

## Análise de Sinais Discretos (ICE1010) - 2021/1

### 1ª Avaliação

Instruções gerais: crie um código para analisar os dados da forma indicada nas questões abaixo. Para cada questão, crie uma subseção própria dentro do seu código. Sempre que pertinente, comente seu código para indicar a questão a qual se refere bem como o que as linhas de código estão fazendo; ainda, as rotinas devem gerar gráficos os mais “caprichados” quanto possíveis (i.e., com nomes para os eixos/grupos, utilização de recursos de cores, etc).

### DATASET 1

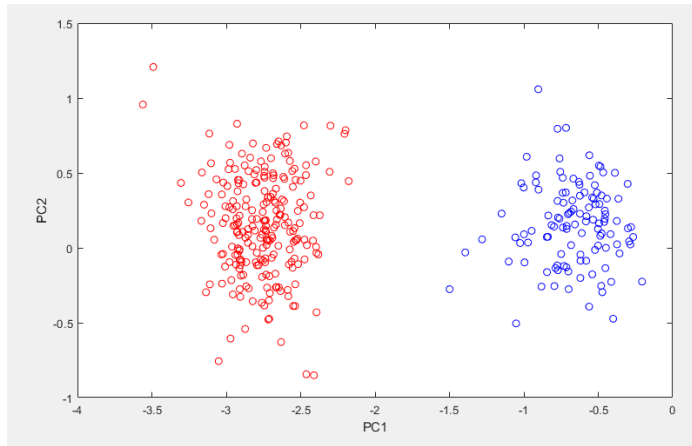
O arquivo MUA.mat possui a atividade multi-unitária (*multi-unit activity*) registrada a partir de um tetrodo (i.e., 4 canais), com taxa de amostragem (*sampling rate*) de 30 KHz. Utilizando este dado, faça uma rotina que:

- 1) Crie um vetor com a marcação do tempo do registro para este sinal, e plote cada canal em uma linha separada. Utilize *labels* adequados para os eixos (e.x., “Tempo (s)” vs “Canal #”).
- 2) Utilizando o canal 1, faça uma rotina que identifique os tempos de disparos da atividade multi-unitária utilizando como limiar (*threshold*) o valor de 0.18. Plote o sinal do canal 1 junto com marcações indicando os tempos de disparos identificados.
- 3) Baseado nos tempos de disparos identificados acima, crie uma rotina que armazene os formatos de onda (*waveforms*) dos potenciais de ação registrados extracelularmente para cada um dos 4 canais (tendo sempre como referência os tempos de disparos identificados no canal 1). Utilize uma janela  $\pm 0.5$  ms centrada no disparo (ou seja, cada disparo possuirá 31 amostras de voltagem). Em seguida, crie uma matriz a partir da concatenação dos 4 formatos de onda (para cada tempo de disparo) e plote. Note que esta matriz possuirá dimensão de Número de Disparos Identificados X 124 amostras de voltagem. O resultado deve ser similar ao abaixo:



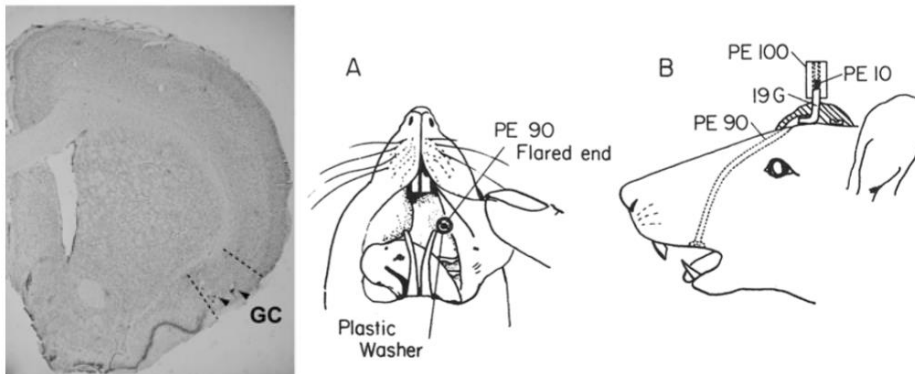
- 4) Utilizando a matriz com os formatos de onda construída acima, a) compute sua matriz de covariância, e b) os componentes principais e variâncias associadas, ordenando-os de maior a menor variância. Ainda, c) plote os dois primeiros componentes (e.x., utilizando um *stem plot*), e o gráfico de *scree* (número do componente vs variância associada) para os 10 primeiros componentes principais.

- 5) Em seguida, projete e plote num gráfico 2D os atributos das ondas utilizando os dois primeiros componentes principais. Ainda, utilize um algoritmo de *k-means* para identificar 2 agrupamentos (*clusters*) neste gráfico. O resultado deve ser similar ao abaixo:



- 6) Finalmente, num subplot (2,1,1) plote o formato de onda médio para cada um dos clusters (i.e., para cada um dos dois neurônios identificado), e, em outro subplot (2,1,2), plote o rastergrama de disparos para estas duas células. Para o último gráfico, utilize como *labels* dos eixos “Tempo (s)” e “Neurônio #”

## DATASET 2



Protocolo Experimental: O arquivo *SpikeGustatoryCortex.mat* possui os tempos de disparos de neurônios do córtex gustativo (GC) de ratos enquanto estes experimentam diferentes sabores (“gostos”) através de alíquotas de líquido administradas sobre a língua por meio de uma cânula intraoral. Cada *trial* consiste de 3.5 segundos, registrados no seguinte protocolo: 1.0 segundo de atividade basal e 2.5 segundos de atividade pós-gosto. Isto é, em cada *trial* a alíquota com o gosto é administrada após 1 segundo de registro. O arquivo possui uma célula de 6 dimensões organizada da seguinte maneira:

DATASET: SpikeGustatoryCortex.mat

Protocolo: 1.0 segundo de basal; 2.5 segundos de atividade pós-gosto

Dimensões: 1 – Hemisférios (Esquerdo: 1, Direito:2)  
 2 – Número do rato (rato: 1, 2 e 3)  
 3 – Sessão (1-4, dias de experimento)  
 4 – Gosto (Salgado: 1, Azedo: 2, Amargo: 3, Doce: 4)  
 5 – Número do neurônio  
 6 – Número do *trial*

7) Faça um código que plote um rastergrama de disparos para uma única célula, um único gosto, através de todos os trials.

8) Expanda a rotina para plotar a resposta da célula para todos os gostos. Utilize algum recurso visual para indicar os diferentes gostos (por exemplo, a cor da marca do disparo, ou linhas separando os trials dos diferentes gostos).

9) Crie uma rotina que compute e plote um PSTH discreto com as contagens dos disparos. Adapte a rotina anterior para plotar em um subplot(3,1,[1 2]) o rastergrama, e no subplot(3,1,3) o PSTH.

10) Repita o procedimento acima, mas utilizando um PSTH contínuo.

11) Plote um PSTH contínuo utilizando todo o *dataset*; isto é, utilize todos os tempos de disparos de todos os neurônios encontrados nos diferentes ratos/sessões/hemisférios levando em conta todos os *trials* e todos os gostos (Na,Qu,Su,Ca). Interprete o resultado e estime a latência da resposta populacional.

12) Para neurônios individuais, calcule a frequência média de disparos durante o período pré administração dos estímulos gustativos (-1 a 0 segundos), imediatamente após a administração dos gostos (0 a +1 segundos), e tardiamente após os estímulos gustativos (+1.5 a +2.5 segundos). Expresse estas três frequências de disparos através de um gráfico com 3 barras, uma para cada período analisado.

13) A partir dos resultados acima, defina os neurônios como sendo do tipo PRE, POST1 e POST2. Isto é, neurônios PRE são aqueles que dispararam mais durante o intervalo de 1 segundo precedendo a administração dos gostos, neurônios POST1 dispararam mais de 0 a +1 s, e neurônios POST2 dispararam mais de +1.5 a 2.5 s. Construa e plote 3 PSTHs, um para cada tipo de neurônio; cada PSTH deve levar em consideração todos os neurônios classificados como sendo de um mesmo tipo.

### DATASET 3

Utilizando o arquivo *SpkBuz.mat*, que possui os tempos de disparos neuronais para 40 células (armazenado na variável do tipo célula chamada 'Raster') durante um registro de ~50 min (3000 segundos) de um animal explorando um campo aberto, resolva as seguintes questões:

- 14) Plote um gráfico de barras mostrando a quantidade de disparos de cada célula (i.e., "Neuron #" vs "Spike Count").
- 15) Compute e plote o histograma de intervalo entre disparos (ISI histogram), utilizando binagem de 5 ms, para os 9 neurônios com mais de 1000 disparos. Utilize um sub-painel para cada neurônio (e.x., subplot (3,3,X)). Use 250 ms como limite do eixo X.
- 16) Para os mesmos 9 neurônios, compute e plote seus autocorrelogramas também em sub-painéis distintos, utilizando 500 ms como *lag* máximo e binagem de 10 ms.
- 17) Compute e plote o correlograma cruzado entre o neurônio 29 (referência) e o neurônio 36 utilizando binagem de 10 ms e *lag* máximo de 4 segundos.
- 18) Obtenha os ISIs do neurônio 29, e faça uma rotina para embaralhar a ordem dos ISIs a fim de gerar trens de disparos "falsos" (*surrogate*) para este neurônio. Dica: utilize a função de soma cumulativa (*cumsum*).
- 19) Faça um *loop* para computar 100 trens de disparos falsos para o neurônio 29 e, para cada um, compute o correlograma cruzado 'surrogado' com o neurônio 36.
- 20) Finalmente, refaça a questão 17, mas desta vez plote junto, como limiar estatístico, a média + 2 desvios padrões dos correlogramas cruzados surrogados.