

## Оброблення бази даних (ітерація 2)

Було завантажено датасет із 109 волонтерів та 64 сигналами. Із цих 64 сигналів були узяті Fp1, Fp2, Af7 (лобні точки) та такі стани мозку:

1. R01 - Відпочинок, очі відкриті
2. R02 - Відпочинок, очі закриті
3. R03 - Почергово відпочинок, стискання та розтискання лівого кулаку, стискання та розтискання правого кулаку

Для рекурентного аналізу було вибрано  $\tau = 1$ ,  $m = 4$ .

Наступним кроком за допомогою [PyRQA](#) було обчислено для кожного сигналу наступні параметри:

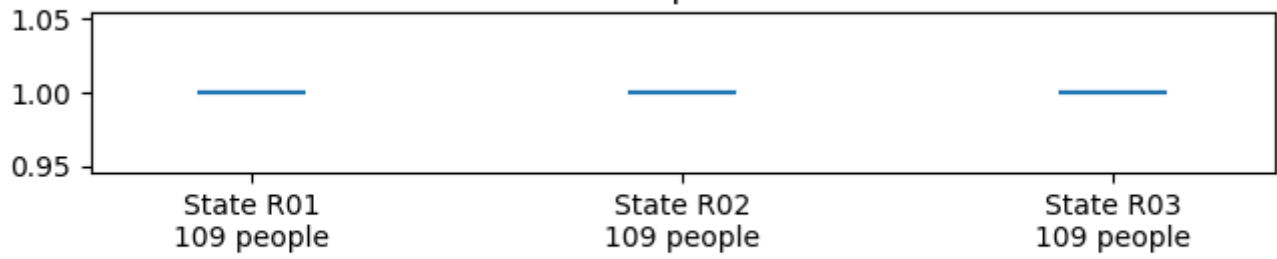
1.  $L_{\min}$ : Мінімальна довжина діагональної лінії ( $L_{\min}$ ) - найменша довжина діагональної лінії в рекурентному графі.
2.  $V_{\min}$ : Мінімальна довжина вертикальної лінії ( $V_{\min}$ ) - найменша довжина вертикальної лінії в рекурентному графі.
3.  $W_{\min}$ : Мінімальна довжина білої вертикальної лінії ( $W_{\min}$ ) - найменша довжина білої вертикальної лінії в рекурентному графі.
4.  $RR$ : Рекурентна частота ( $RR$ ) - відношення кількості рекурентів до загальної кількості точок у рекурентному графі.
5.  $DET$ : Визначеність ( $DET$ ) - відношення кількості точок у рекурентному графі, що утворюють діагональні лінії, до загальної кількості точок.
6.  $L$ : Середня довжина діагональної лінії ( $L$ ) - середня довжина діагональних ліній у рекурентному графі.
7.  $L_{\max}$ : Найбільша довжина діагональної лінії ( $L_{\max}$ ) - найбільша довжина діагональної лінії у рекурентному графі.
8.  $DIV$ : Дивергенція ( $DIV$ ) - відношення кількості точок, які не утворюють рекурентів, до загальної кількості точок у рекурентному графі.
9.  $L_{\text{entr}}$ : Ентропія діагональних ліній ( $L_{\text{entr}}$ ) - міра непорядку або невизначеності у розподілі діагональних ліній у рекурентному графі.
10.  $LAM$ : Ламінарність ( $LAM$ ) - відношення кількості точок у рекурентному графі, що утворюють вертикальні лінії, до загальної кількості точок.
11.  $TT$ : Час захоплення ( $TT$ ) - середній час, який система проводить в області рекурентного простору.
12.  $V_{\max}$ : Найбільша довжина вертикальної лінії ( $V_{\max}$ ) - найбільша довжина вертикальної лінії у рекурентному графі.
13.  $V_{\text{entr}}$ : Ентропія вертикальних ліній ( $V_{\text{entr}}$ ) - міра непорядку або невизначеності у розподілі вертикальних ліній у рекурентному графі.

14.  $w$  : Середня довжина білої вертикальної лінії ( $W$ ) - середня довжина білих вертикальних ліній у рекурентному графі.
15.  $w_{max}$  : Найбільша довжина білої вертикальної лінії ( $W_{max}$ ) - найбільша довжина білої вертикальної лінії у рекурентному графі.
16.  $w_{div}$  : Дивергенція найбільшої білої вертикальної лінії ( $W_{div}$ ) - відношення кількості точок, які не утворюють найбільшу білу вертикальну лінію, до загальної кількості точок у рекурентному графі.
17.  $w_{entr}$  : Ентропія білих вертикальних ліній ( $W_{entr}$ ) - міра непорядку або невизначеності у розподілі білих вертикальних ліній у рекурентному графі.
18.  $DET/RR$  : Відношення визначеності до рекурентної частоти ( $DET/RR$ ) - відношення показника визначеності до показника рекурентної частоти.
19.  $LAM/DET$  : Відношення ламінарності до визначеності ( $LAM/DET$ ) - відношення показника ламінарності до показника визначеності.

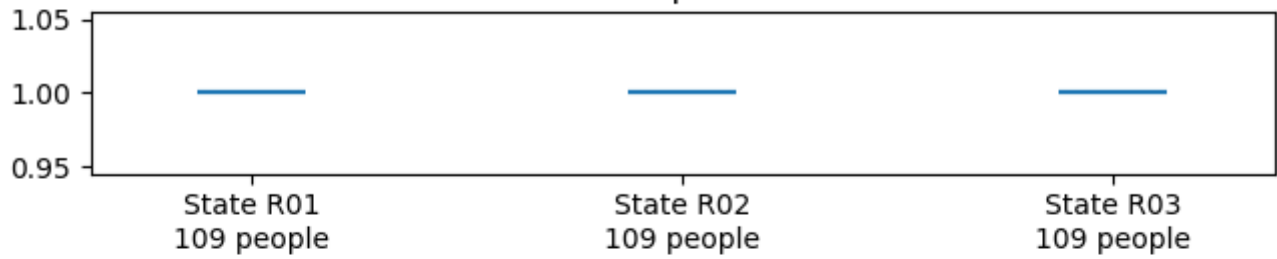
Отримані параметри були відображені за допомогою [matplotlib](#) та функції що будує графіки через [Скрипкову діаграму](#). Таким чином ми наочно можемо бачити які значення отримують кожні із параметрів найчастіше. При відображенні на графіку значення були відфільтровані, прибрані нульові значення, та нескінченно великі значення.

Time delay ( $\tau$ )

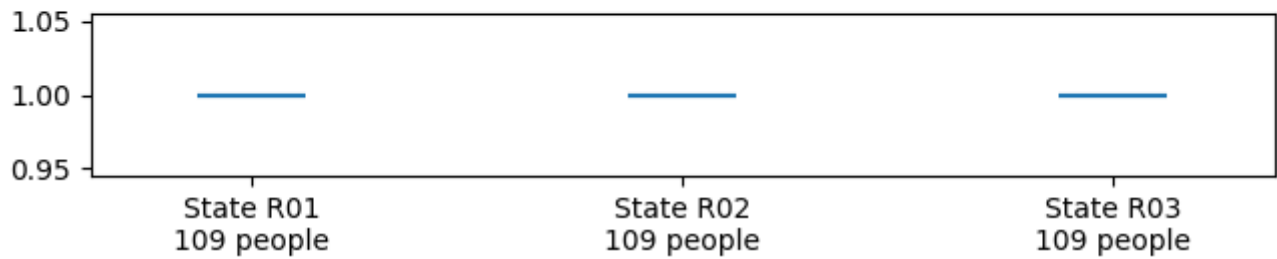
Fp1



Fp2



Af7

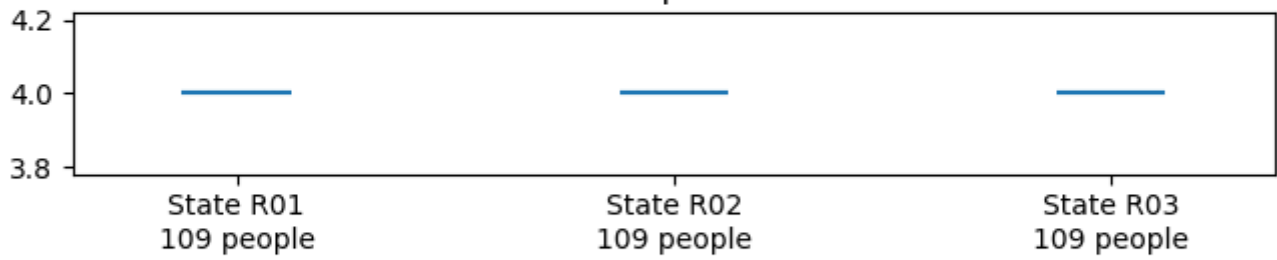


Embedded dimension ( $m$ )

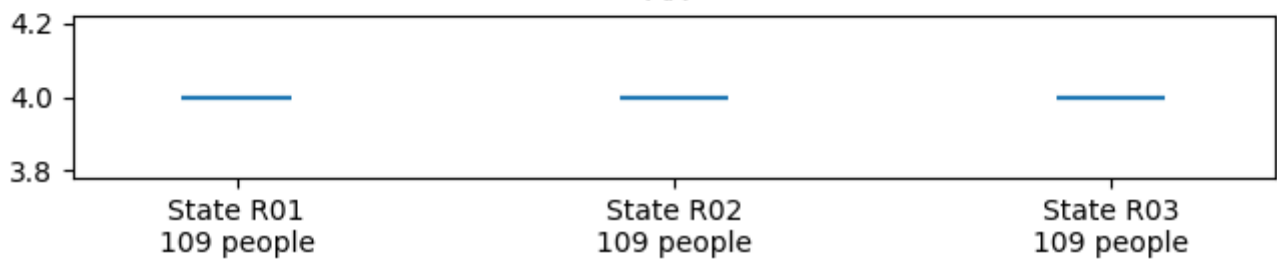
Fp1



Fp2

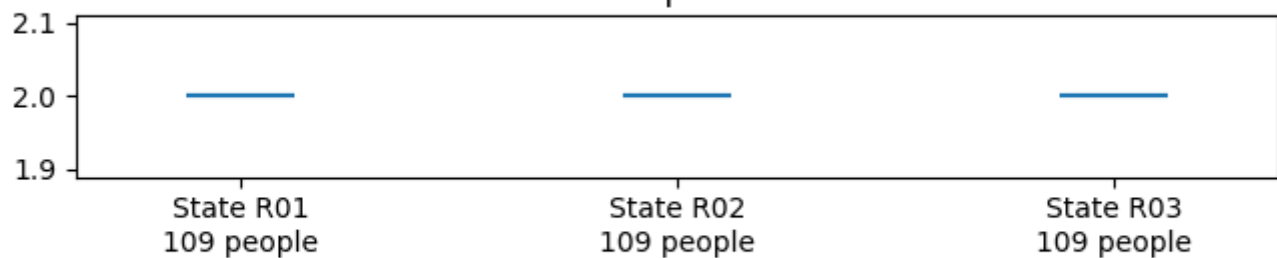


Af7



## Minimum diagonal line length ( $L_{\min}$ )

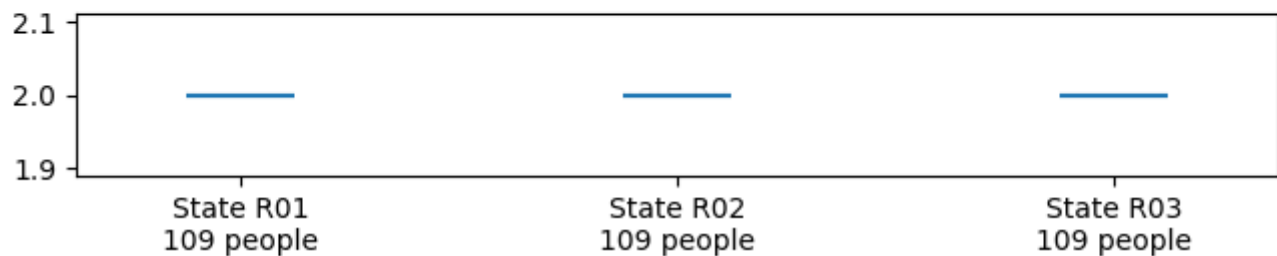
Fp1



Fp2

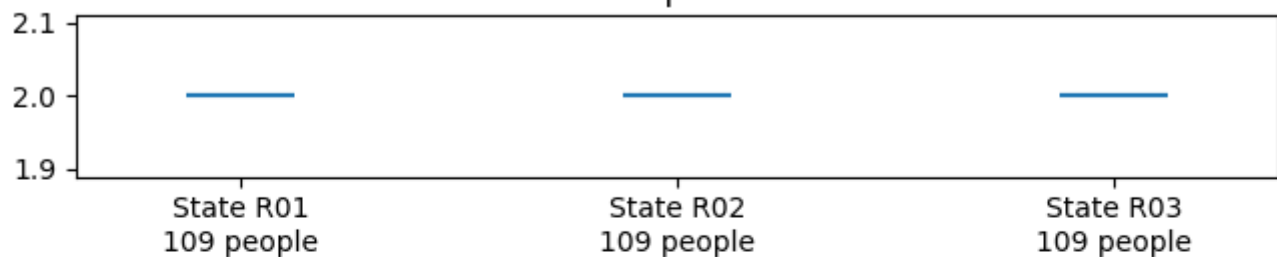


Af7

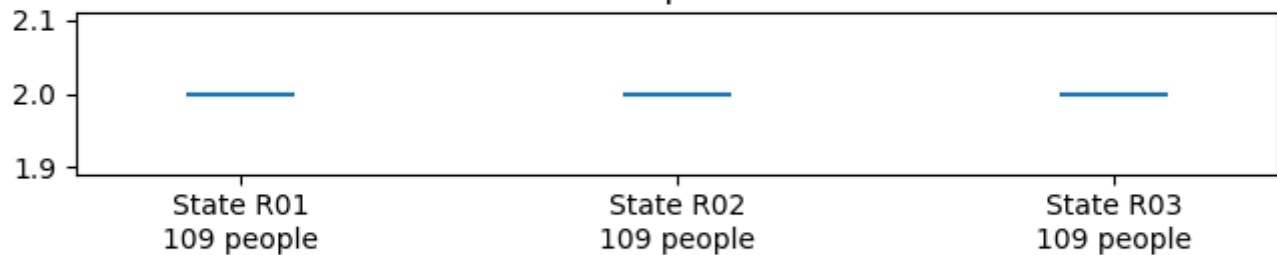


## Minimum vertical line length ( $V_{\min}$ )

Fp1



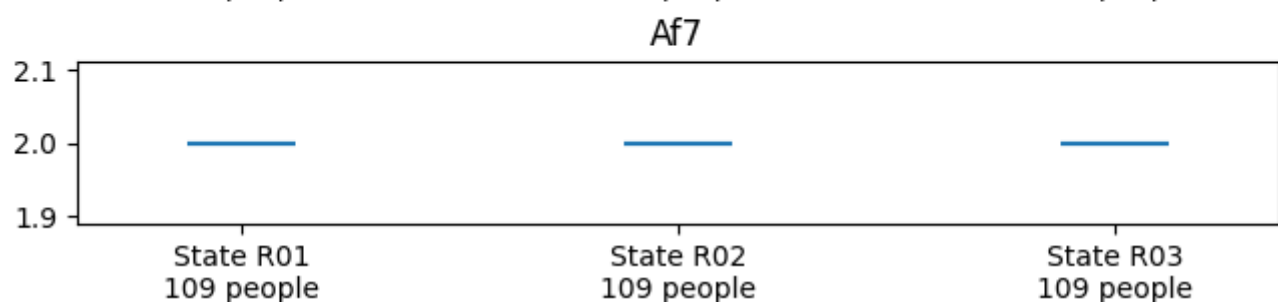
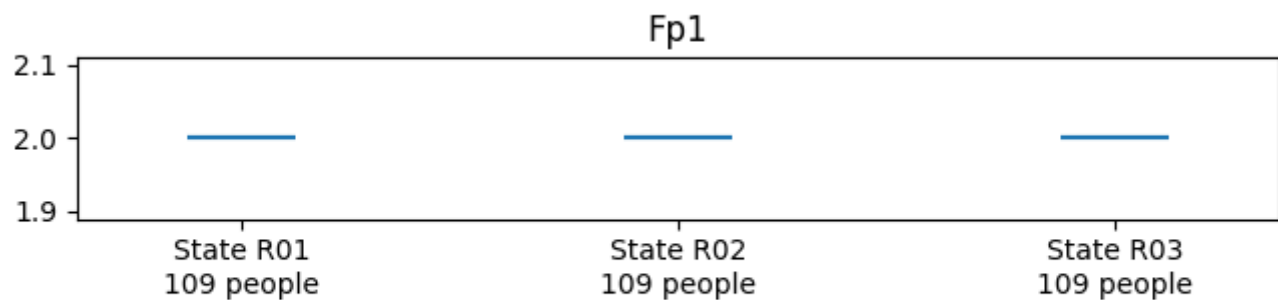
Fp2



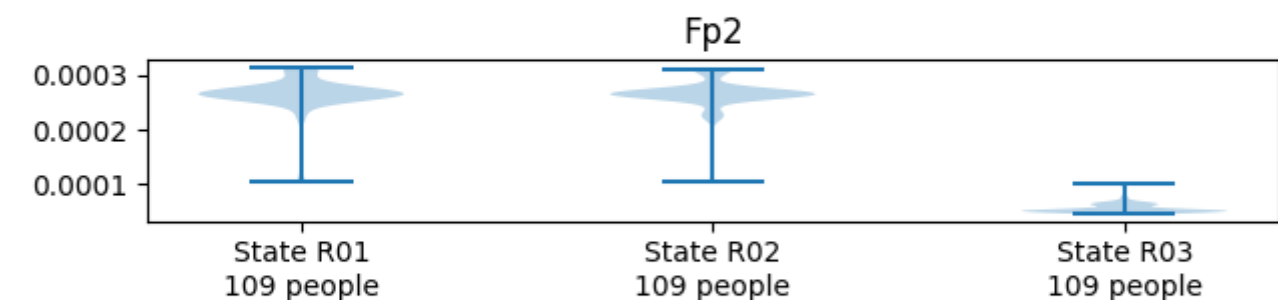
Af7



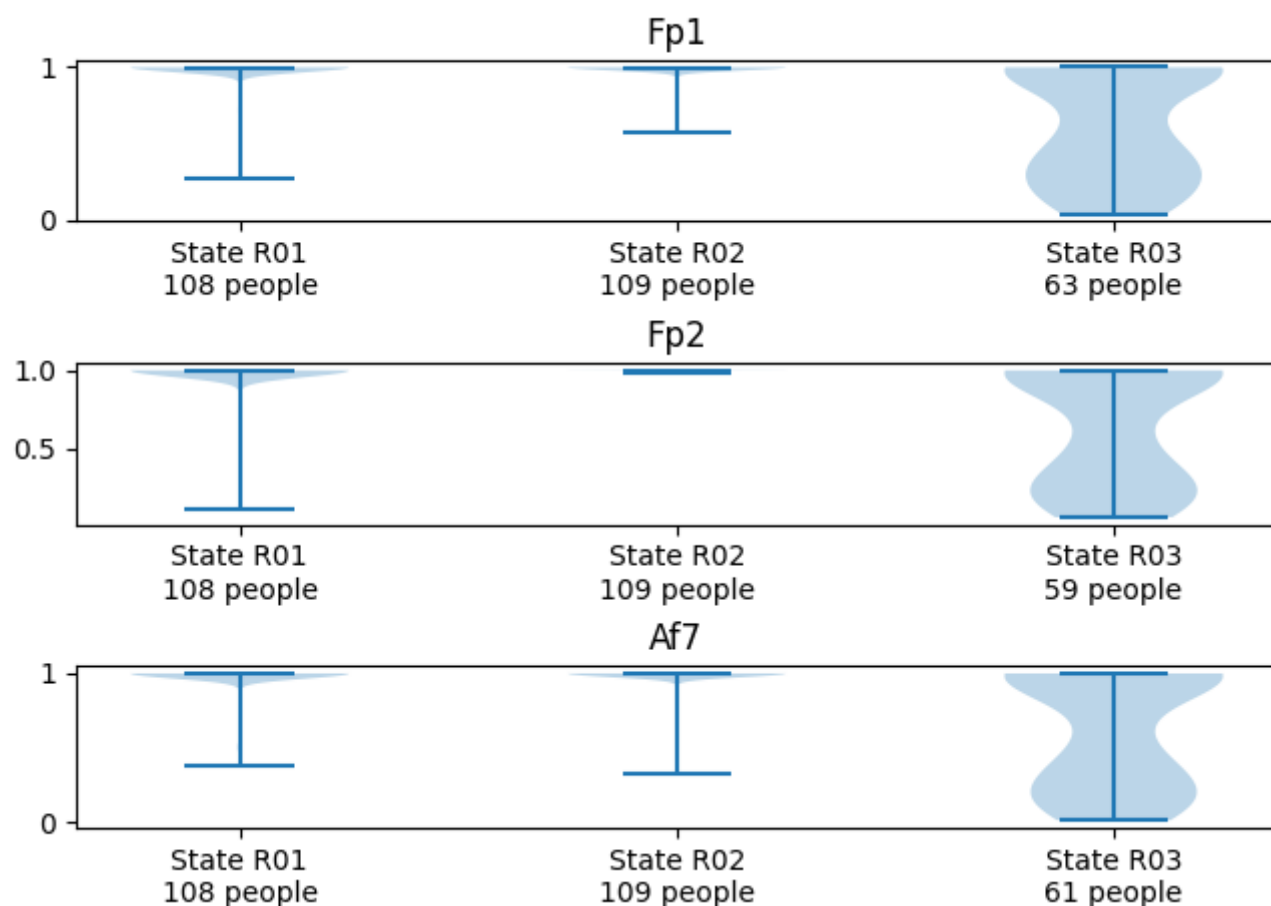
## Minimum white vertical line length ( $W_{\min}$ )



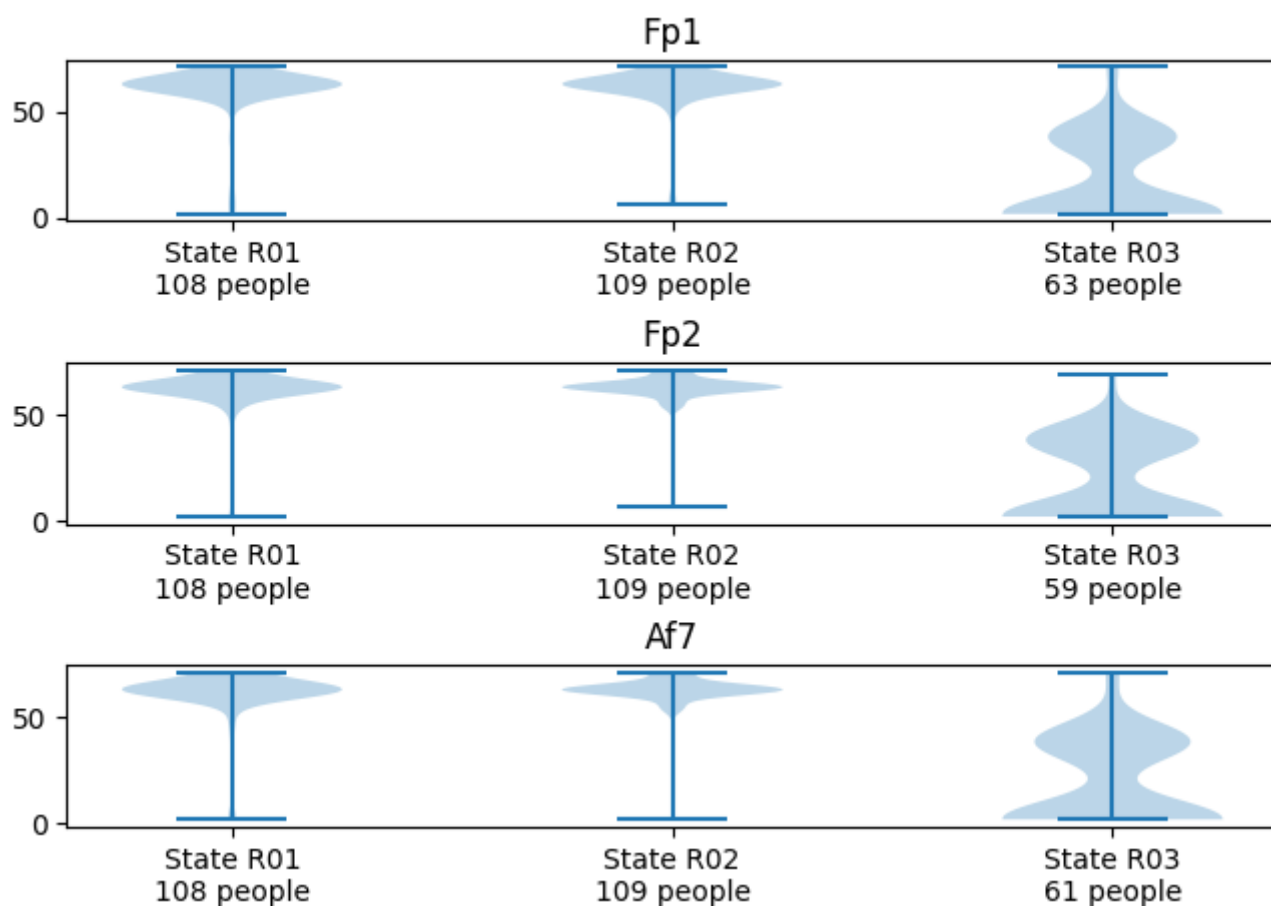
## Recurrence rate (RR)



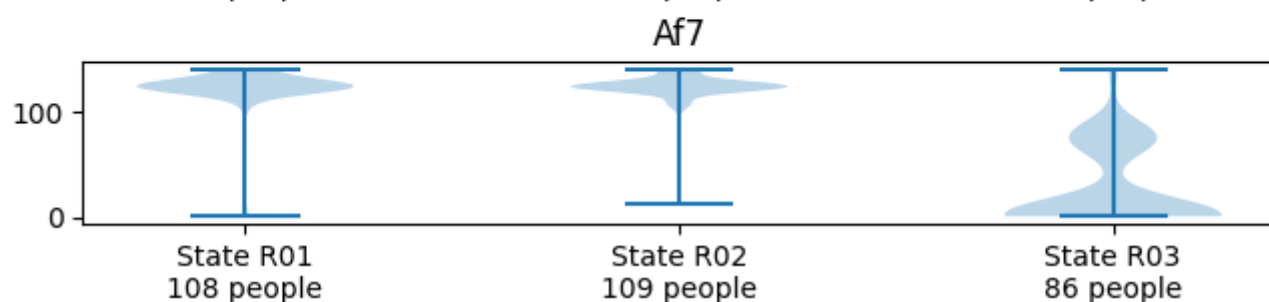
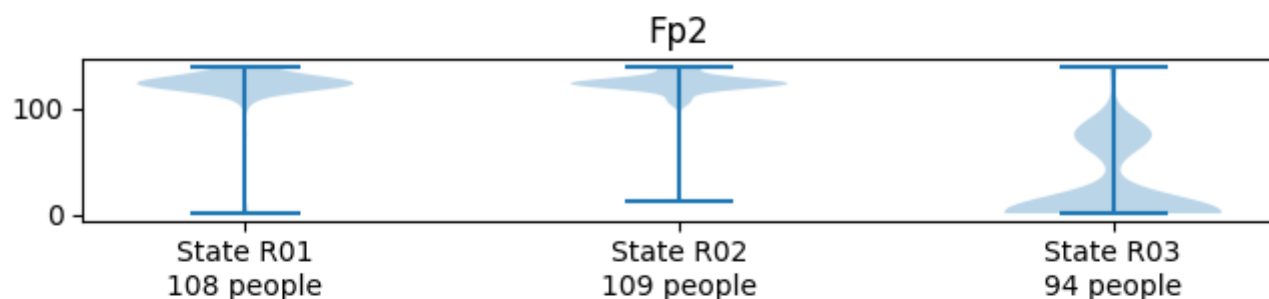
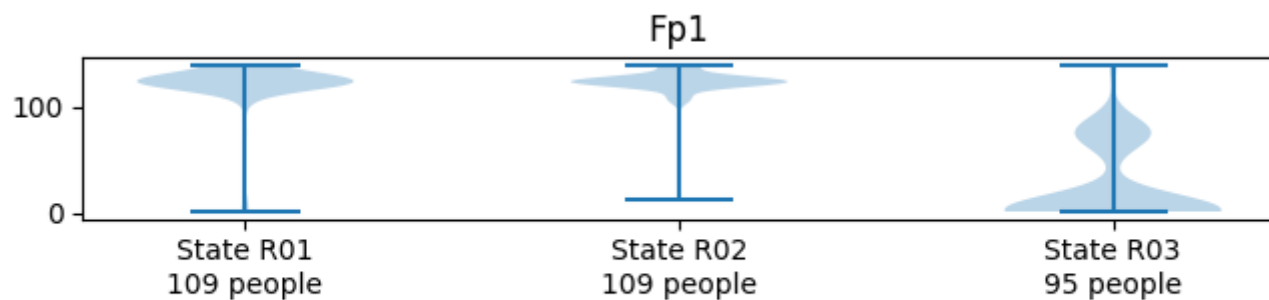
## Determinism (DET)



## Average diagonal line length (L)



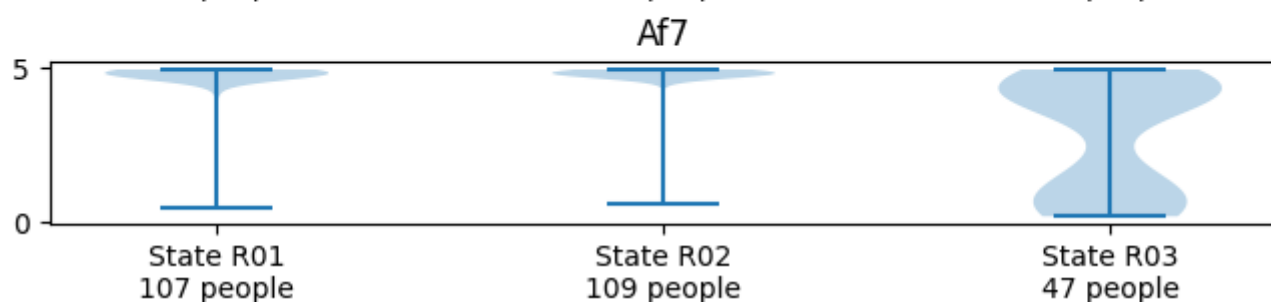
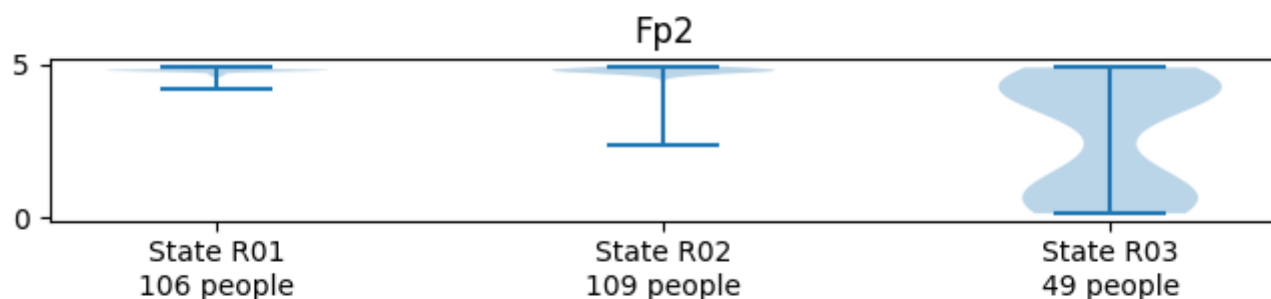
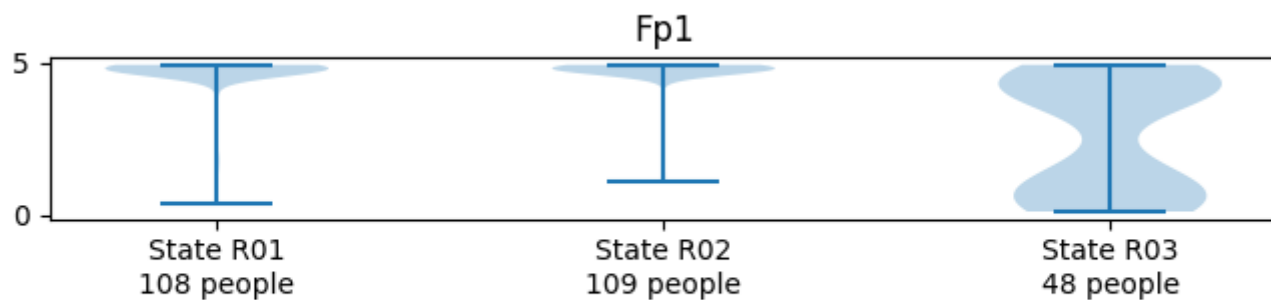
## Longest diagonal line length ( $L_{\max}$ )



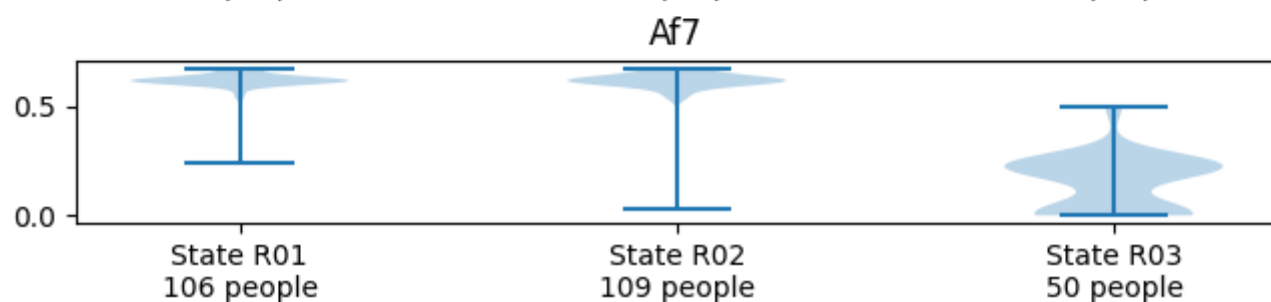
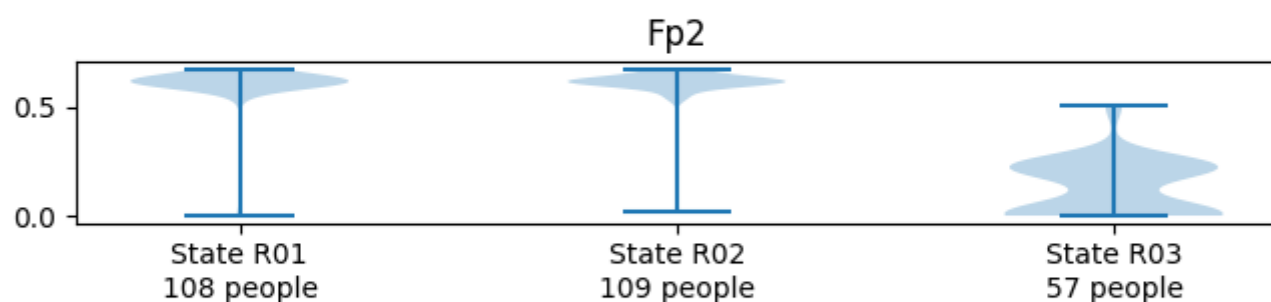
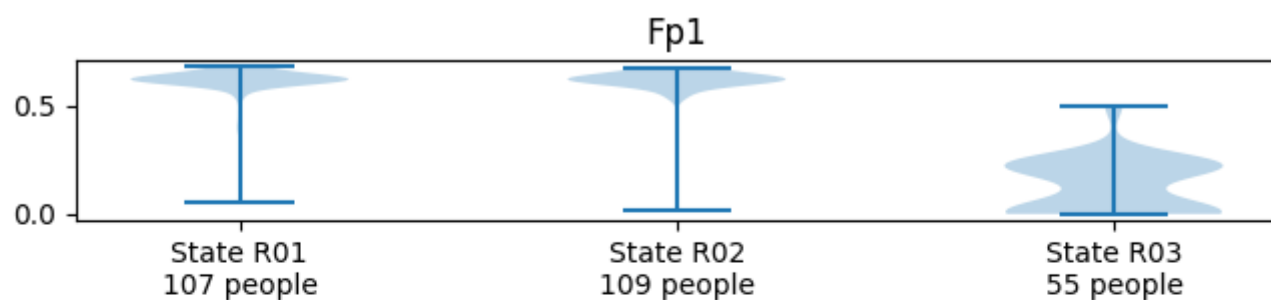
## Divergence (DIV)



## Entropy diagonal lines (L\_entr)

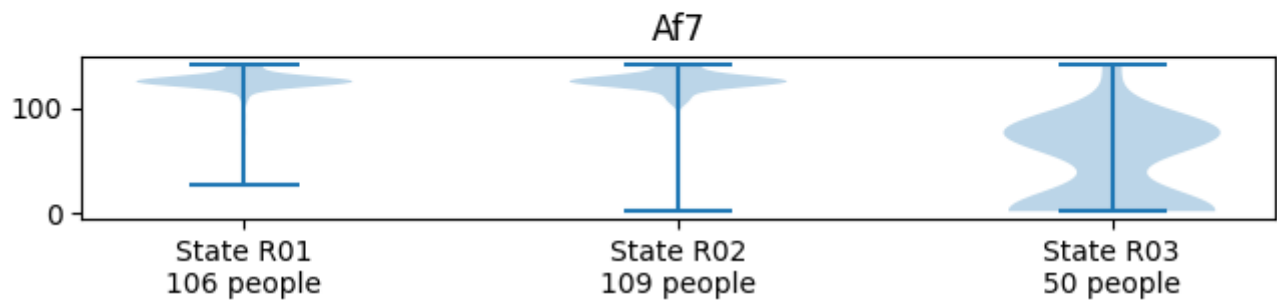
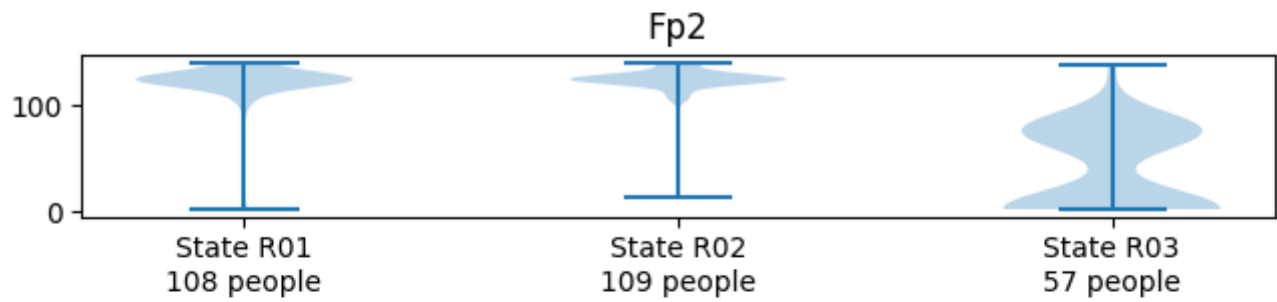
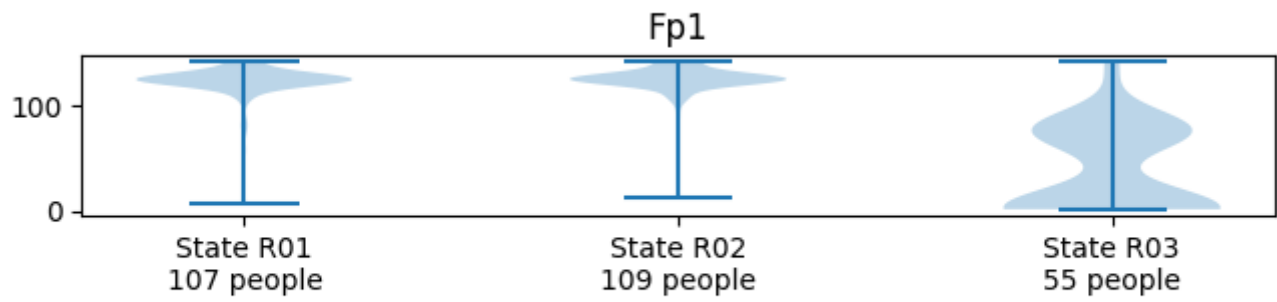


## Laminarity (LAM)

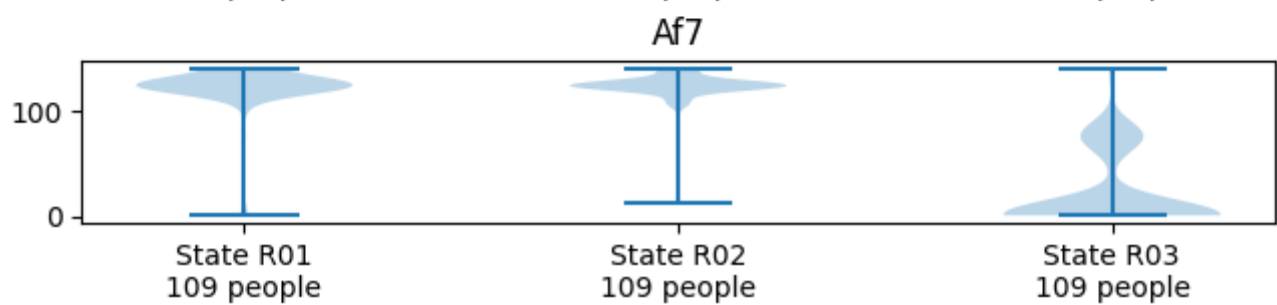
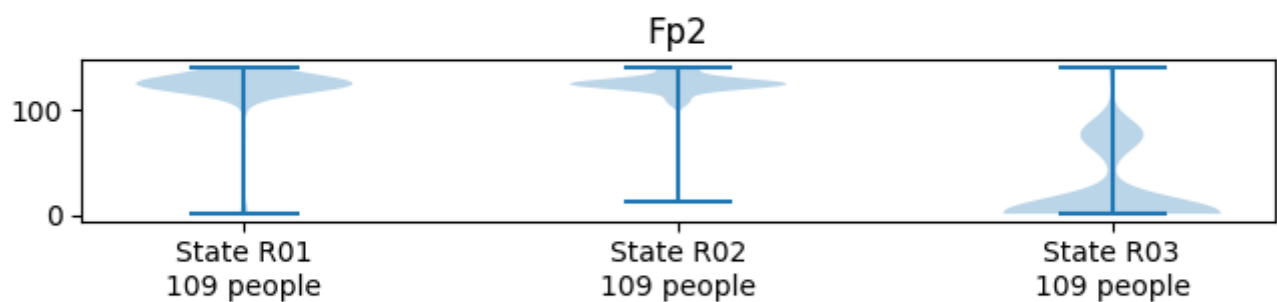
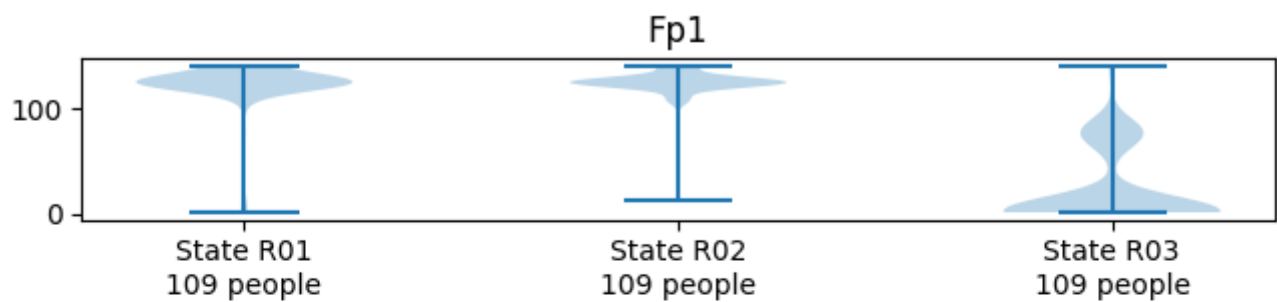




## Trapping time (TT)

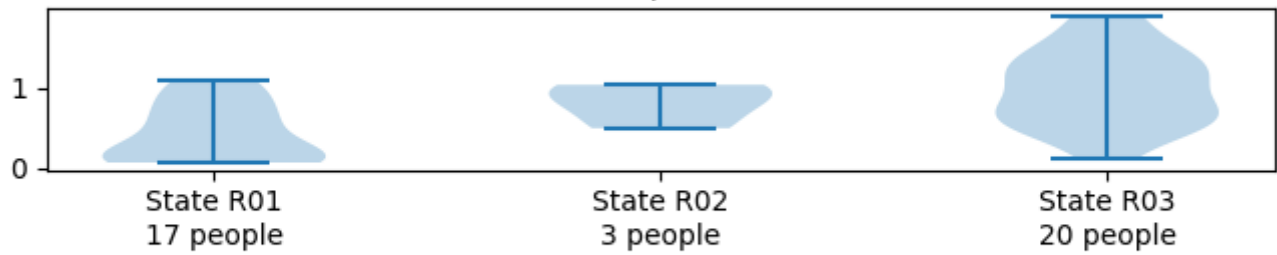


## Longest vertical line length (V\_max)

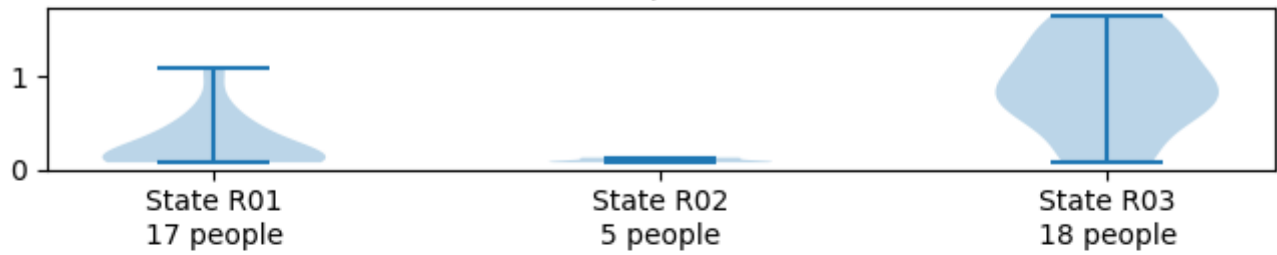


## Entropy vertical lines (V\_entr)

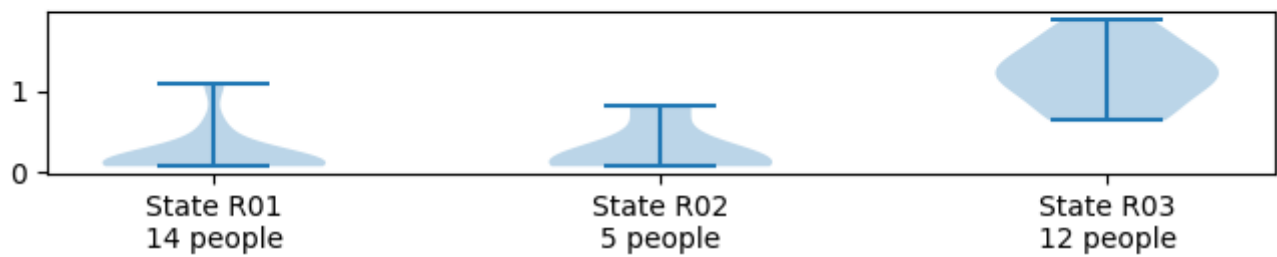
Fp1



Fp2

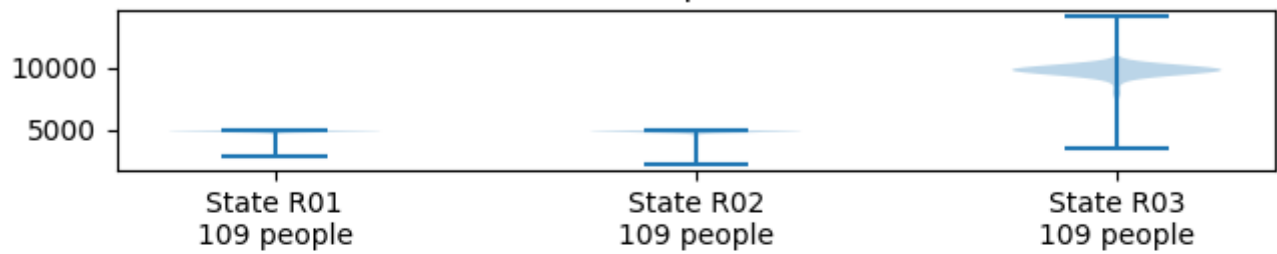


Af7

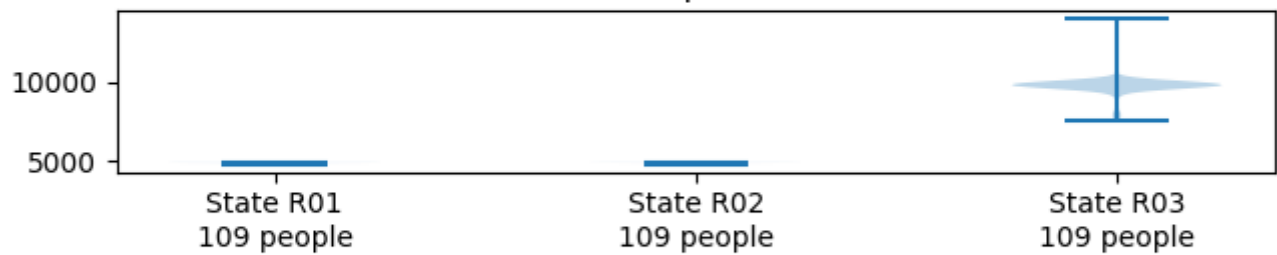


## Average white vertical line length (W)

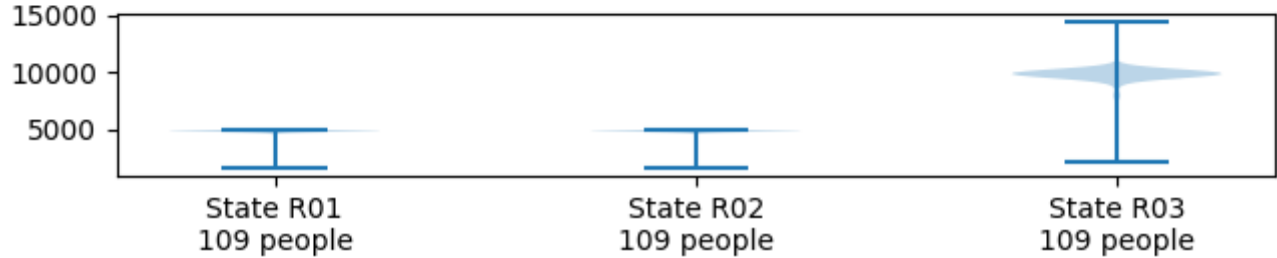
Fp1



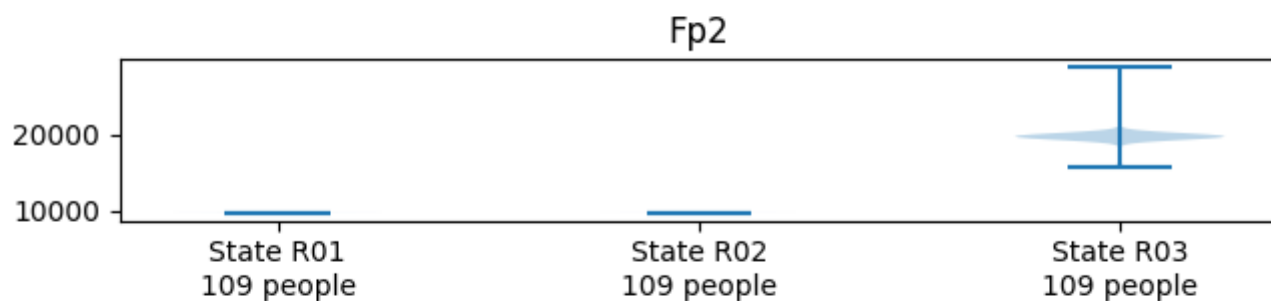
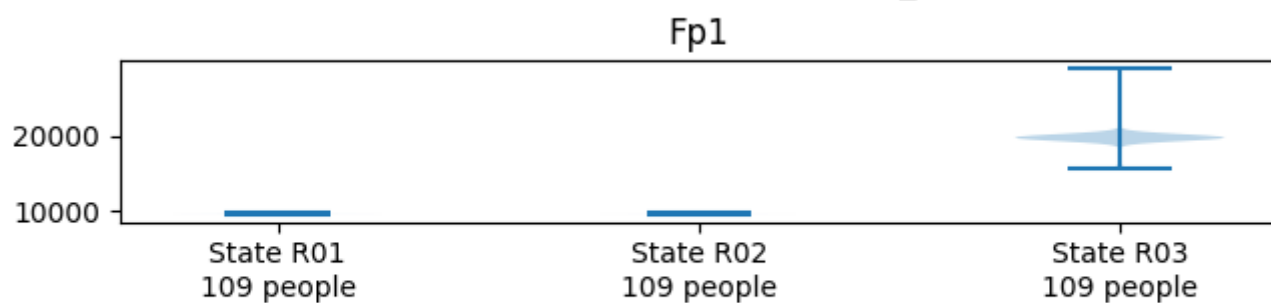
Fp2



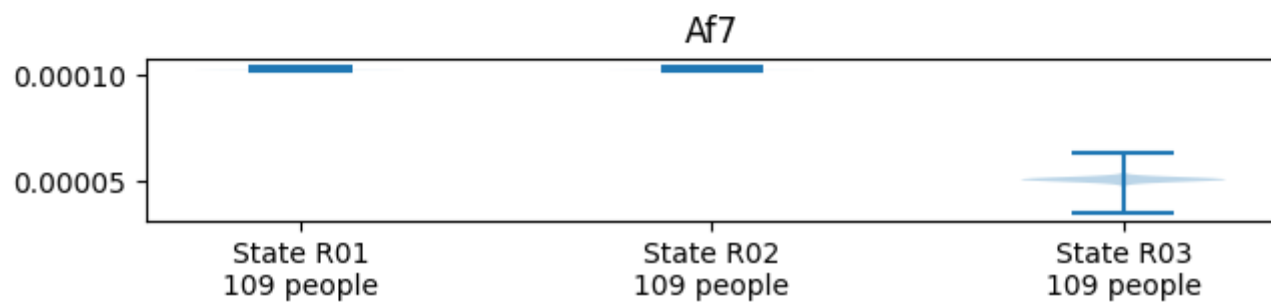
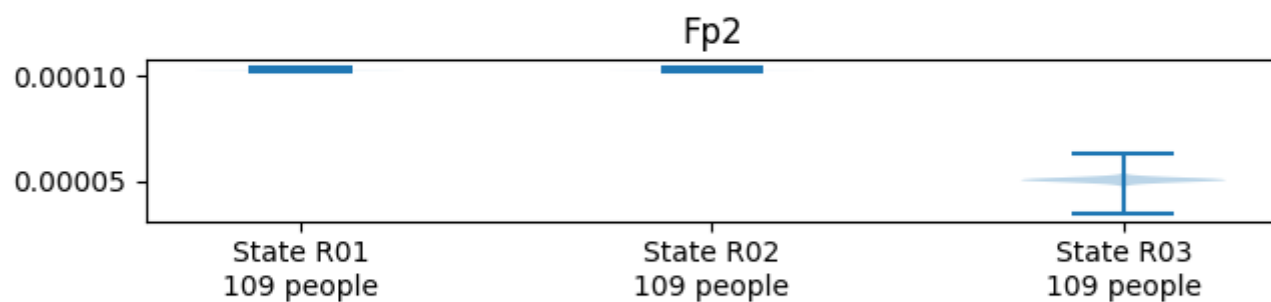
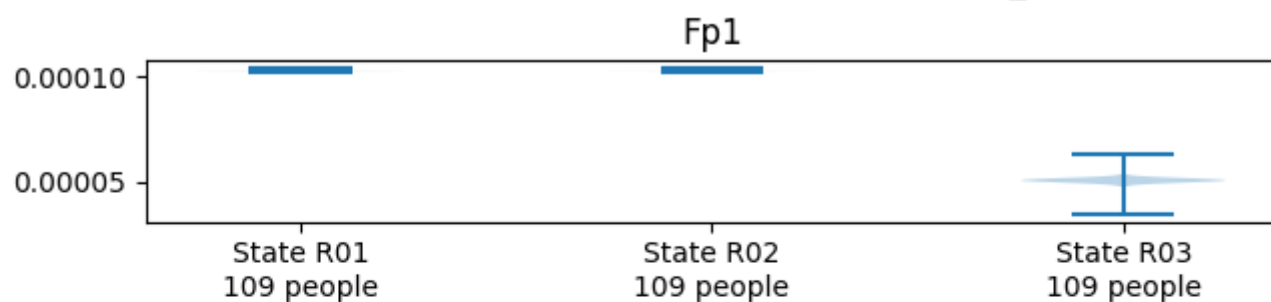
Af7



## Longest white vertical line length (W\_max)

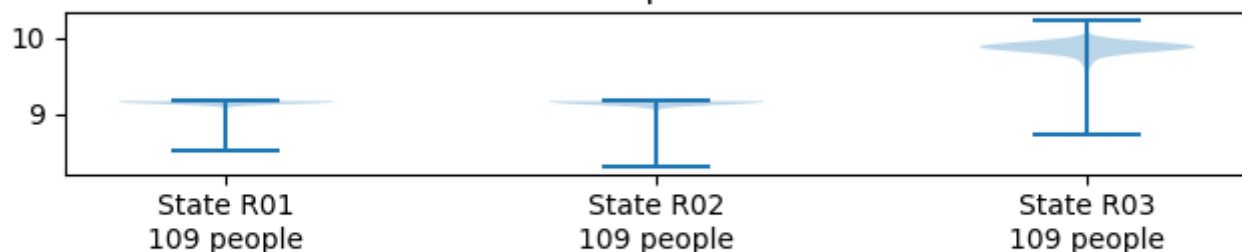


## Longest white vertical line length divergence (W\_div)

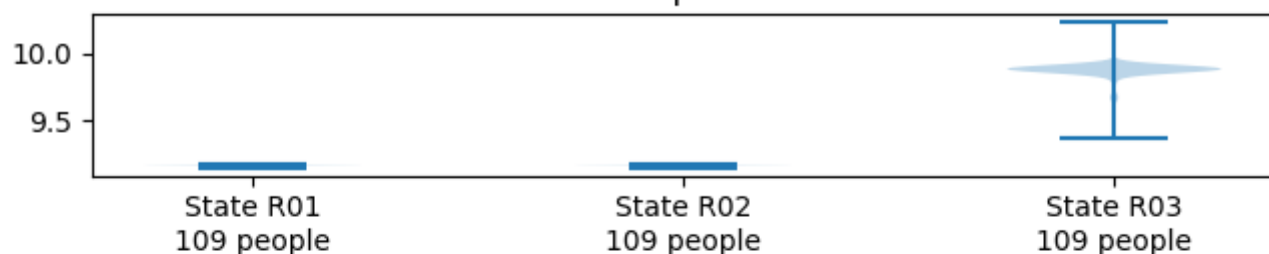


## Entropy white vertical lines (W\_entr)

Fp1



Fp2



Af7



## Ratio determinism / recurrence rate (DET/RR)

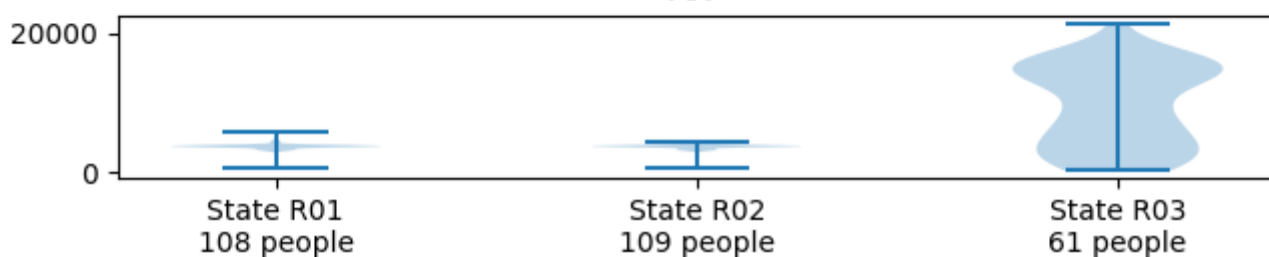
Fp1



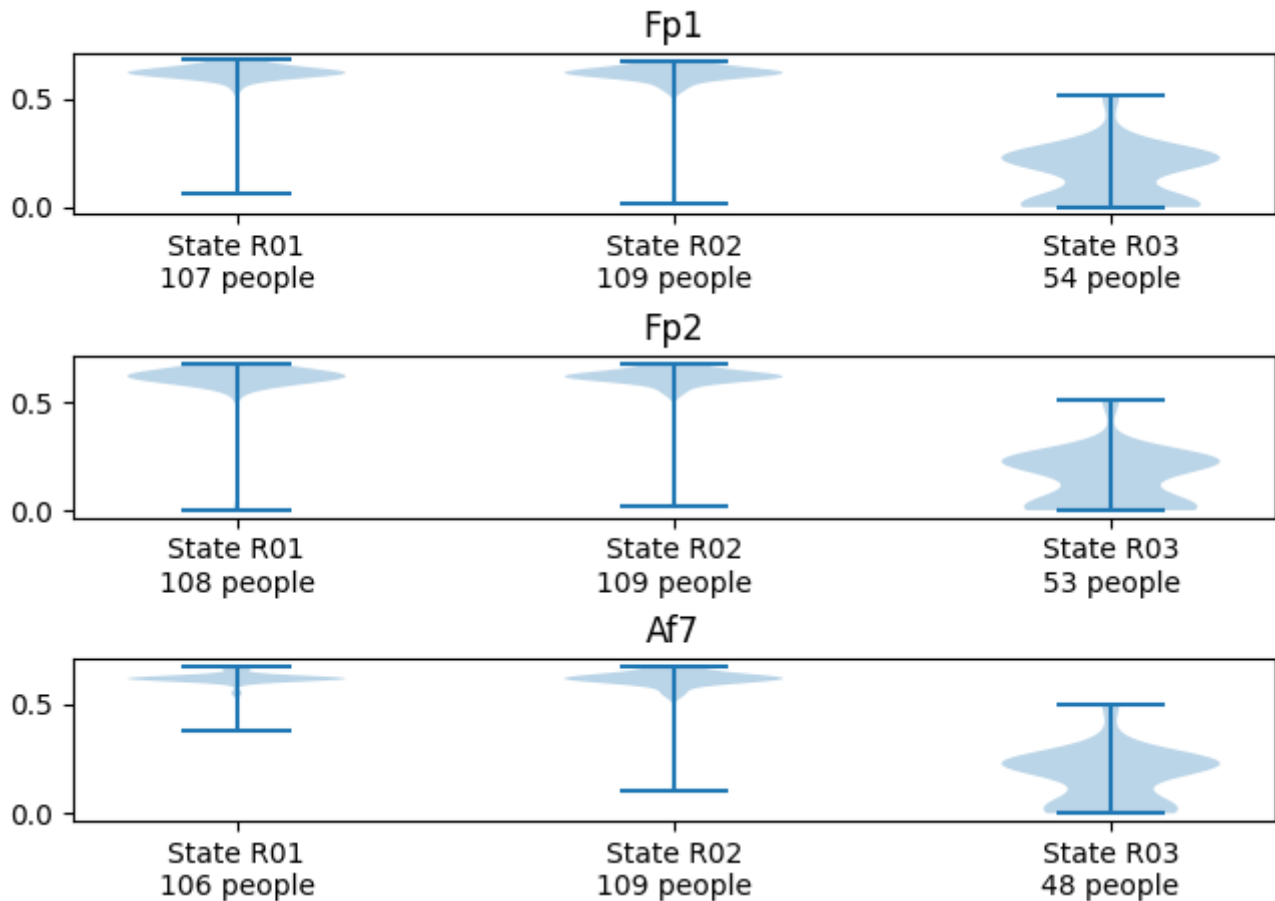
Fp2



Af7



## Ratio laminarity / determinism (LAM/DET)



### Посилання:

1. [Schalk, G., McFarland, D.J., Hinterberger, T., Birbaumer, N., Wolpaw, J.R. BCI2000: A General-Purpose Brain-Computer Interface \(BCI\) System. IEEE Transactions on Biomedical Engineering 51\(6\):1034-1043, 2004.](#)
2. Rawald, T., Sips, M., Marwan, N. (2017): PyRQA - Conducting Recurrence Quantification Analysis on Very Long Time Series Efficiently. - Computers and Geosciences, 104, pp. 101-108.