



Sharif University of Technology
Department of Electrical Engineering

EE 25742-4

Signals and Systems

Winter-Spring 1395-96

Homework 3

Due Date: دوشنبه ۱۱ اردیبهشت

نحوه‌ی تحویل:

- گزارش کار با فرمت HW03_FamilyName_StudentNumber.pdf: در گزارش باید به تمامی سوالات تمرین پاسخ دهید، نمودارها و نتایج به دست آمده را ارائه کرده و توضیحات کلیه‌ی فعالیت‌هایتان را مکتوب کنید.
 - فایل اصلی متلب با فرمت HW03_FamilyName_StudentNumber.m: شامل کدی که تمام بخش‌های تمرین را اجرا کند. کد باید کامنت‌گذاری مناسب داشته باشد و بخش‌های تمرین در آن تفکیک شده باشند.
 - تمامی آنچه که اجرا شدن کد به آن‌ها نیاز دارد: توابعی که خواسته شده تا بنویسید، دیتایی که خواسته شده تا ضمیمه کنید و ...
- تمامی فایل‌های مورد نظر را در پوشه‌ای با فرمت HW03_FamilyName_StudentNumber.rar یا zip. روی سامانه‌ی CW بارگذاری کنید.

معیار نمره‌دهی:

- ساختار مرتب و حرفه‌ای گزارش: ۱۰٪
 - استفاده از توابع مناسب و الگوریتم‌های مناسب و کامنت‌گذاری کد: ۱۵٪
 - پاسخ به سوال‌های تئوری و توضیح روش‌هایی که سوال‌ها از شما خواسته‌اند: ۳۵٪
 - کد و گزارش خروجی کد برای خواسته‌های مسائل: ۲۰٪ + ۲۰٪
 - برای روش‌های ابتکاری، خلاقانه و فرادرسی‌ای که موجب بهبود کیفیت تمرین شود: ۱۰٪+
- توجه داشته باشید که ممکن است بعضی از سوال‌ها و خواسته‌ها جواب یکتا نداشته باشد، و هدف آن سنجش خلاقیت یا توانایی حل مسئله‌ی شما باشد. می‌توانید از ساده‌ترین چیزهایی که به ذهنتان می‌رسد استفاده کنید یا برای یافتن راه مناسب جست و جو کنید. همچنین سوال‌هایی که با * مشخص شده‌اند صرفاً جنبه‌ی امتیازی دارند و بیشتر برای آموزش شما هستند.

شرافت انسانی ارزشی به مراتب والاتر از تعلقات دنیوی دارد. رونویسی تمارین، زیر پا گذاشتن شرافت خوشتن است؛

به کسانی که شرافتشان را زیر پا می‌گذارند هیچ نمره‌ای تعلق نمی‌گیرد.

در این تمرین - در ادامه‌ی تمرین شماره‌ی دو - می‌خواهیم با کلیاتِ کاری واقعی روی سیگنال‌های EEG آشنا شویم؛ پیش از بررسی و توضیح دیتاست، توصیه‌ی اکید می‌شود که منابع زیر را به طور تقریبی مطالعه کنید تا با مفاهیمی که ذکر می‌شود آشنا شوید: (در صورت نیاز در اینترنت جست‌وجو کنید و نمونه‌هایی از فعالیت‌های جدید روی این مباحث را مطالعه کنید)

۱. آشنایی کلی با سیگنال EEG، نحوه‌ی نامگذاری مکان‌های سر، بازه‌بندی فرکانسی کانال‌ها مختلف و ویژگی‌های مورد استفاده

<http://neurologiclabs.com/neuromonitoring/eeg/>

۲. آشنایی کلی با ERP، نحوه‌ی محاسبه‌ی آن، شاخصه‌های اصلی آن و همچنین آشنایی با عبارات P1، P300 و ...

https://en.wikipedia.org/wiki/Event-related_potential

۳. آشنایی با Oddball Paradigm و Mismatch Negativity

https://en.wikipedia.org/wiki/Oddball_paradigm

https://en.wikipedia.org/wiki/Mismatch_negativity

قسمت دوم: بررسی دیتاست

در این تمرین، می‌خواهیم سیگنال EEG افرادی را که در مقابل دنباله‌ای از محرک‌های صوتی قرار گرفته‌اند بررسی کنیم. این آزمایش روی دو نفر (یک مرد دست راست و یک زن دست راست) انجام شده است و اطلاعات هر کدام به ترتیب در فایل‌های S01.mat و S02.mat ذخیره شده است. فایل Description.pdf ضمیمه‌ی تمرین شده است که توصیف کامل آزمایش و جزئیات دیتاست را در بردارد.

۱. توضیحات مرتبط با دیتاست را کامل بخوانید و از ابعاد دیتایی که در دسترس‌تان قرار گرفته است آگاه شوید.

همانطور که باید با خواندن توصیف دیتاست آگاه شده باشید، آزمایش برای هر فرد در چهار حالت مختلف تکرار شده است:

الف-۱: هوشیار و فعال ب-۱: هیپنوتیز شده و فعال

الف-۲: هوشیار و منفعل ب-۲: هیپنوتیز شده و منفعل

در این تمرین با قسمت‌های هیپنوتیز فرد کاری نداریم و تنها حالت هوشیارِ فعال و منفعل را بررسی می‌کنیم؛ بدین ترتیب از این پس، هر جا که از سیگنال‌ها صحبتی شد، منظور سیگنال‌های حالت هوشیار است.

قسمت سوم: تحلیل عمومی سیگنال‌ها در حوزه‌ی فرکانس - S01

برای سهولت کار، سه تابع آماده ضمیمه‌ی این تمرین شده‌اند که شرح کار هر کدام در زیر آمده است. بدیهی است که دانشجویان در صورت تمایل یا علاقه‌شان می‌توانند روش‌های دیگری برای پیاده‌سازی تمرین استفاده کنند.

• BPF: فیلتر میان‌گذر - سیگنال مورد نظر، فرکانس نمونه‌برداری، حد پایین و حد بالای قطع را می‌گیرد و خروجی فیلتر را تحویل می‌دهد:

$$y = \text{BPF}(x, f_s, f_1, f_2)$$

- LPF: فیلتر پایین‌گذر - سیگنال مورد نظر، فرکانس نمونه‌برداری و حد بالای قطع را می‌گیرد و خروجی فیلتر را تحویل می‌دهد:

$$y = \text{LPF}(x, f_s, f_1)$$

- FT: تبدیل فوریه - سیگنال مورد نظر و فرکانس نمونه‌برداری را به عنوان ورودی می‌گیرد، تبدیل فوریه‌ی سیگنال را نمایش می‌دهد و به عنوان خروجی، تبدیل فوریه و بردار فرکانس‌های متناظر را به عنوان خروجی می‌دهد:

$$[X, F] = \text{FT}(x, F_s)$$

۱. دیتای مربوط به فرد اول را لود کنید. مکان پروب‌های مورد استفاده را روی شکلی از سر مشخص کنید.
۲. تبدیل فوریه‌ی چند پروب را به دلخواه رسم کنید. (هم حالت فعال و هم منفعل) تبدیل فوریه را حول 50Hz بررسی کنید. مشاهدات خود را توضیح دهید.
۳. برای هر پروب، کانال‌های دلتا، آلفا، بتا و گاما را از سیگنال اصلی استخراج کنید. (هم فعال و هم منفعل)
۴. تبدیل فوریه‌ی این کانال‌ها و سیگنال خام را روی یک شکل برای چند پروب دلخواه نمایش دهید. این کار را برای شکل زمانی سیگنال‌های همین پروب‌ها تکرار کنید. (بازه‌ی نمایش را به شکلی تعیین کنید که اشکال واضح دیده شوند).

قسمت چهارم: تحلیل عمومی سیگنال‌ها در زمان و خوشه‌بندی پروب‌ها - S01

۱. اطلاعات آماری سیگنال‌ها را گزارش کنید و شکل زمانی چند سیگنال را رسم کنید. آیا سیگنال‌ها در تمام زمان‌ها قابل استفاده است؟
۲. ماتریس همبستگی سیگنال‌ها را گزارش کنید.
۳. یکی از کاربردهای ماتریس همبستگی، خوشه‌بندی داده‌هاست: بدین ترتیب که اگر مجموعه‌ای پروب‌ها، همگی دوه‌دو همبستگی آماری بالایی داشته باشند، آن‌ها را در یک خوشه قرار می‌دهیم. با همین سیستم و استدلال‌های مناسب، پروب‌ها را خوشه‌بندی کنید. به چه تعداد خوشه تقسیم کردید؟ پروب‌های هر خوشه را با رنگی مجزا روی شکل سر مشخص کنید. آیا ارتباطی بین خوشه‌بندی‌تان و مکان پروب‌ها وجود دارد؟ این کار را برای هر دو حالت فعال و منفعل انجام دهید؛ آیا تفاوتی در خوشه‌بندی‌تان وجود دارد؟
۴. * همبستگی آماری‌ای که تا اینجا با آن کار کرده‌اید به همبستگی پیرسون (Pearson) مشهور است، در مورد همبستگی اسپیرمن (Spearman) مطالعه کنید و عملیات بخش ۲ و ۳ را برای این همبستگی تکرار کنید. تفاوت‌ها و شباهت‌ها را گزارش کنید.

قسمت پنجم: بررسی واکنش به تحریک فرد اول (ERP) - S01

۱. با توجه به مطالعاتی که در قسمت اول داشتید، بازه‌ی زمانی مناسبی را انتخاب کنید و به اندازه‌ی آن بازه‌ی زمانی، سیگنال را بعد از هر تحریک صوتی جدا کنید. (هم فعال و هم منفعل) (اگر فکر می‌کنید به تحلیل‌تان کمک می‌کند می‌توانید داده‌ها را از فیلتر پایین‌گذری با حد بالا 30Hz عبور دهید. همچنین می‌توانید تمام بخش‌ها را برای حالت فیلتر شده و فیلتر نشده انجام دهید - توجه داشته باشید که با استفاده از فیلتر، ممکن است سیگنال‌تان تاخیر پیدا کند، با راه‌کارهایی می‌توانید میزان تاخیر را بیابید. (مثلاً کوررلیشن سیگنالی))

۲. با توجه به مطالعاتی که داشتید و مباحثی که سر کلاس در مورد آمار و احتمال مطرح شده است و همچنین تمرین سری اول، برای هر نوع تحریک (صوت ۱ یا صوت ۲) و همچنین برای هر دو حالت فعال و منفعل، پاسخ فرد به تحریک را برای حداقل یکی از پروب‌های خوشه‌هایی که در سوال ۳ از قسمت چهار مشخص کردید رسم کنید. همچنین برای پاسخ به دست آمده بازه‌ی اطمینان (خطا) گزارش کنید. به عبارت دیگر، می‌خواهیم ببینیم که تقریباً در هر بار تحریک، چه پاسخی و در چه محدوده‌ای از فرد دریافت شده است.
۳. عملیات سوال قبل را برای کانال‌های دلتا، تتا، آلفا و بتا تکرار کنید. توضیح دهید که آیا تفاوتی دارد اگر قبل از بردن سیگنال‌ها آن‌ها را فیلتر کنیم یا بعد از بردن‌شان. اگر فرق می‌کند توضیح دهید کدام بهتر است. برای تمام جواب‌ها باید استدلال مناسب داشته باشید.
۴. حال می‌خواهیم پروب‌هایی را پیدا کنیم که پاسخ قوی‌تری در آن‌ها دیده می‌شود. برای این هدف، از سیگنال‌هایی که در سوال ۲ همین بخش به دست آوردیم استفاده می‌کنیم. با توجه به انرژی پاسخ‌ها و همچنین بازه‌های اطمینانی که به دست آوردید، پروب‌هایی که پاسخ قوی‌تری دارند را به دست آورید و نتیجه را گزارش کنید. همچنین مکان این پروب‌ها روی سر را نیز مشخص کنید.
۵. برای تمام پروب‌ها و برای هر دو حالت فعال و منفعل، همبستگی آماری پاسخ به تحریک اول و پاسخ به تحریک دوم را به دست آورید. مشاهدات را توضیح دهید. آیا ارتباطی بین این مشاهدات و آنچه در سوال ۴ همین بخش یافتید وجود دارد؟ برای حالانی که اندازه‌ی این همبستگی از ۰.۴ بیشتر است، پاسخ به تحریک اول بر حسب پاسخ به تحریک دوم (یکی از محورهای پاسخ به تحریک اول و دیگری پاسخ به تحریک دوم) را رسم کنید.
۶. عملیات سوال ۵ را برای کانال‌های دلتا، تتا، آلفا و بتا تکرار کنید. آیا نتایج یکسانی می‌گیرید؟
۷. با توجه به خوشه‌بندی‌ای که در سوال ۳ (* و ۴) بخش ۴ انجام دادید و سوال‌های ۴ و ۵ همین بخش، گزارش کنید که پاسخ در کدام خوشه‌ها بیشتر بوده است. برای هر خوشه، سیگنال یک پروب را که بنا بر استدلال‌تان بیشترین اطلاعات را دارد را مشخص کنید.
۸. برای پروب‌هایی که در بخش ۷ به عنوان پروب‌های تاثیرگذار هر خوشه مشخص کردید و برای هر دو حالت فعال و منفعل، پاسخ فرد به تحریک اول، به تحریک دوم و تفاضل پاسخ به تحریک اول و پاسخ تحریک دوم را رسم کنید. برای هر شکل، مشخصات مربوط به P1، P2، P3، N1 و N2 را با دقت معقولی و همچنین بازه‌ی اطمینان گزارش کنید. (ممکن است در بعضی حالات بعضی از ویژگی‌ها به خاطر نویز زیاد مشاهده نشوند یا قابل اندازه‌گیری نباشند؛ صرفاً گزارش کنید که قابل اندازه‌گیری نبوده است).
۹. نتیجه‌ی کارتان را توضیح دهید.

قسمت ششم: بررسی واکنش به تحریک فرد دوم (ERP) – S02

۱. سوال‌های قسمت پنجم را برای فرد دوم تکرار کنید. تفاوت‌های میان این دو فرد را گزارش کنید.
۲. با توجه به آنچه که در مورد این آزمایش می‌دانیم آیا می‌توان تفاوت‌های مشاهده شده را ناشی از تفاوت جنسیت افراد دانست؟
۳. * در مورد تاثیر تفاوت جنسیت در آزمایش‌های مشابه جست‌وجو کنید و نتیجه را گزارش کنید.