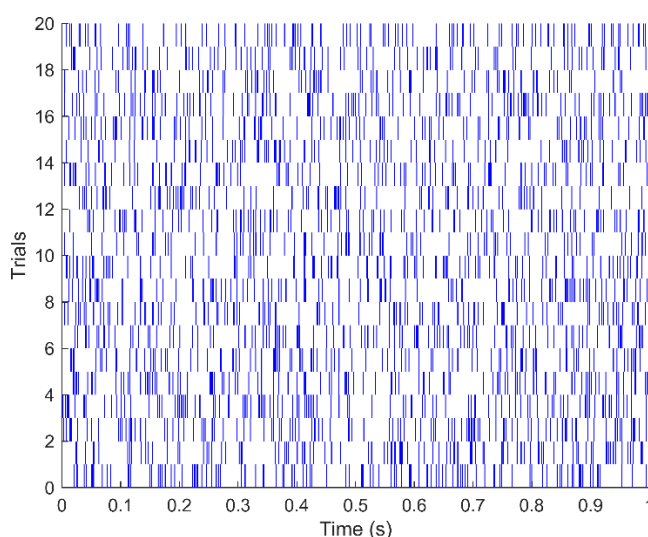


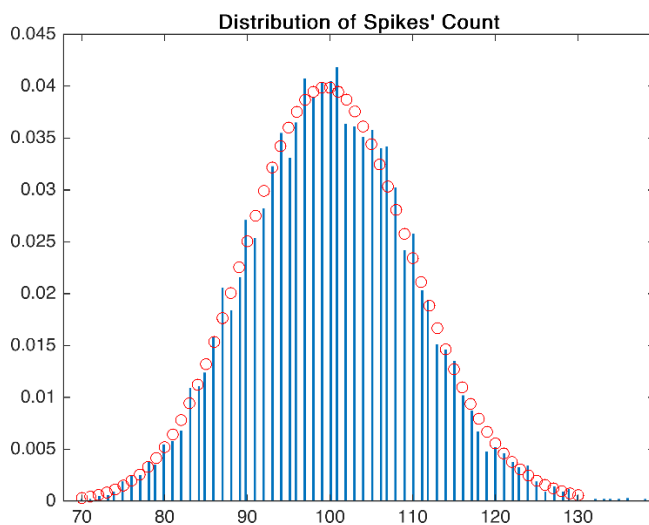
به نام خدا

تمرین سری ۱ علوم اعصاب پیشرفته

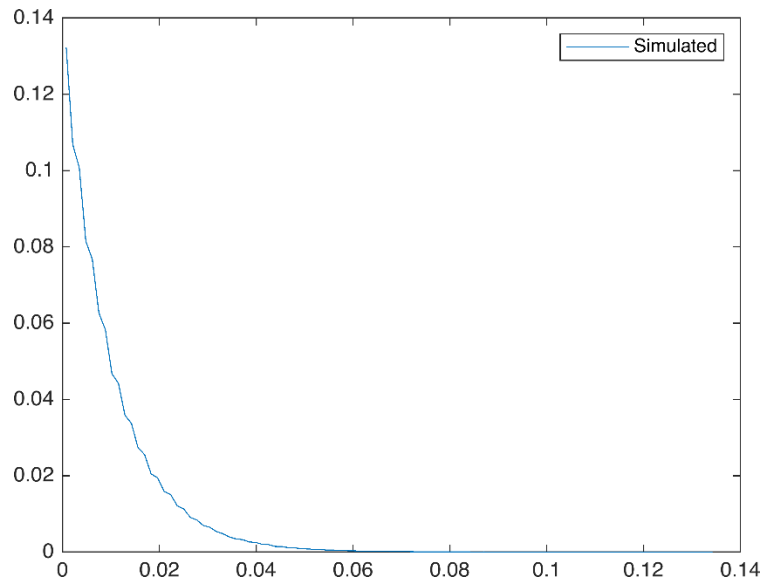
a. با استفاده از روش در نظر گرفتن یک dt بسیار کوچک که باعث شود بتوان فرض کرد که توزیع نمایی فاصله زمانی بین اسپایک ها در آن dt یک توزیع خطی است، و در نتیجه با استفاده از این روش فواصل زمانی بین اسپایک ها را بدست آورد و یک قطار ضربه تولید کرد:



b. توزیع تعداد اسپایک بدست آمده:



c. توزیع فاصله زمانی بین اسپایک ها (با اتصال مراکز بار ها به یکدیگر):

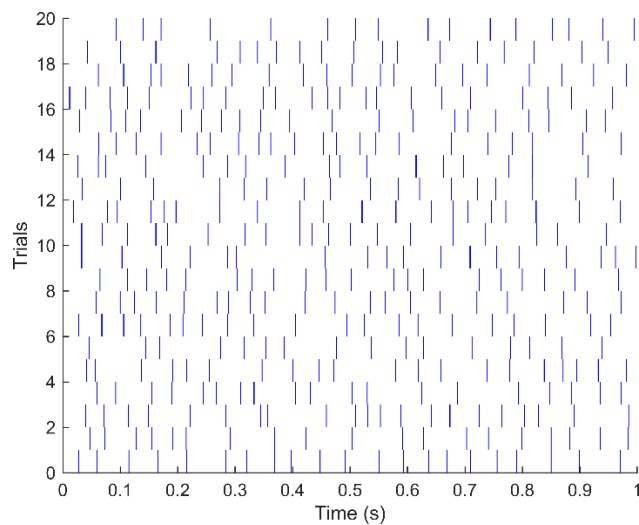


پاسخ به سوال:

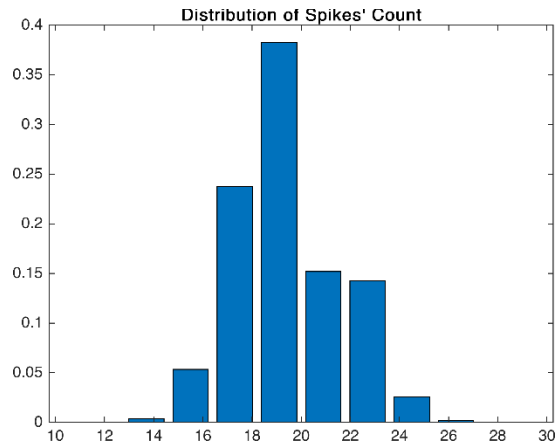
A way to generate a renewal process spike train is to start with a Poisson spike train and delete all but every k th spike! This procedure is similar to integration over postsynaptic input with Poisson ISI distribution (Why?)

با توجه به اینکه یک نورون Postsynaptic با دریافت k اسپایک در ورودی به سطح آستانه می‌رسد، کاملاً مساوی آن است که در فرآیند پواسون با مشاهده k اسپایک در ورودی، یک اسپایک در نورون صورت پذیرد.

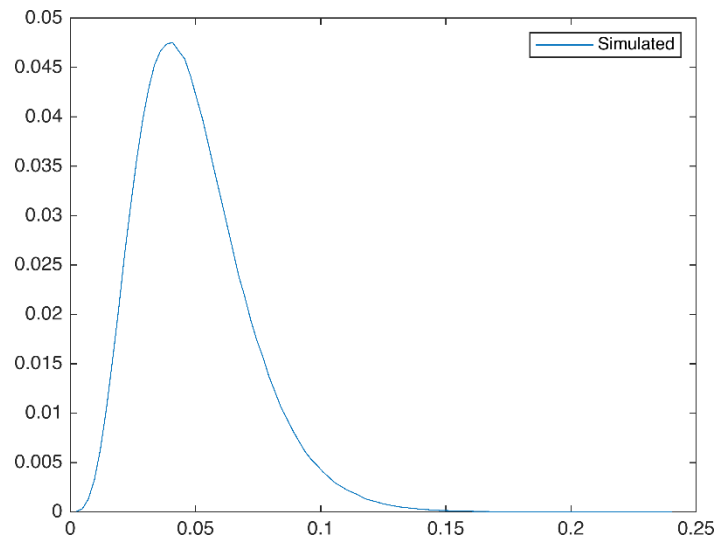
با انجام عملیات حذف برخی اسپایک‌ها به اسپایک‌های زیر رسیدیم:



توزیع تعداد اسپایک آن:



توزیع فاصله زمانی بین اسپایک ها (با اتصال مراکز بار ها به یکدیگر):



d. با محاسبه CV به مقدار ۰.۴۴۴۶۹ رسیدم. که در مقایسه با پواسون که مقدار CV برابر با

۰.۹۹۵۱۶ داشت، میتوان دریافت که با افزایش k میزان CV کاهش می یابد.

e. با انجام اینکار به یک توزیع گاما میرسیم:

$$p(\tau) = (\kappa T)^\kappa \tau^{\kappa-1} e^{-\kappa T \tau} / (\kappa - 1)!,$$

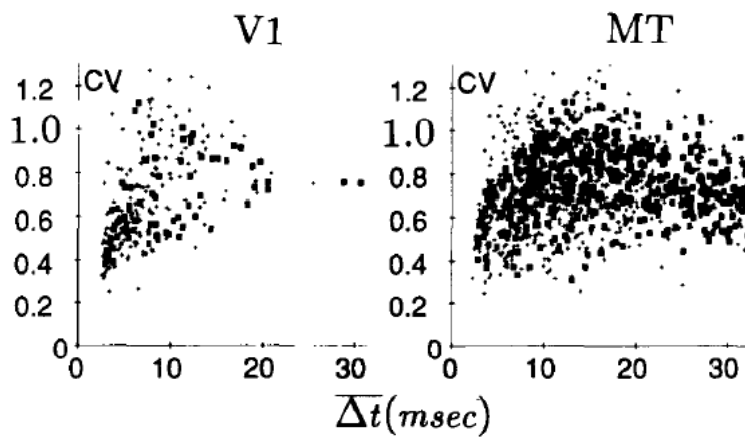
برای توزیع گاما بدست می آید که امید ریاضی برابر با مقدار زیر دارد:

$$\sigma_\tau = \frac{\langle \tau \rangle}{\sqrt{\kappa}},$$

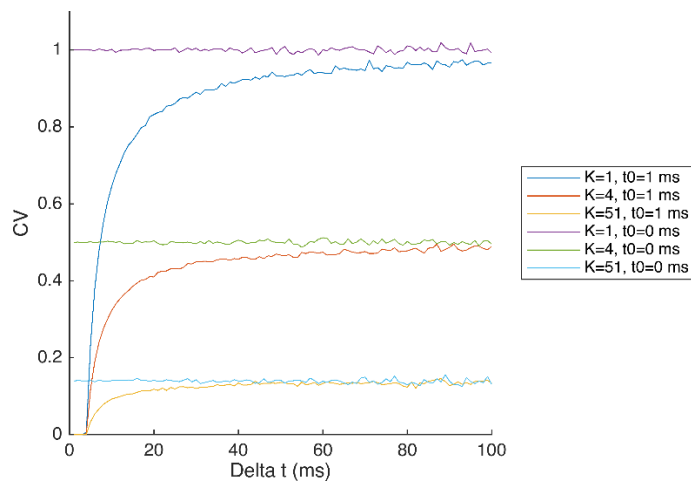
که در نتیجه با توجه به رابطه زیر به مقدار خواسته شده میرسیم:

$$C_V = \frac{\sigma_\tau}{\langle \tau \rangle} = \frac{1}{\sqrt{k}}.$$

f. با توجه به پلات بدست آمده در زیر با استفاده از داده های ثبت شده از نورون های واقعی میتوان مشاهده کرد که در فایرینگ ریت های مشابه شبیه سازی اکثر نورون ها، C_V نزدیک یک دارند.



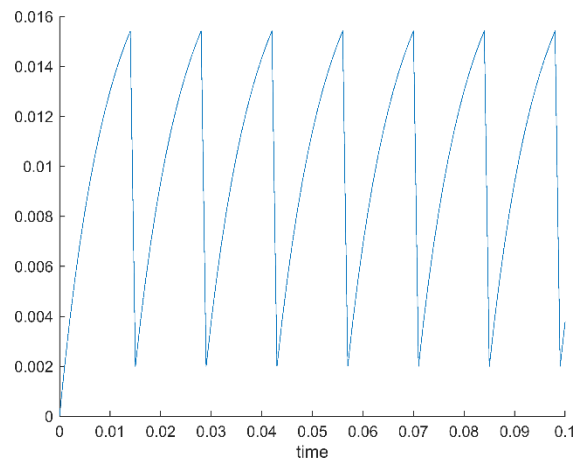
g. با پیاده سازی Refractory Period و سنجش C_V برای سه K متفاوت و دو زمان ریفراکتوری متفاوت به پلات زیر رسیدیم:



که تطابق بالایی با شکل شماره ۶ مقاله دارد.

Leaky Integrate and Fire

a. خروجی بدست آمده از طریق معادله دیفرانسیل با جریان ثابت مشخص شده:



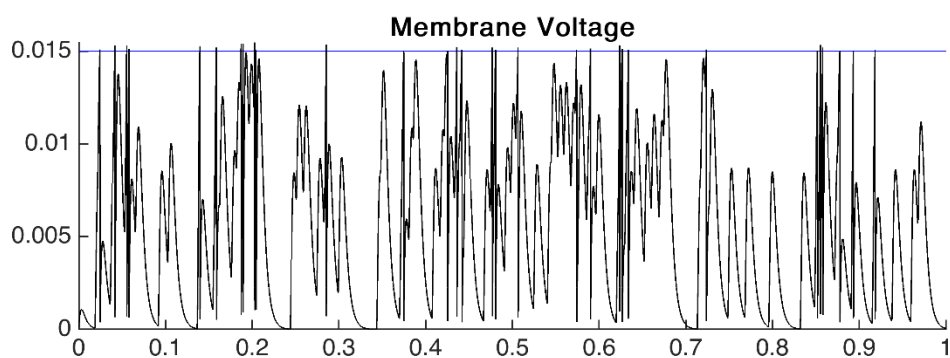
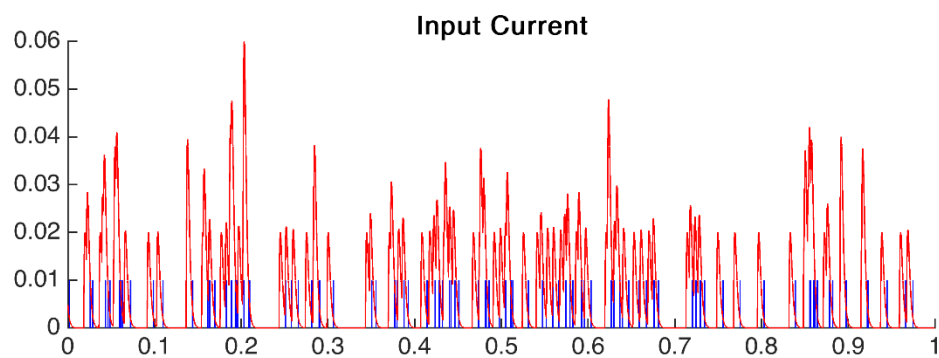
در نقاط پرش اسپایک وجود دارد که بلافاصله به ولتاژ Rest یا همان صفر ولت میرسد.

b. نتیجه بدست آمده را در زیر مشاهده میکنید:

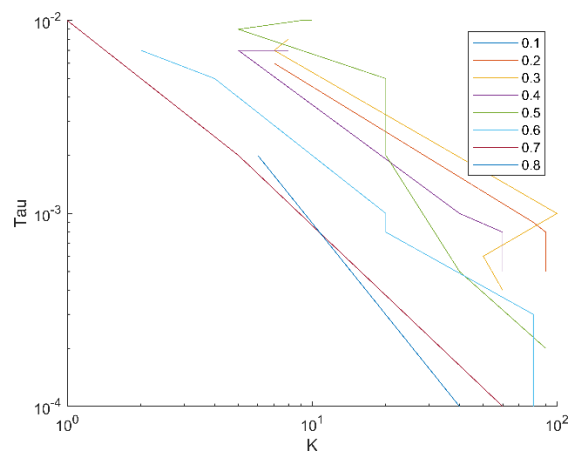
$$\begin{aligned}
 \tau_m \frac{dv}{dt} &= -v(t) + RI \\
 v(t) &= RI + ae^{bt} \rightarrow \tau_m ab = -a \rightarrow b = -\frac{1}{\tau_m} \\
 v(0) &= 0 \rightarrow a = -RI \\
 v(t) &= RI(1 - e^{-t/\tau_m}) \\
 v(t_0) &= V_{th} \rightarrow 1 - e^{-t_0/\tau_m} = \frac{V_{th}}{RI} \rightarrow t_0 = \tau_m \ln \frac{RI}{RI - V_{th}} \\
 \text{Firing Rate} &= \frac{1}{\Delta t + \tau_m \ln \frac{RI}{RI - V_{th}}}
 \end{aligned}$$

c. با نرخ لامبدا ۱۰۰ و t_{peak} ۱.۵ میلی ثانیه و دامنه کرنل ۲۰ میلی به نتیجه زیر

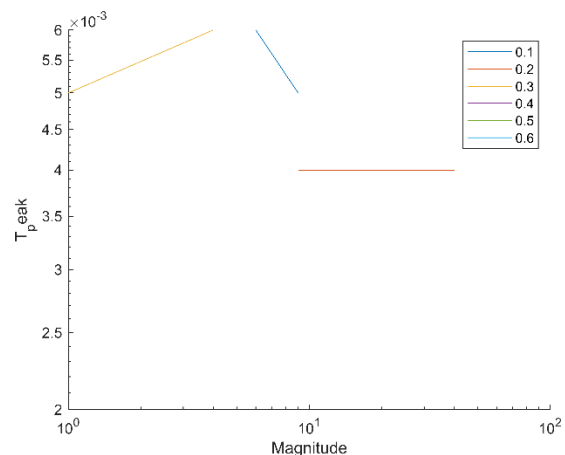
رسیدم:



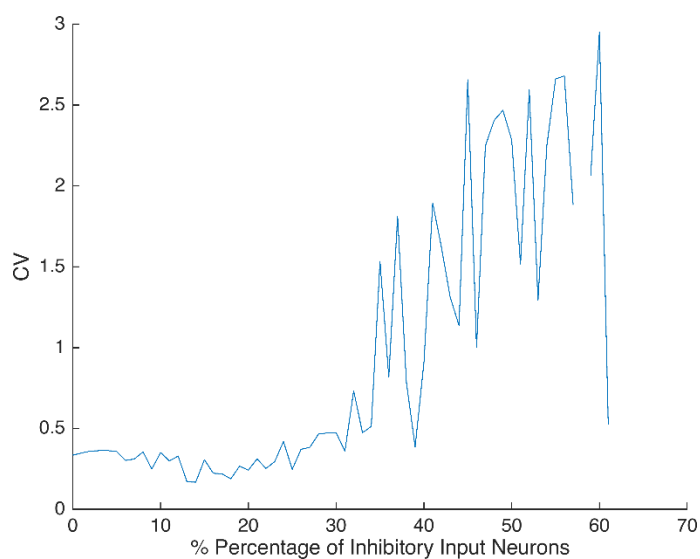
جهت باز تولید شکل شماره ۸ به نتیجه زیر رسیدم:



جهت سنجش میزان تاثیر طول کرنل (کنترل مقدار t_{peak} و بزرگی آن پلاتی مانند زیر تولید کردم:

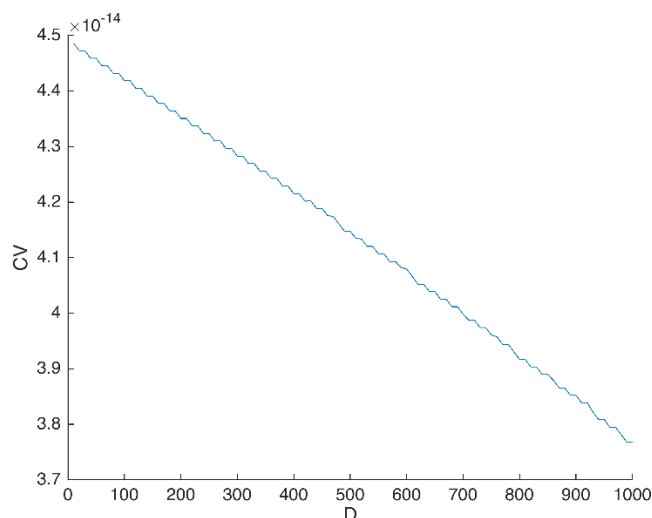


d. ۱۰۰ نرون در ورودی در نظر گرفتیم و با تغییر درصد تعداد نرون های Inhibitory به پلات زیر رسیدیم (طبیعتا در صورتی که تعداد زیادی ورودی بازدارنده باشند، نرون به اسپایک نمیرسد و در نتیجه CV تعریف نشده است. به همین دلیل تا حدود ۶۰ در نمودار زیر داده داریم):



همانطور که مشاهده می شود و در درس خوانده ایم با اعمال پارامتر ورودی های Inhibitory پدیده بالا بودن مقدار CV دیده می شود و توجیه میشود.

e. با انجام تست های فراوان به خروجی شبیه سازی بهتری از نتیجه زیر نرسیدیم:



با توجه به توضیح داده شده در زیر بنظر میرسد که نسبت N/M مانند K یک معیار کاهنده CV است چون با افزایش آن تعداد اسپایک های مورد نیاز برای اسپایک خروجی افزایش می یابد:

A way to generate a renewal process spike train is to start with a Poisson spike train and delete all but every k th spike! This procedure is similar to integration over postsynaptic input with Poisson ISI distribution (Why?)

پارامتر D نیز با توجه به اینکه با افزایش آن احتمال داشتن اسپایک در ورودی بیشتر است و در نتیجه در خروجی احتمال داشتن اسپایک بیشتر میشود، برخلاف نسبت N/M باعث افزایش CV میشود.

f. با در نظر گرفتن ورودی های Inhibitory به طور مشابه قسمت d ، بنظر میرسد که باعث افزایش CV میشود. در این حالت نیز با افزایش نسبت N/M CV کاهش می یابد و با افزایش D ، CV افزایش می یابد.