**תרגיל 4 - Cross-Correlation between neurons & ISI**

The following code generates a poisson spike train.  
**Use it to answer the following questions.**

**Copy this code into your colab notebook (use it in questions 2, 3 and 7 ).**  
  
   
import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt

def poisson\_spike\_train(rate, duration, refractory\_period):

dt = 1 # Time step size in ms

num\_steps = int(duration / dt)

spike\_train = np.zeros(num\_steps)

time = 0

last\_spike\_time = -np.inf # Time of the last spike

while time < duration:

# Generate Poisson spikes

spike = np.random.rand() < rate \* dt / 1000

# Check if refractory period has passed since last spike

if time - last\_spike\_time > refractory\_period:

if spike:

spike\_train[int(time)] = 1

last\_spike\_time = time

time += dt

return spike\_train

# Example usage

rate = XXX # Firing rate in Hz

duration = XXX # Duration of spike train in ms

refractory\_period = XXX # Refractory period in ms

spike\_train = poisson\_spike\_train(rate, duration, refractory\_period)

**1**.  
נתון נוירון שיורה פואסונית בקצב של 20Hz ללא תקופה רפרקטורית. הקלטנו את הפעילות של נוירון זה למשך 10 שניות, וקיבלנו ווקטור spike train באורך 10,000 נקודות. כל תא בווקטור מייצג 1ms ומכיל אחד אם אפס אם היה או לא היה ספייק בהתאמה. חישבנו את האוטוקורלציה וציירנו את הגרף.

**א.** מה הערך הצפוי בLag0?

**ב.** מה הערך הצפוי ב Lag 1000?

**2**.   
העתיקו לקוד שלכם את קטע הקוד מה colab notebook שצורפה לתרגיל. בקטע קוד זה ישנה פונקציה הנקראת poisson\_spike\_train, המייצרת spike train של נוירון פואסוני. יש להכניס שלושה ארגומנטים : rate, שהוא קצב הירי הממוצע של הנוירון הפואסוני, duration, שהוא אורך ההקלטה המבוקש וrefractory\_period, שהוא אורך התקופה הרפרקטורית. **כל הפרמטרים הם ביחידות של שניות**.

צרו נוירון פואסוני היורה בקצב ממוצע של 20Hz, למשך 10 שניות, בעל תקופה רפרקטורית של 4ms.

**א.** ציירו את גרף האוטוקורלציה של נוירון זה. זכרו לצייר אותו כפונקציה של הlag כאשר lag0 נמצא במרכז. בנוסף, זכרו לאפס אותו.

**ב.** הסבירו למה הערכי גרף האוטוקורלציה יורדים ככל שה Lag גדל.

**ג.** חשבו את הפרשי הזמנים בין כל ספייקים עוקבים (את ווקטור הISI).

**ד.** ציירו את התפלגות הISI. איזו התפלגות קיבלתם.

**ה.** חשבו את ממוצע ערכי הISI והסבירו כיצד ערך זה מתקשר לקצב הירי של הנוירון.

**3**.  
צרו spike trains של שני נוירונים באמצעות הקוד משאלה #2. האחד יורה בקצב של 10Hz ושני ב20Hz.

**א.** ציירו את גרף הCC בין שני הנוירונים הללו.

**4**.  
תארו ו/או ציירו **באופן סכמתי** כיצד יראה גרף הCC בין הנוירונים A ו B אם ידוע ש:

**א.** A גורם לB לירות בהסתברות של 50% כ 3 ספייקים ברצף כ-5 מ"ש אחרי ש A ירה ספייק אחד.

**ב.** A גורם ל B לירות בהסתברות של 20% כ 12 ספייקים ברצף כ-10 מ"ש אחרי ש A ירה ספייק אחד.

**ג.** A גורם ל B לירות כ 3 ספייקים ברצף כ-10 מ"ש אחרי ש A ירה ספייק אחד, ואז משתיק אותו למשך 3 מ"ש.

**5**.

נתונים שלושה נוירונים A, B ו C. תארו ו/או ציירו באופן סכמתי כיצד יראה גרף הCC בין A ל

B, בין A ל C ובין B ל C, אם נתון ש B יורה ספייק אחד ב 5-7 מ"ש אחרי ש A ירה ספייק אחד,

ואילו C יורה ספייק אחד ב 8-12 מ"ש אחרי ש B ירה ספייק אחד. שימו לב לרוחב הפיקים

והזמן שלהם.

**6**.

מה הקשר ה**אפשרי** בין שני נוירונים אם גרף הCC שלהם מכיל שני פיקים - אחד בלג ms10

והשני בלג ms20?

**7**.   
יצרו spike train של נוירון פואסוני היורה בקצב של 50Hz עם תקופה רפרקטורית של 0.01 שניות (10 ms), למשך 60 שניות.

**א.** ציירו את גרף האוטוקורלציה במלואה (תזכורת לאפס את הערך ב lag 0).

**ב.** ציירו את גרף האוטוקורלציה מ -200 עד 200- מ"ש (העזרו בפונקציה plt.xlim) הסבירו כיצד גרף זה מתאר את התקופה הרפרקטורית וקצב הירי.

**ג.** ציירו את גרף היסטוגרמת ה ISI, הסבירו כיצד גרף זה מתאר את התקופה הרפרקטורית וההתנהגות פואסונית.