

Estadística de trenes de spike

Maximiliano Gatto

Instituto Balseiro (UNCuyo - CNEA) - Bariloche, Río Negro, Argentina

maximiliano.gatto@ib.edu.ar

26 de septiembre de 2024

1. Introducción

En esta práctica se analiza la estadística de trenes de spike mediante datos de estímulo y respuesta medidos experimentalmente por Ariel Rokem utilizando electrodos intracelulares en un saltamontes. Se proporcionaron 128 realizaciones de un estímulo sonoro durante 1000 ms dividido en ventanas de 0.1 ms, en donde se registró un 1 cuando se midió un spike y 0 en caso contrario. Los ejercicios se implementaron utilizando un script de Python, cuyo código se encuentra disponible en el siguiente [enlace](#).

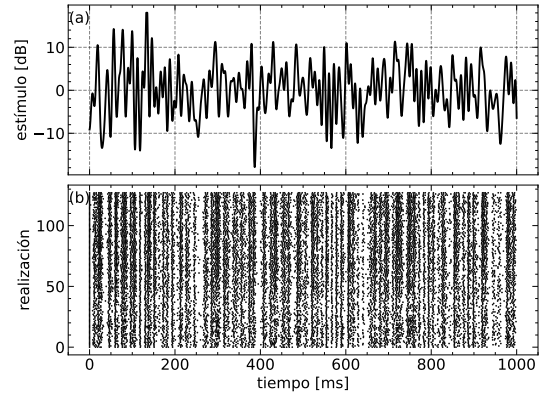


Figura 1: (a) estímulo sonoro enviado al saltamontes y (b) spikes medidos por los electrodos en un intervalo de 1 ms para cada realización.

2. Resultados

Ejercicio 1

Se generó un histograma de los intervalos entre spikes que aproxima la distribución $P(\text{ISI})$, basado en datos medidos con electrodos intracelulares en un saltamontes. La Figura 1 muestra el estímulo sonoro y los spikes registrados en intervalos de 0.1 ms.

Para calcular el histograma de los intervalos de los trenes de spike, se consideraron todas las realizaciones del experimento. El resultado obtenido, se muestra en la Figura 2.

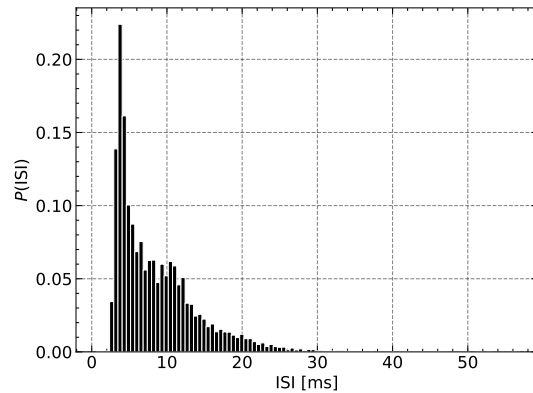


Figura 2: histograma de los intervalos de los trenes de spike ISI.

Se calculó el coeficiente de variabilidad, definido como $CV = \frac{\sigma_{ISI}}{\langle ISI \rangle}$, obteniéndose $CV = 0.6573$.

Ejercicio 2

Se obtuvo un histograma que aproxima la probabilidad de obtener N spikes en una realización. Para ello, en cada una de las 128 realizaciones se contaron los spikes y se generó el histograma que se muestra en la Figura 3.

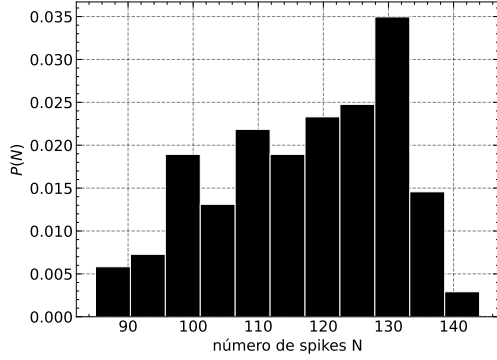


Figura 3: histograma de la cantidad de spikes en una realización.

Luego, el factor de Fano se calculó como $F = \frac{\sigma_N^2}{\langle N \rangle}$, obteniendo $F = 1.5657$ y $CV^2 = 0.4319$. Dado que $F \neq CV^2$, el proceso no es de tipo *renewal*.

Ejercicio 3

Se estimó la tasa de disparo dependiente del tiempo $r(t)$ de los datos experimentales promediando en todas las realizaciones utilizando un tamaño de ventana de 100 valores, que se corresponde con 10 ms. Es decir, cada realización se la dividió en ventanas de 100 valores, se promedió la cantidad de spikes en cada ventana y se dividió por el tamaño temporal de la ventana para obtener la tasa de disparo. El resultado obtenido se muestra en la Figura 4.

Ejercicio 4

Para calcular el mejor filtro lineal para predecir $r(t)$ despreciando el tiempo de autocorrelación del estímulo, se usó solo el filtro $D(\tau)$, asumiendo que el estímulo es ruido

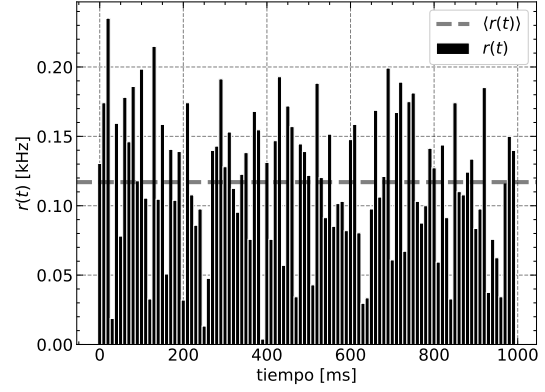


Figura 4: tasa de disparo dependiente del tiempo $r(t)$ de los datos experimentales.

blanco. El filtro se calcula como $D(\tau) = \frac{C(\tau)}{\sigma_s^2}$, donde σ_s^2 es la varianza del estímulo y $C(\tau)$ es

$$C(\tau) = \frac{1}{TN_{\text{trials}}} \sum_{\text{spikes}} S(t_{\text{spike}} - \tau),$$

donde $S(t)$ es el estímulo, N_{trials} es la cantidad de realizaciones y T es el tiempo total de la realización. El resultado obtenido se muestra en la Figura 5.

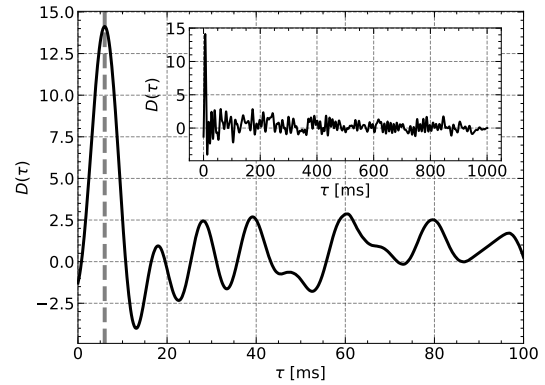


Figura 5: función filtro $D(\tau)$ que da la mejor predicción lineal del histograma dependiente del tiempo $r(t)$.

En la Figura 5 se puede ver que la función filtro $D(\tau)$ es máxima cuando $\tau = 6$ ms, lo que indica que la correlación entre el estímulo y la tasa de disparo es máxima en ese tiempo, es decir la neurona responde al estímulo con un retardo de 6 ms.