



تأثیر آستانه فعالیت در تعیین بهمن در مشخص کردن نقطه‌ی بحرانی دستگاه‌های نرونی

مهدی نقی‌لو، سامان مقیمی عراقی
دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی شریف

نتایج

در شکل‌ها مشاهده می‌شود که همگامی در فضای پارامترهای انتقاب شده از الگوهای تکرار شونده پیروی می‌کند.

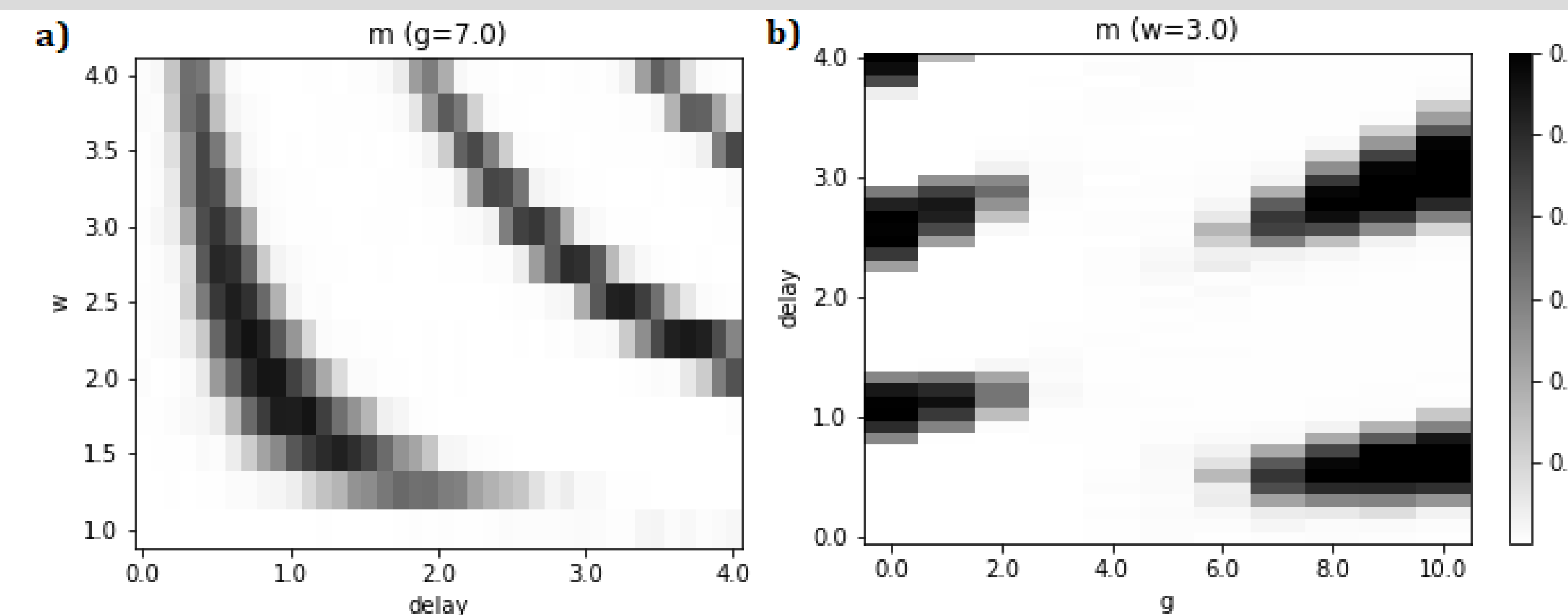
در شکل ۲ آمار بهمن‌ها برای دو مقدار آستانه $A_0 = 3$ و $A_0 = 10$ آمده است. تأخیر ۲.۵ گرفته شده است. دیده می‌شود که با آستانه ۱۰، نقطه $w = 1.4$ آمار توانی دارد اما با انتقاب آستانه ۳ نقطه $w = 1.2$ آمار توانی پیدا می‌کند و نقطه‌ی گذر فاز همگامی به مقدار $w = 1.2$ نزدیک است.

تحلیل نتایج

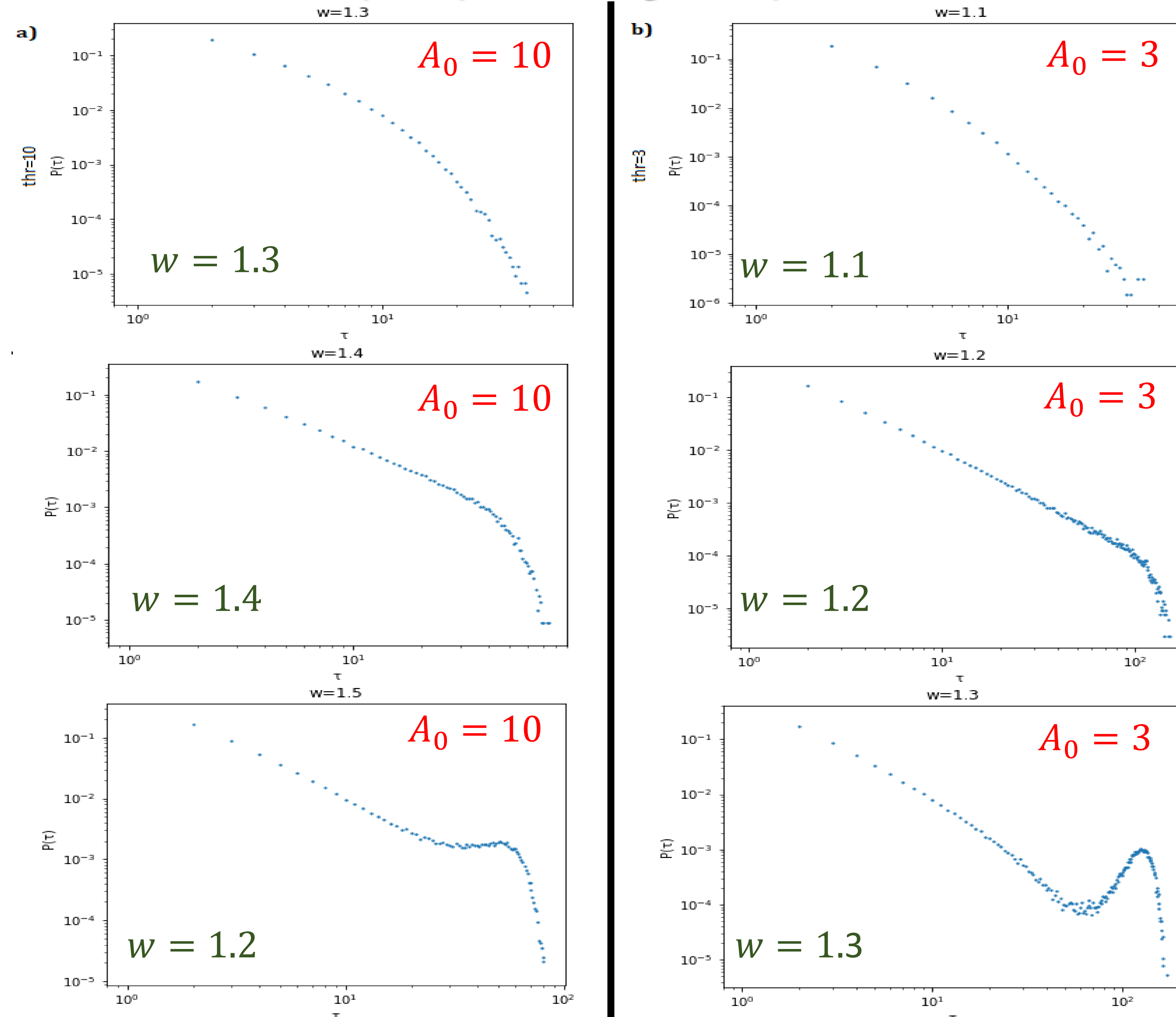
در این شبیه‌سازی اثر تعیین آستانه برای ثبت بهمن‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است و مشاهده شده که تغییر دادن این آستانه، باعث جابجایی نواحی بحرانی پیدا شده با استفاده از آمار بهمن‌ها می‌شود. به نظر می‌رسد که انتقاب آستانه‌ی صفر مقدار مناسب‌تری برای تعیین حالت بحرانی است.

مراجع

[1] Beggs, John M., and Dietmar Plenz. "Neuronal avalanches in neocortical circuits." Journal of neuroscience 23.35 (2003): 11167-11177.



تصویر (ا) نواحی همگام و ناهمگام. رنگ متناسب با مقدار پارامتر نظم محاسبه شده به ازای پارامترهای تنظیم شده است. ناحیه‌های سیاه ناحیه‌های همگام هستند. (a) به ازای $g=7$ و برای تأخیر و شدت تحریک خارجی متفاوت کشیده شده و (b) به ازای تحریک خارجی $w = 0.3$ برای تأخیر و شدت مهاری‌های مختلف.



تصویر ۲) آمار مدت زمان وقوع بهمن‌ها به ازای تأخیر ۲.۵ و $g = 7$. آمار طول زمانی بهمن‌ها (مدت زمان طول بهمن‌ها) برای سه مقدار w و دو مقدار آستانه $A_0 = 3$ (سمت راست) و $A_0 = 10$ (سمت چپ) رسم شده است. محورهای افقی مدت زمان طول کشیدن یک بهمن و محور عمودی تخمینی از احتمال وقوع آن مدت زمان است. (توزیع آمار وقوع در نمودار بهنجار است)

مقدمه

- در آمار بهمن‌های فعالیت‌های نرونی رفتار مقیاسی دیده شده.
- برای تعیین بهمن‌ها نیاز به تعیین آستانه است.
- آیا آستانه در آمار نرونها موثر است.

روش

- شبکه: اردوش-رینی، صد ورودی به ازای هر گره.
- دینامیک تک نرون: $\dot{\theta} = -\cos\theta + I$.
- تیزه: به ازای وقتی که $\theta = \pi$ تیزه زده می‌شود. این تیزه با تأخیر زمانی d به نرون پس‌سیناپسی می‌رسد.
- شدت تیزه: I برای تحریکی‌ها، $-gJ$ برای مهاری‌ها
- ترکیب جمعیتی: به نسبت یک به چهار مهاری و تحریکی
- تحریک خارجی: پواسنی با شدت w به همه‌ی نرونها
- پارامتر نظم: $M(t) = \left\{ \frac{1}{N_a} \sum_{i \in N_a} \sin(\theta_i) \right\}^2$
- معیار آغاز و پایان بهمن: هر گاه فعالیت شبکه از میزان مشخص A_0 بالاتر برود (یا پایین‌تر بیاید).

بیست و ششمین گردهمایی فیزیک ماده چگال
دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان

The role of activity threshold in identifying avalanches in finding the scaling point in neural systems

Naghiloo, Mahdi; Moghimi-Araghi, Saman

Department of Physics, Sharif University of Technology

Introduction

- The statistics of neural avalanches have been found to obey power law.
- To distinguish the successive avalanches one introduces a threshold activity.
- Does the threshold value affect the statistics of Avalanches?

Method

- Erdős–Rényi network with fixed in-degree=100
- Single neuron dynamics: $\dot{\theta} = -\cos\theta + I$
- Firing at $\theta = \pi$ with strength of J or $-gJ$ depending on whether the neuron is excitatory or inhibitory. There is a time delay d for the spikes.
- Poisson External drive to each neuron with rate w .
- Order Parameter: $M(t)$

$$= \left\{ \frac{1}{N_a} \sum_{i \in N_A} \sin(\theta_i) \right\}^2$$
- Criterion for beginning or end of an Avalanche: crossing a certain activity threshold A_0 .

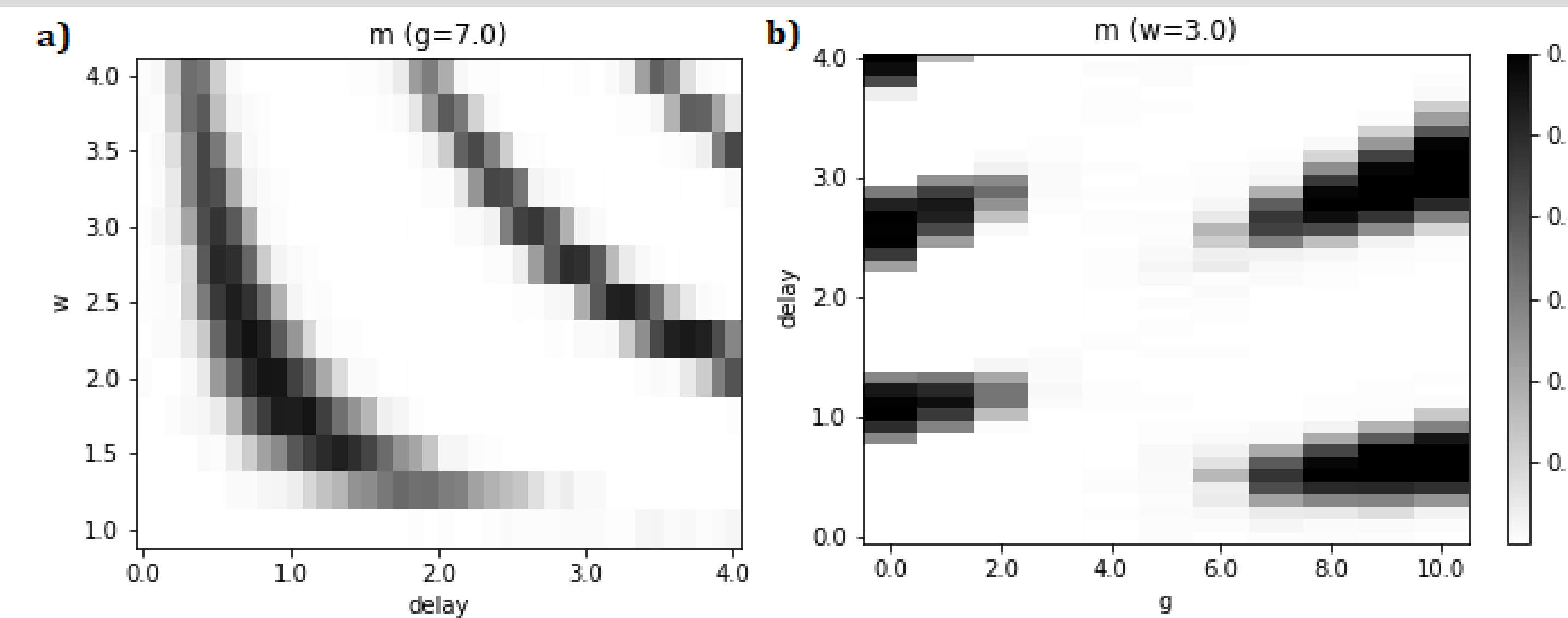


Fig1) synchronized and asynchronized regions. Dark regions are synchronized phase.

a) were drawn for $g=7$, in 'w vs delay' space.

b) in 'delay vs g' space for $w=3$.

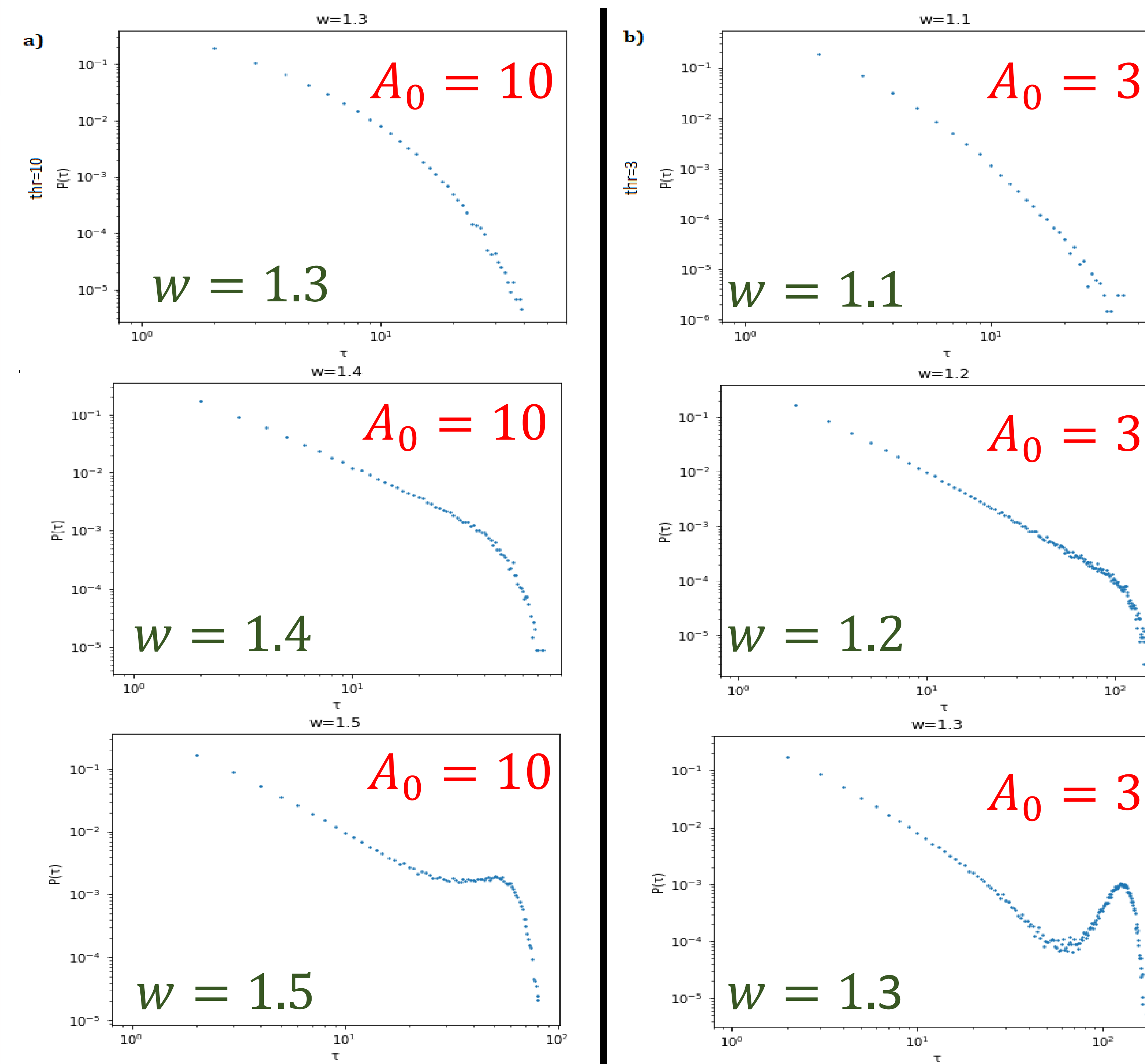


Fig2) Avalanche duration distribution.

For a fixed 'g' and 'delay' (7,2.5) And three values of w for each A_0 . Horizontal axis is for avalanche duration and vertical axis is an estimation on probability of occurring that avalanche duration.

(Normalized histogram)

$A_0 = 10$ for left and $A_0 = 3$ for right side.

Results

Figure 1 shows the phase portrait of the system in $w-d$ and $d-g$ diagrams. The black regions refer to synchronic activity.

Figure 2 shows the statistics of the avalanches using two different thresholds to define the avalanches, $A_0 = 3$ and 10 ($g = 7$ and $d = 2.5$). It is clearly observed that the transition point is around $w = 1.4$ on the left row and is around $w = 1.2$ on right row. Interestingly, the synchrony transition point is around $w = 1.2$.

Discussion

The threshold to define successive avalanches may play an important role. It seems that to be compatible with synchrony transition, the best choices are very small values of A_0 .

Reference

- [1] Beggs, John M., and Dietmar Plenz. "Neuronal avalanches in neocortical circuits." *Journal of neuroscience* 23.35 (2003): 11167-11177.