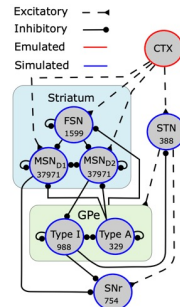
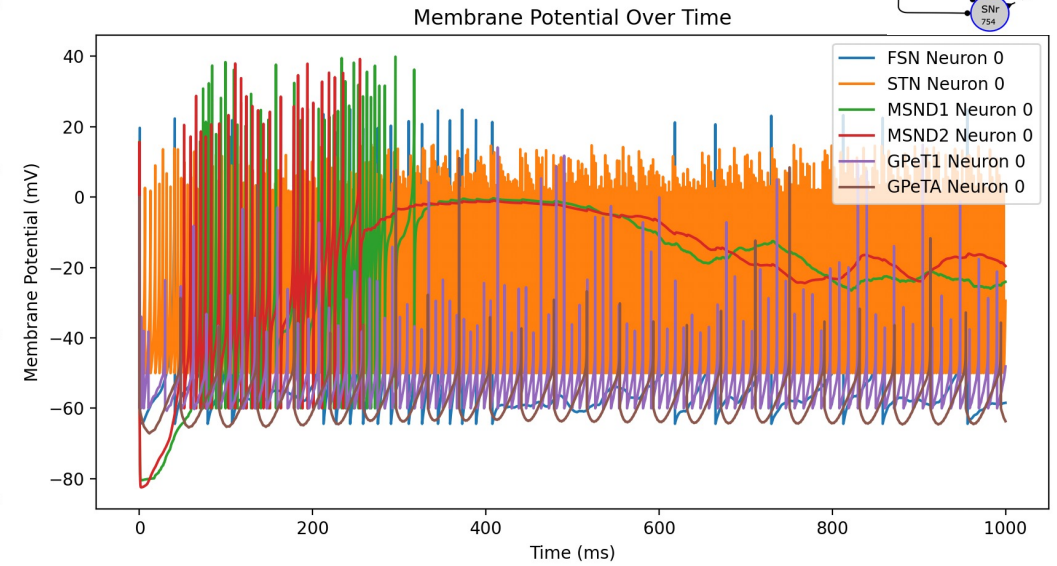
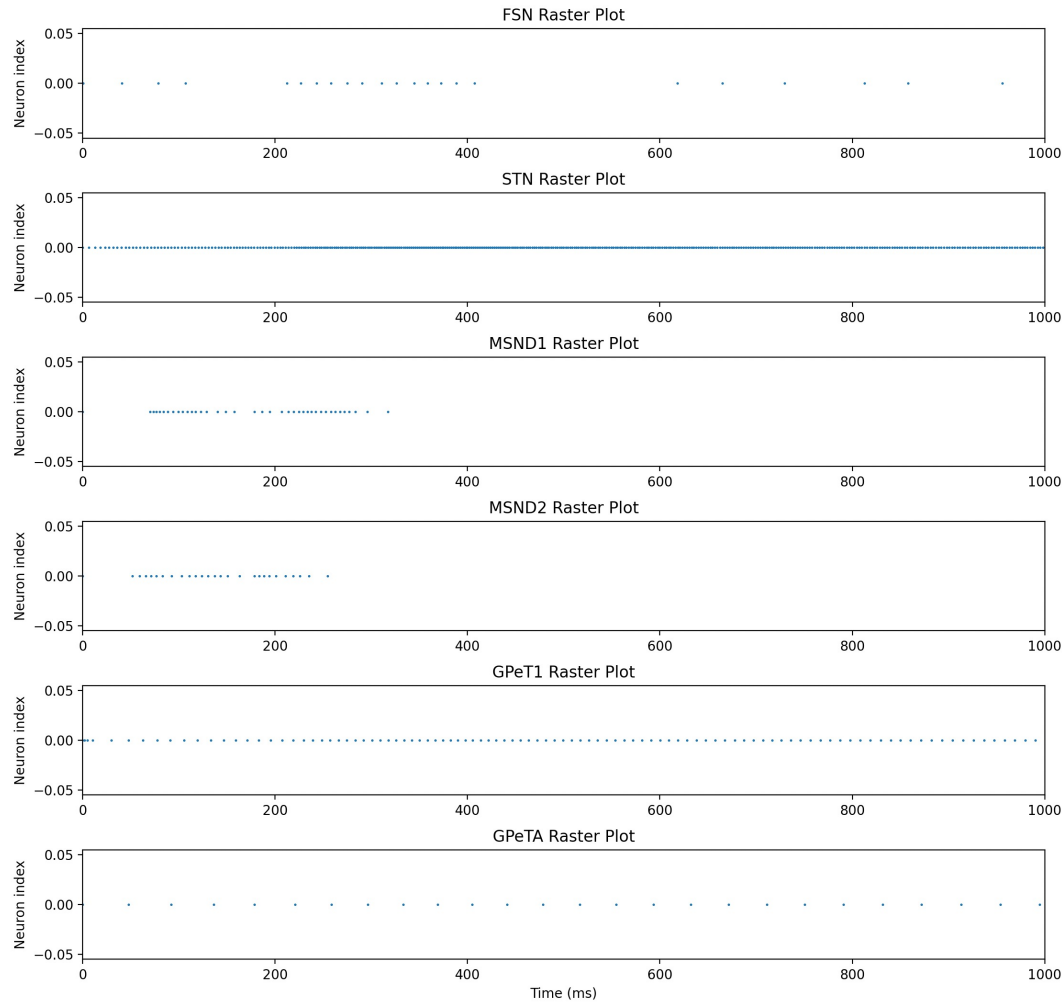


# Neuron Model Test



- 모든 연결에 대해 weight를 고정하고 한 개의 뉴런들만 연결한 결과
- MSN의 경우 input이 강해지는 시점에서 firing이 지속되다가 특정 범위의 값을 지속적으로 유지
- STN은 CTX로부터 input을 받기 때문에 firing이 지속됨
- FSN은 CTX, GPe로부터 input을 받기에 firing이 증가하다가 특정 시점부터 감소하는 경향을 보임

# Summary

---

## 전체적인 수정 내용

### Without stimulus

- Post neuron population을 고려하여 뉴런 셀이 받는 총 input 계산
- Lindahl 논문 참고해 connection probability 수정
- Weight 수정
  - 0.6~1.2까지 receptor type에 따라 고정해가며 변경
  - post 뉴런을 기준으로 weight를 고정해가며
  - Github에서 참고하여 특정 뉴런 간 음수 weight도 적용
- U 수정
  - Initialize를 위한 u 입력
- Defaultclock.dt 변경해가며 시뮬레이션
- Synapse에서 overlap 되는 부분 수정
  - get\_receptor\_params 함수 수정
  - 조건문에서 elif를 if로 수정

### Inject stimulus

# Neuron Model Test

- Post neuron population을 고려하여 뉴런 셀이 받는 input 계산

## Simulation Result

FSN 평균 발화율: **4.29 Hz**

MSND1 평균 발화율: 9148.90 Hz

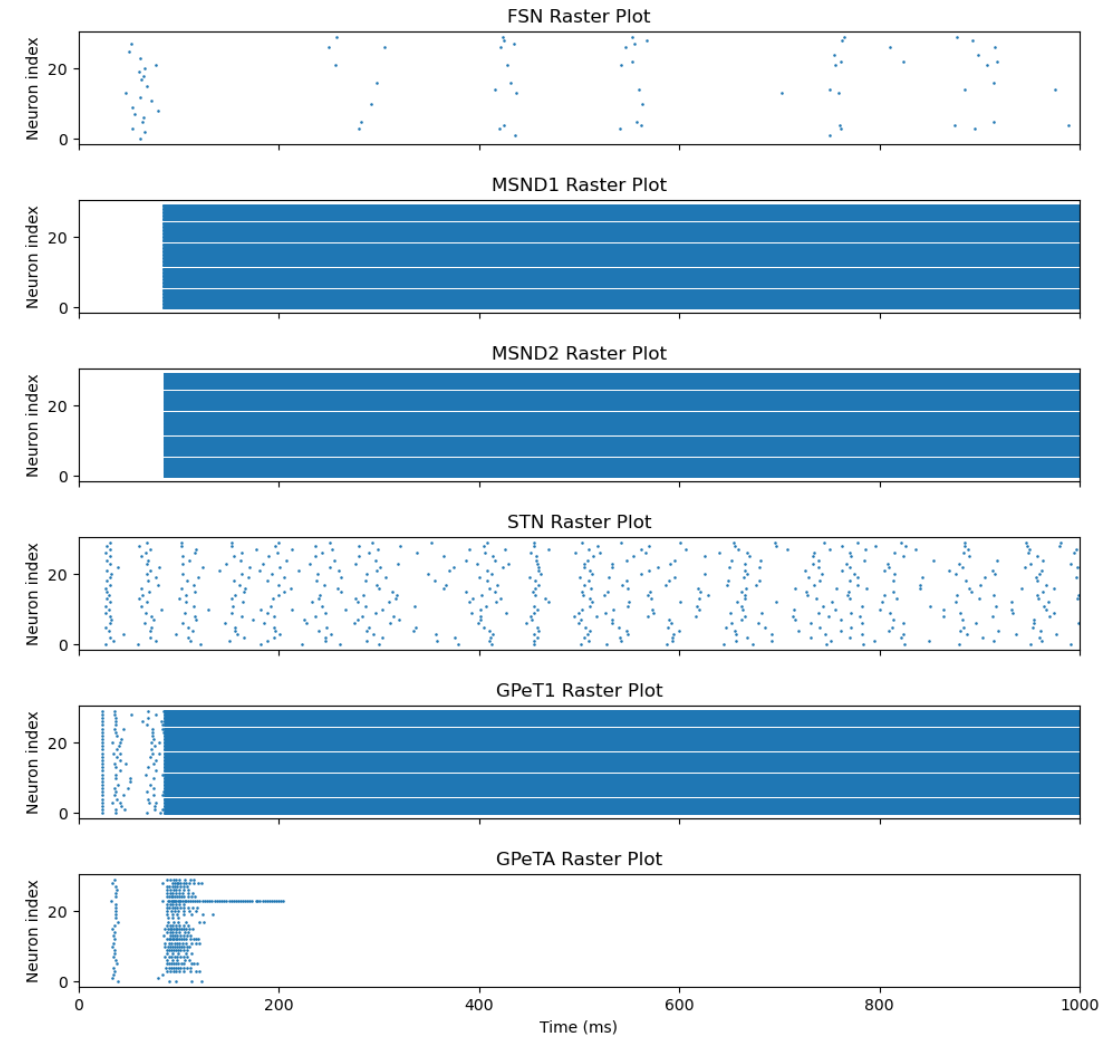
MSND2 평균 발화율: 9144.00 Hz

STN 평균 발화율: **20.28 Hz**

GPeT1 평균 발화율: 4574.20 Hz

GPeTA 평균 발화율: **9.44 Hz**

## Without stimulus



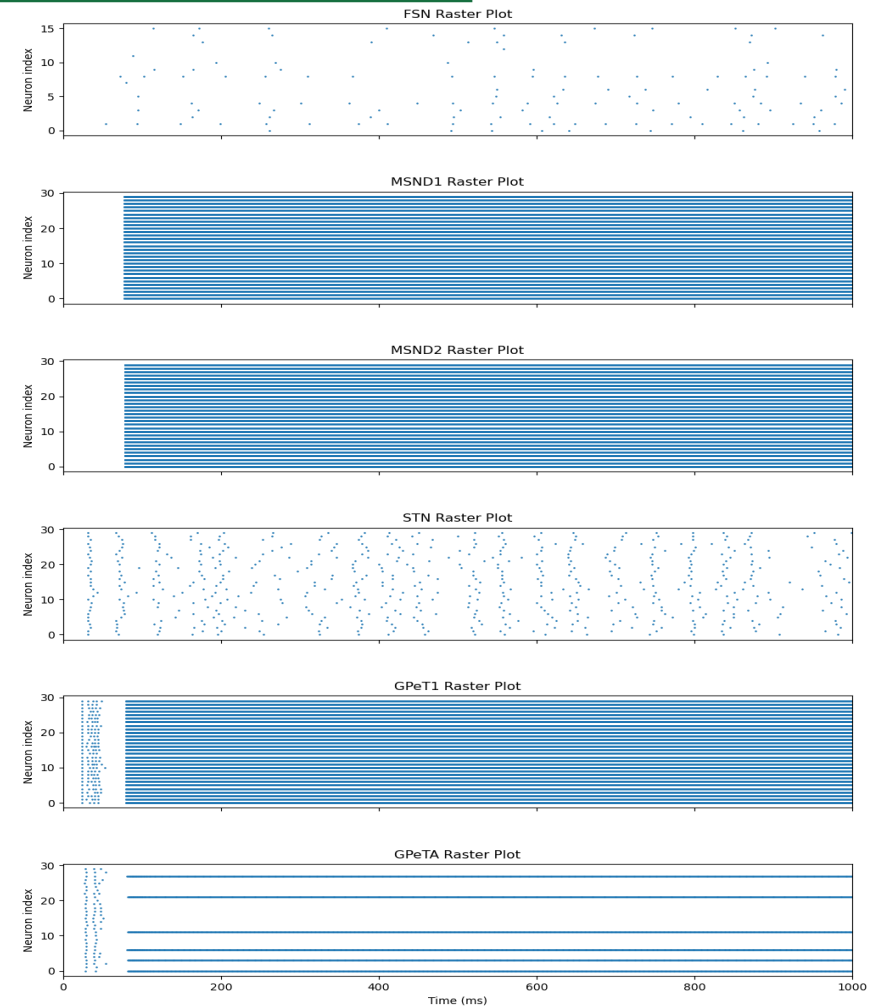
# Neuron Model Test

- QIF모델 단위 변경
  - volt/second -> mV/ms
- Lindahl 논문 참고해 connection probability 수정

## Simulation Result

FSN 평균 발화율: **8.31 Hz**  
MSND1 평균 발화율: 9224.17 Hz  
MSND2 평균 발화율: 9217.90 Hz  
STN 평균 발화율: **19.61 Hz**  
GPeT1 평균 발화율: 4575.96 Hz  
GPeTA 평균 발화율: 296.45 Hz

## Without stimulus



Lindahl, Mikael, et al. "Signal enhancement in the output stage of the basal ganglia by synaptic short-term plasticity in the direct, indirect, and hyperdirect pathways." *Frontiers in computational neuroscience* 7 (2013)

# Neuron Model Test

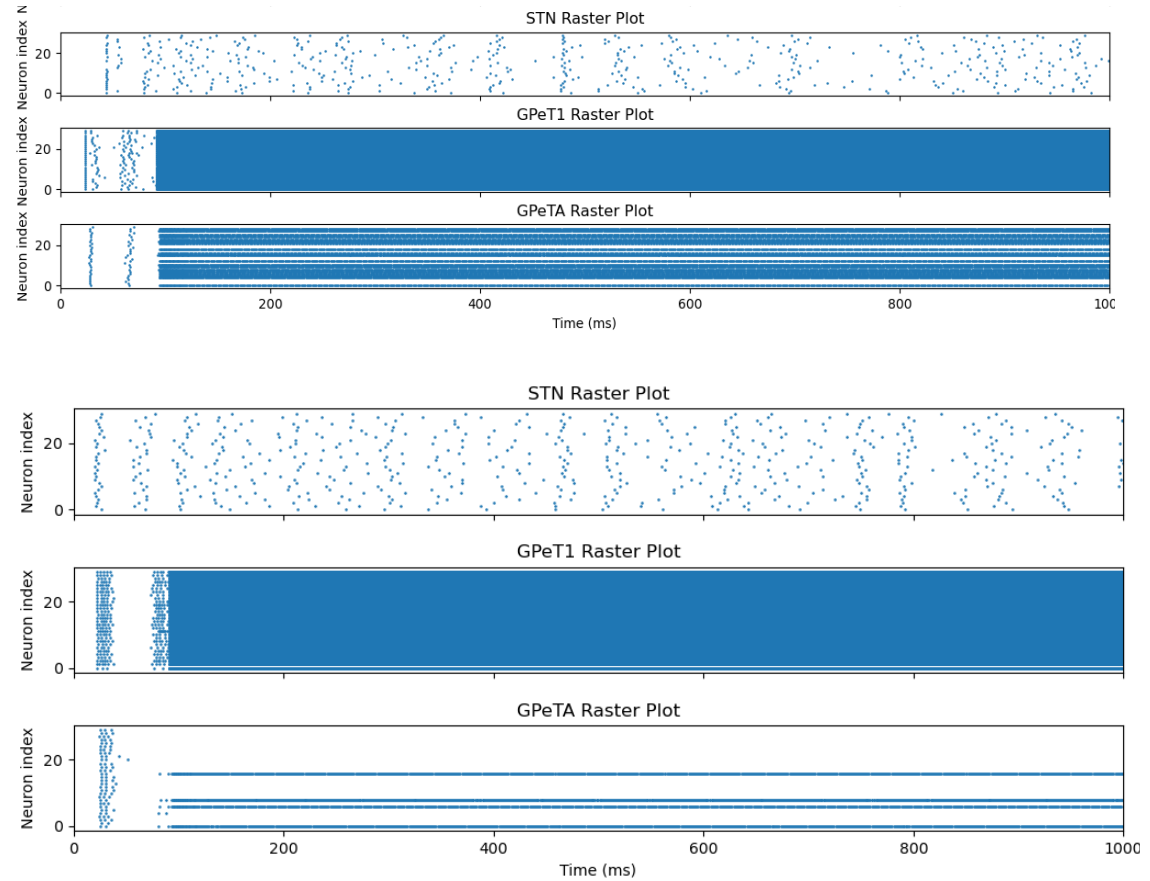
- Weight 수정

## Simulation Result

FSN 평균 발화율: 6.06 Hz  
MSND1 평균 발화율: 9100.21 Hz  
MSND2 평균 발화율: 9097.53 Hz  
STN 평균 발화율: 17.83 Hz  
GPeT1 평균 발화율: 4500.44 Hz  
GPeTA 평균 발화율: 511.76 Hz

FSN 평균 발화율: 6.06 Hz  
MSND1 평균 발화율: 9100.21 Hz  
MSND2 평균 발화율: 9097.53 Hz  
STN 평균 발화율: 17.83 Hz  
GPeT1 평균 발화율: 4500.44 Hz  
GPeTA 평균 발화율: 511.76 Hz

## Without stimulus



# Neuron Model Test

- Weight, p 수정
  - Weight 모두 1.2에서 고정한 것에서 ampa, nmda weight 감소

## Simulation Result

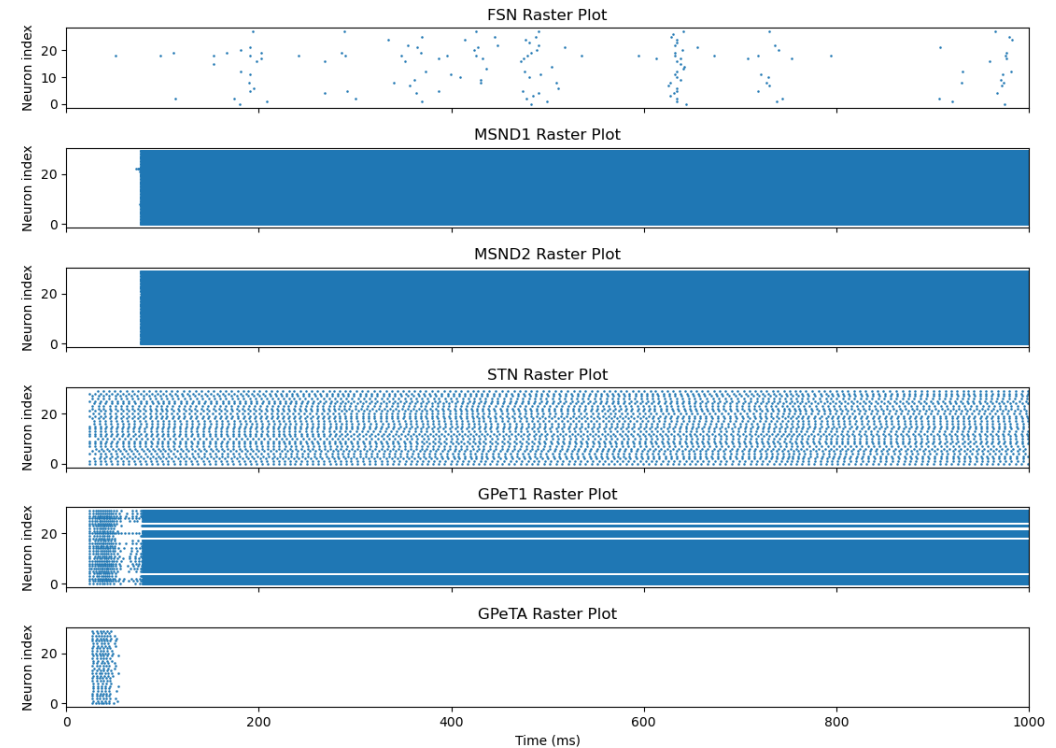
FSN 평균 발화율: 5.25 Hz  
MSND1 평균 발화율: 9226.43 Hz  
MSND2 평균 발화율: 9224.88 Hz  
STN 평균 발화율: 160.92 Hz  
GPeT1 평균 발화율: 4161.35 Hz  
GPeTA 평균 발화율: 6.16 Hz

- 모든 뉴런에 대해 initialize를 위한 u 입력

## Simulation Result

FSN 평균 발화율: 6.35 Hz  
MSND1 평균 발화율: 9458.50 Hz  
MSND2 평균 발화율: 9456.94 Hz  
STN 평균 발화율: 160.32 Hz  
GPeT1 평균 발화율: 4736.94 Hz  
GPeTA 평균 발화율: 69.77 Hz

## Without stimulus



# Neuron Model Test

- Weight, p 수정
  - Post neuron0 FSN에 해당하는 경우 weight 1.2로 고정
  - CTX로부터 뉴런까지의 probability 수정

## Simulation Result

FSN 평균 발화율: 3.80 Hz

MSND1 평균 발화율: 736.27 Hz

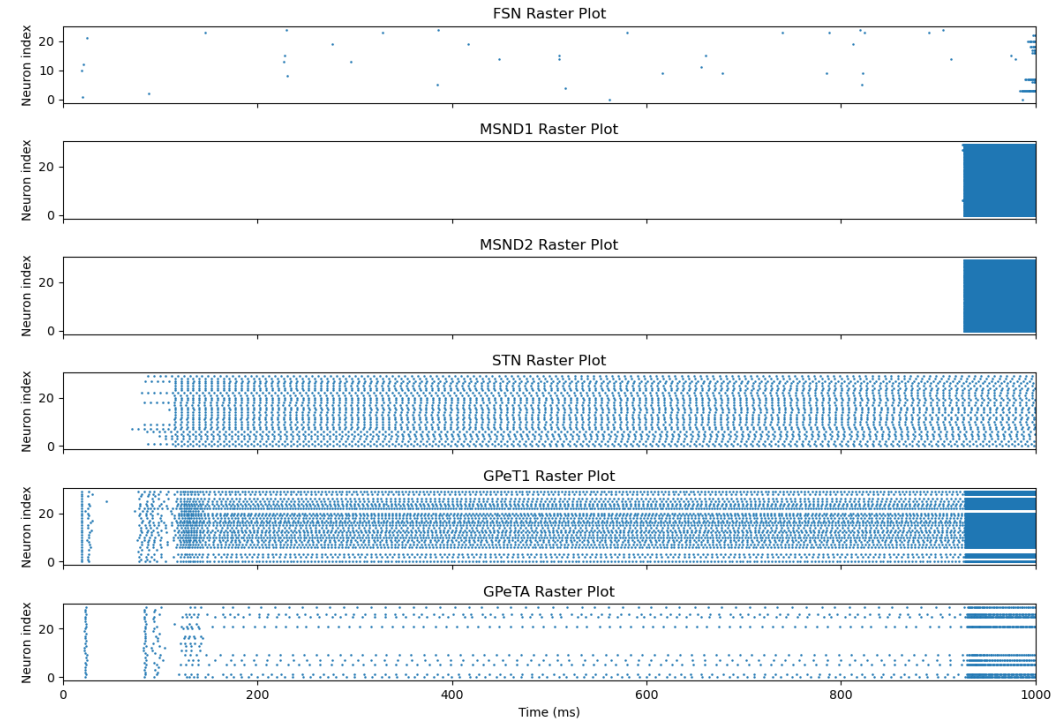
MSND2 평균 발화율: 735.33 Hz

STN 평균 발화율: 139.42 Hz

GPeT1 평균 발화율: 482.58 Hz

GPeTA 평균 발화율: 44.13 Hz

## Without stimulus

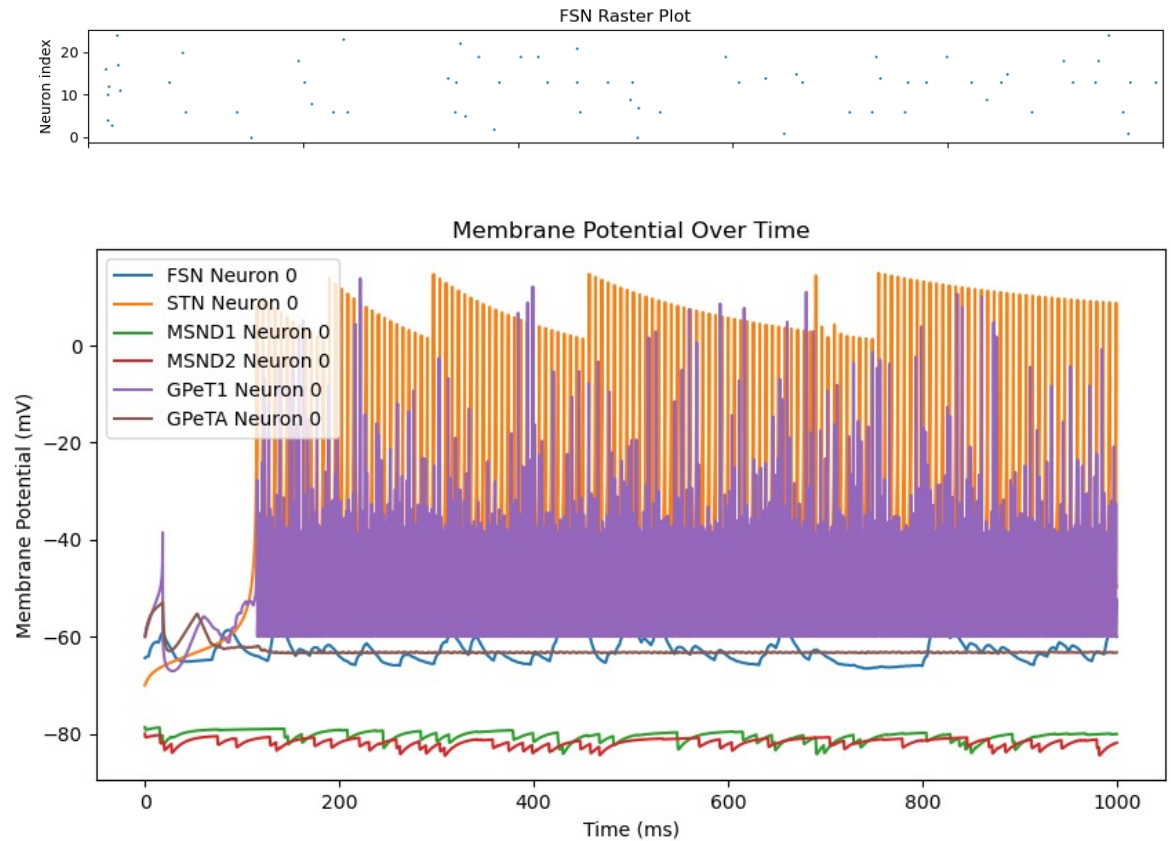


# Neuron Model Test

- Synapse 연결 부분에서 overlap 되는 부분을 방지하기 위해 get\_receptor\_params 함수 수정
  - 모든 synapse index를 출력한 결과, 기존 연결이 overlap 되는 부분이 있어서 post neuron을 기준으로 저장
- Poisson input 수식 추가로 수정
  - Post neuron의 개수에 따라 동적으로 동작되도록 수정
- Weight 1.2로 고정

FSN 평균 발화율: 0.13 Hz

## Without stimulus



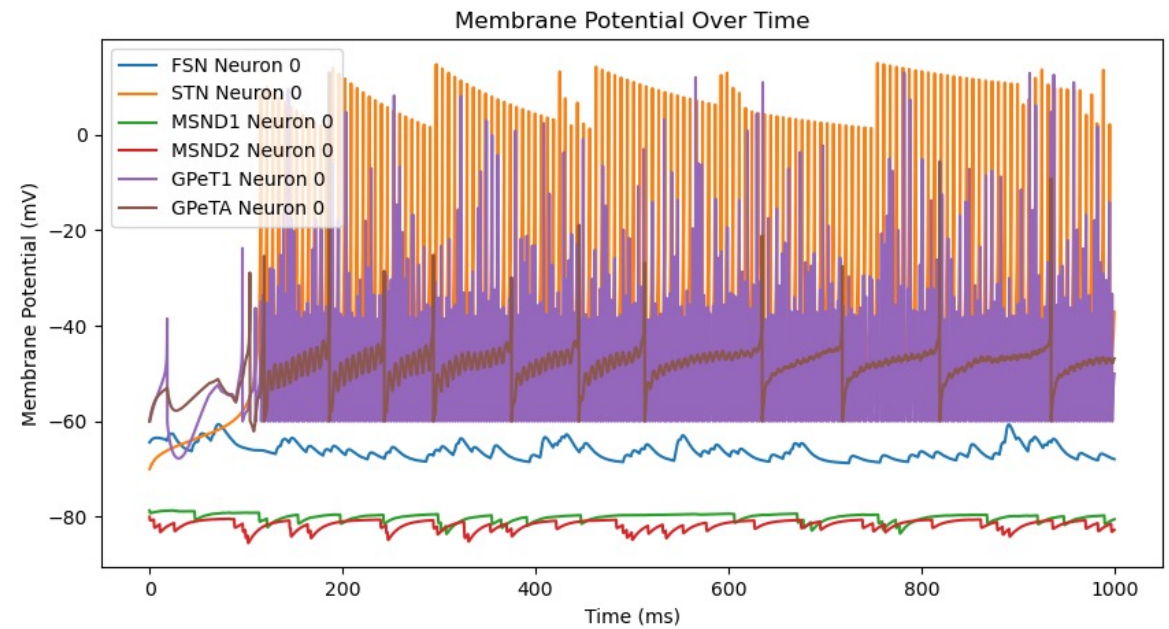


# Neuron Model Test

Without stimulus

- 동일한 조건에서 receptor type에 따라 weight를 변경한 결과

FSN 평균 발화율: 0.17 Hz



# Neuron Model Test

- 200ms에서 400ms까지 stimulus를 추가한 결과 membrane potential 패턴이 변화함
  - 특히 STN의 경우 stimulus 이후 지속적으로 감소하는 패턴을 보임
  - GPeTA의 경우 특정 시점부터 지속적으로 같은 값을 가짐
  - FSN에 대해서만 firing이 발생
- Defaultclock.dt를 높은 값으로 변경
- CTX에서 뉴런 셀까지의 probability를 증가
  - 외부 자극이 증가해서 firing이 밀도가 높아짐
  - MSND1, MSND2의 경우 stimulus가 부여된 시점부터 감소
  - FSN에 대해서만 firing이 발생

## Inject stimulus

