

《脑机智能导论》编程作业 HW2

Spike 信号分析

(2023 冬学期)

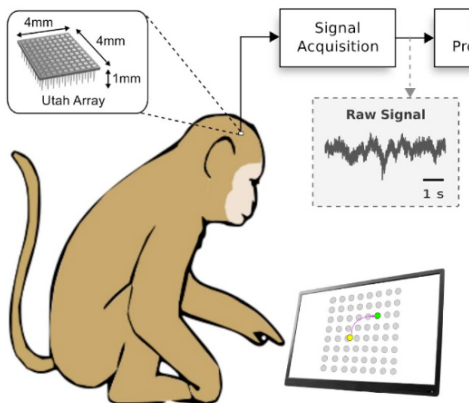
实验目标：分析神经元锋电位数据，了解神经元锋电位数据的基本分析和计算方法，了解基于神经元锋电位的运动轨迹解码方法。通过所提供的公开数据集，进行运动轨迹回归实战。

评分标准：完成实验并提交实验报告，重要代码请写入实验报告；全部代码请提交 Github 链接。

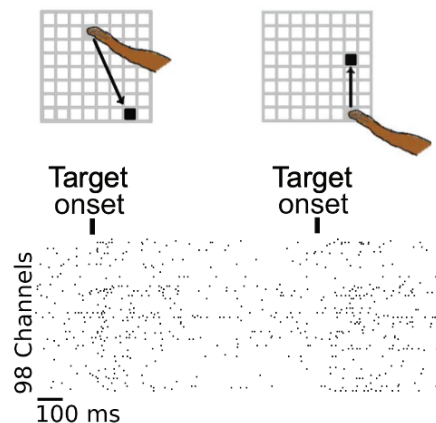
神经信号数据集：

- 网址：<https://zenodo.org/records/3854034>
- 请在网站自行查看数据描述








数据采集：猕猴运动区



实验范式：Random target pursuit



数据导读

 chan_names
 cursor_pos
 finger_pos
 spikes
 t
 target_pos
 wf

96x1 cell
90038x2 double
90038x3 double
96x5 cell
90038x1 double
90038x2 double
96x5 cell

通道数：96

运动数据：光标/指尖

神经数据：unsorted/sorted

采样点时间戳

目标出现信息

每个通道的神经元发放波形

具体任务：

任务 1、神经元锋电位信号分析（请自行选择数据、设计图示和可视化方法，20 分）

➤ 绘制神经元 raster 和 PSTH 图

思考：有哪些类型的 tuning？分别绘制例子？

➤ 绘制神经元的 tuning curve

思考：神经元 tuning 的运动参数，速度？位置？加速度？

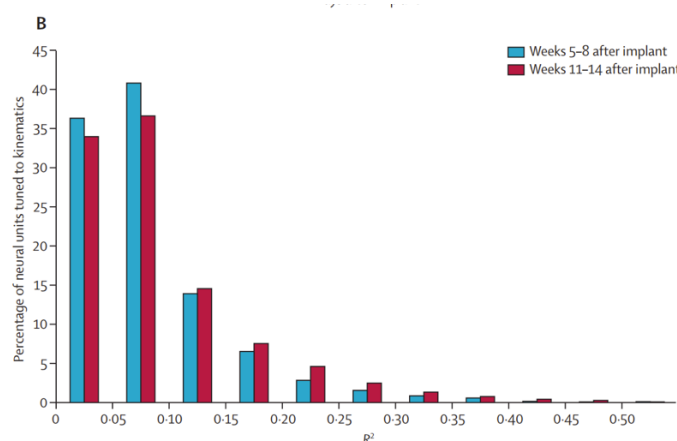
任务 2、神经元运动调制分析（自行设计实验和作图，30 分）

➤ 分析神经元对速度编码模型的拟合程度

下图是例子，可参考（来自论文：Collinger J L, Wodlinger B, Downey J E, et al.

High-performance neuroprosthetic control by an individual with tetraplegia[J]. The

Lancet, 2013, 381(9866): 557-564.)



任务 3、实战：基于卡尔曼滤波器的运动解码（自行设计实验和作图，40 分）

➤ 实验要点：

1) Q、R、P 初始值如何设置？

2) 不同 Q、R、P 初始值对计算结果的影响

3) 运动参数考虑三种情况，并实验论证对结果的影响

■ 只有位置/速度/加速度

■ 同时使用位置、速度

■ 同时使用位置、速度、加速度

4) 比较不同方法：线性回归、LSTM 等

任务 4、结论梳理（10 分）

- 用 100 字总结整个实验内容
- 用 200 字表明整个实验的结论

附加题：神经元锋电位分类（与论文分享二选一）

实验目标：实践神经元锋电位分类方法，通过 PCA 等方法对神经元放电波形进行降维和可视化，使用聚类方法进行神经元锋电位分类，并与手工分类结果进行比较。加分项：分析 bad case，提出可能的改进方案。

评分标准：完成实验并提交实验报告，重要代码请写入实验报告；全部代码请提交 Github 链接。

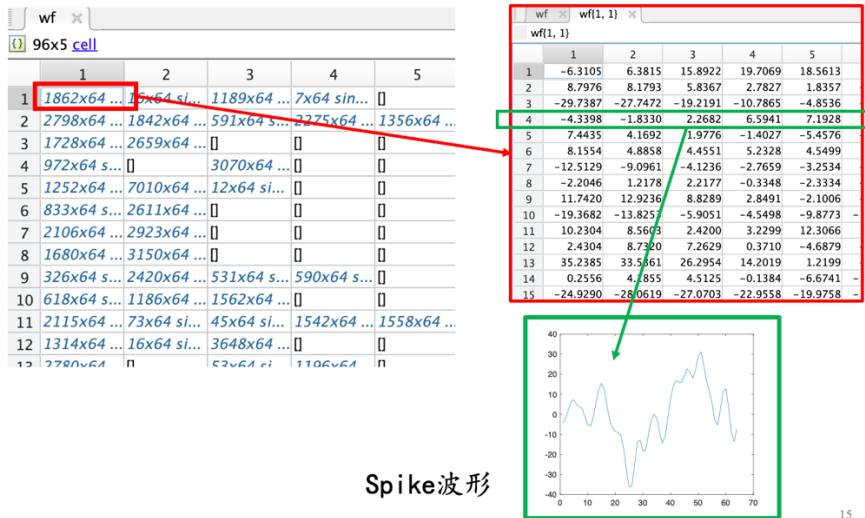
神经信号数据集：

- 网址：<https://zenodo.org/records/3854034>
- 请在网站自行查看数据描述

神经信号部分-波形图

• wf - n x u

◦ A cell array of spike event waveform "snippets". Each element in the cell array is a matrix of spike event waveforms. Each waveform corresponds to a timestamp in "spikes". Waveform samples are in microvolts.



Spike波形

任务 1：神经元锋电位波形可视化和分析（40 分）

- Spike 波形的 PCA 降维和可视化
- 基于 K-means 的神经元锋电位分类

任务 2：分类结果评估和分析（50 分）

- 设计评价指标并与 Ground truth 比较
- 建议以数据集中 wf2-5 列作为 ground truth

- 分析现有方法的问题

思考：举例 bad case，分析什么情况下自动神经元分类失效

- 加分项：方法优化的思考（+5 分）

任务 3：结论梳理（10 分）

- 用 100 字总结整个实验内容
- 用 200 字表明整个实验的结论