

لطفا حل مسائل، کد متلب و رسم شکلها را به پست الکترونیکی سرکارخانم دیانی (dayani.zahra@gmail.com) بفرستید.

۱- یک سیگنال **ABR** بصورت  $x(t) = x_s(t) + x_n(t)$  اندازه گیری می شود که  $x_s(t)$  سیگنال مطلوب (**ABR**) و  $x_n(t)$  نویزهای زمینه است. فرض می کنیم بین  $x_s(t)$  و  $x_n(t)$  همبستگی وجود ندارد و بین مولفه های مختلف نویز در سیگنال اندازه گیری شده مختلف نیز همبستگی وجود ندارد. با فرض آنکه:  $\sigma_s^2 = \text{var}(x_s(t))$ ،  $\sigma_n^2 = \text{var}(x_n(t))$ ،  $\text{cov}(x_s^{(i)}, x_s^{(j)}) = \rho \sigma_s^2$  برای استخراج **ABR** مطلوب با استفاده از روش متوسط گیری سنکرون و بهبودی به میزان  $k$  در نسبت سیگنال به نویز به چه تعداد متوسط گیری مورد نیاز است.

۲- این تمرین در ارتباط با میانگین گیری سنکرون برای استخراج پتانسیلهای برانگیخته همراه با نویز و پس زمینه EEG است. اطلاعات مورد نیاز برای تمرین در فایل `ex2data.mat` می باشد. متغیرها عبارتند از `eeg` (سیگنال EEG با نرخ نمونه برداری 250 Hz از الکترودهای `Cz-A1`)، `indf` (نقطه شروع هر تحریک منظم در نمونه ها) و `indd` (مربع شروع هر تحریک نامنظم در نمونه ها). اطلاعات با یک پروتکل خاص جمع آوری شده اند. در این پروتکل دو نوع از تحریکات منظم و تحریکات نامنظم (احتمال 15٪) بکار رفته اند. این تحریکات از همه نظر یکسانند، اما فرکانسهای مختلف دارند (برای مثال 550 Hz و 850 Hz). در شرایط نرمال پاسخ به تحریک نامنظم با پاسخ به تحریک متوالی متفاوت است. با استفاده از این پارادایم امکان آزمایش سطوح بالاتری از فعالیت قشر مغزی فراهم می شود. در این تمرین باید از پاسخهای مربوط به تحریک منظم و تحریک نامنظم به طور مجزا میانگین بگیرید و نسبت سیگنال به نویز را تفمین بزنید.

(الف) یک تابع Matlab بسازید که EEG و ثابتهای زمانی برای تحریک را به عنوان ورودی بگیرد و میانگین پاسخ به تحریک را به عنوان خروجی مناسبه کند. پنجره های زمانی را 50 تا 500 ms برای هر تحریک در نظر بگیرید. قبل از میانگین گیری مقدار DC هر نمونه سیگنال ثبت شده را حذف کنید (مقدار

میانگین). میانگین پاسفها را برای حالتی با تمریک منظم و تمریک نامنظم رسم کنید. آیا با هم متفاوتند؟ sweep برای هر کدام به دست آمده است؟

(ب) نسبت سیگنال به نویز را به روشی که در ضمیمه توضیح داده شده است، تفمین بزنید. با اضافه کردن ( $\pm$ )، فرانس به تابع خود، میانگینهای زوج و فرد sweepها را بدست آورید. میانگین زوج و فرد و اختلاف آنها را برای تمریکهای منظم رسم کنید. چه می بینید؟

SNR را برای پاسخ به تمریک منظم با تعداد 10,50,100,200,300,400 و همه sweepها، در پنجره هایی از 15 تا 200ms تفمین بزنید. بهبود در SNR را به ازاء تعداد sweepهایی که در هر مرحله میانگین گیری شرکت کرده اند، رسم کنید. چه نتیجه ای می گیرید؟

(ج) پاسخ ERP اصلی در باند 1 تا 20Hz است. یک فیلتر پایین گذر و یک فیلتر بالاگذر طراحی کنید که بقیه قسمتها را حذف نماید (متما باید شیفیت فاز را صفر کنید). از freqz.m برای مناسبه دامنه پاسفها استفاده نمایید. درجه فیلتر و فرکانس قطع آن را طوری تعیین کنید که پهنای باند 1 تا 20Hz تا حد امکان حفظ شود. پاسفهای بهترین فیلتر را برای دو نوع فیلتر (IIR, FIR) رسم کنید. شما کدام را انتخاب می کنید.

EEG را با استفاده از فیلترهای انتخابی و filtfilt.m فیلتر کنید. مراحل بالا را تکرار کنید و میانگین پاسفهای با تمریک منظم و با تمریک نامنظم را مناسبه کنید، SNR را مجدداً برای همه sweepها تفمین بزنید. آیا بهبود یافته است؟

The ( $\pm$ )-reference estimates the residual noise in evoked potentials by subtraction of two separate averages: one consisting of the odd-numbered sweeps ( $\bar{x}_1$ ), the other of the even-numbered sweeps ( $\bar{x}_2$ ). When  $x_i = s_i + n_i$  represents the  $i^{\text{th}}$  sweep, consisting of the single response  $s_i$  and the noise signal  $n_i$  that is uncorrelated to the stimulus, we can calculate  $\bar{x}_1$  and  $\bar{x}_2$  by:

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{k} \left( \sum_{i=1}^{2k-1} (s_i + n_i) \right)_{i=\text{odd}}, \quad \bar{x}_2 = \frac{1}{\ell} \left( \sum_{i=1}^{2\ell} (s_i + n_i) \right)_{i=\text{even}}, \quad k = \begin{cases} N/2 & N=\text{even} \\ N+1/2 & N=\text{odd} \end{cases}$$

$$\ell = \begin{cases} N/2 & N=\text{even} \\ N-1/2 & N=\text{odd} \end{cases}$$

where  $N$  is the total number of sweeps.

All single responses  $s_i$  are assumed to be identical during the recording and therefore no response term will remain in the subtraction  $\bar{x}'_N = \bar{x}_1 - \bar{x}_2$ . The subtraction of the noise terms  $n_i$  results in a noise estimate with a mean value of zero and variance  $\sigma_n^2$ . The expected residual noise power equals  $\sigma_n^2/N$ . The variance of the averaged signal  $\bar{x}$  divided by the variance of the ( $\pm$ )-reference  $\bar{x}'$  results in a true signal-to-noise power ratio  $P = \frac{\text{var}\{\bar{x}(t)\}}{\text{var}\{\bar{x}'(t)\}}$  where P equals to SNR for power.

Usually the SNR is computed for evoked potentials only over those latencies with most consistent response, e.g. for middle-latency auditory evoked potentials over 5-15ms.