafo (y lo de la ecuación)

4. Codificación y transmisión de impulsos

- **Objetivo:** La idea biológica detrás de codificar de esa manera los datos, tanto en tasas como latencia y dar poquita tecnicidad a cómo se hace esto (Poner las imágenes que generé de los dígitos estaría bien) (1.5 pags)



Figura 2: —

Todo el proceso comienza con un estímulo externo transformado al lenguaje de las neuronas, así que se debe traducir cualquier información, es decir, los datos, a impulsos. Con base en lo que se sabe, se han propuesto distintas traducciones, la primera es la codificación en tasas.

La codificación en tasas es un concepto fundamental en neurociencia y ciencias de la computación, que se refiere a la forma en que el cerebro codifica y procesa la información mediante la tasa de disparo de las neuronas. En este enfoque, la información se codifica en la frecuencia o tasa de disparo de los impulsos neuronales, es decir, en la cantidad de veces que una neurona dispara por unidad de tiempo. Por ejemplo, en el procesamiento visual, la tasa de disparo de las neuronas en el área visual del cerebro puede representar características como el brillo, el color o la forma de un objeto.

La investigación en el campo de la neurobiología ha indicado que el procesamiento de alta velocidad no puede realizarse únicamente a través de un esquema basado en tasas. Por ejemplo, los humanos pueden realizar una tarea de reconocimiento de imágenes a una velocidad que no requiere más de 10 ms de tiempo de procesamiento por neurona a través de las capas sucesivas (desde la retina hasta el lóbulo temporal). Este intervalo de tiempo es demasiado corto para una codificación basada en tasas.

Esta comprensión cambia nuestra visión y, en lugar de centrarnos exclusivamente en las tasas de impulsos, debemos considerar la precisión de los tiempos de los impulsos y su relación con la información codificada. Esto nos lleva a adoptar un enfoque llamado codificación de latencia, que no se basa en la cantidad de impulsos si no el momento en el que se dan.

La codificación en tasas está motivada en la idea de que, en muchos casos, estímulos o características sensoriales importantes tienden a provocar picos con mayor anticipación en las neuronas ascendentes (de nivel inferior) de la vía sensorial. Por ejemplo, un mecanismo que registra el tiempo hasta el primer impulso codifica una señal brillante como un impulso temprano, mientras que una señal oscura generaría un impulso más tarde o tal vez nunca.

5. Entrenamiento y aprendizaje

- Objetivo: Explicar de manera muuuuuy simple cómo se entrena la red impulso (0.5pag)

6. ejemplo de aplicación

- Objetivo: Plasmar el ejemplo de la tarea de clasificación de los datos MNIST (1pag)

7. Referencias

- [Referencias y fotos de los autores \(1pag\)](#)

1. Hodgkin AL, Huxley AF (August 1952). "A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve". The Journal of Physiology. 117 (4): 500–44.
2. Simplified spiking neural network architecture and STDP learning algorithm applied to image classification Taras Iakymchuk, Alfredo Rosado-Muñoz, Juan F Guerrero-Martínez, Manuel Bataller-Mompeán and Jose V Francés-Víllora