



Sharif University of Technology
Department of Electrical Engineering

EE 25742-4

Signals and Systems

Winter-Spring 1395-96

Homework 2

Due Date: چهارشنبه ۱۶ فروردین

نحوه ی تحویل:

- گزارش کار با فرمت HW02_FamilyName_StudentNumber.pdf: در گزارش باید به تمامی سوالات تمرین پاسخ دهید، نمودارها و نتایج به دست آمده را ارائه کرده و توضیحات کلیه ی فعالیت هایتان را مکتوب کنید.
 - فایل اصلی متلب با فرمت HW02_FamilyName_StudentNumber.m: شامل کدی که تمام بخش های تمرین را اجرا کند. کد باید کامنت گذاری مناسب داشته باشد و بخش های تمرین در آن تفکیک شده باشند.
 - تمامی آنچه که اجرا شدن کد به آن ها نیاز دارد: توابعی که خواسته شده تا بنویسید، دیتایی که خواسته شده تا ضمیمه کنید و ...
- تمامی فایل های مورد نظر را در پوشه ای با فرمت HW02_FamilyName_StudentNumber.rar یا zip. روی سامانه ی CW بارگذاری کنید.

معیار نمره دهی:

- ساختار مرتب و حرفه ای گزارش: ۱۰٪
 - استفاده از توابع مناسب و الگوریتم های مناسب و کامنت گذاری کد: ۱۵٪
 - پاسخ به سوال های تئوری و توضیح روش هایی که سوال ها از شما خواسته اند: ۳۵٪
 - کد و گزارش خروجی کد برای خواسته های مسائل: ۲۰٪ + ۲۰٪
 - برای روش های ابتکاری، خلاقانه و فرادرسی ای که موجب بهبود کیفیت تمرین شود: ۱۰٪+
- توجه داشته باشید که ممکن است بعضی از سوال ها و خواسته ها جواب یکتا نداشته باشد، و هدف آن سنجش خلاقیت یا توانایی حل مسئله ی شما باشد. می توانید از ساده ترین چیزهایی که به ذهنتان می رسد استفاده کنید یا برای یافتن راه مناسب جست و جو کنید. همچنین سوال هایی که با * مشخص شده اند صرفاً جنبه ی 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 می گذارند هیچ نمره ای تعلق نمی گیرد.

قسمت اول: توضیح داده و بررسی کلی آن:

فایل Train.mat که ضمیمه‌ی این تمرین شده است شامل ماتریسی با ابعاد 16×14979 می‌باشد. این دیتا شامل ۱۱۷ ثانیه از سیگنال EEG فردی است که چشمانش را باز و بسته می‌کرده و با دستگاه Emotiv EPOC neuroheadset گرفته شده است. این دستگاه ۱۴ پروب دارد و از ۱۴ نقطه‌ی سر داده می‌گیرد. داده‌های خام دستگاه که با فرکانس 128 Hz ذخیره شده‌اند، پس از پیش‌پردازشی که برای قابل استفاده شدن آن برای شما صورت گرفته است، در ۱۴ ستون اول ماتریس مذکور قرار گرفته‌اند (واحد داده‌ها میکرو ولت است). توضیح هر ستون ماتریس بدین شکل می‌باشد:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
AF3	F7	F3	FC5	T7	P7	O1	O2	P8	T8	FC6	F4	F8	AF4	**	Time

** : این ستون باز یا بسته بودن چشم‌ها را نشان می‌دهد. اگر 1 باشد به معنای بسته بودن چشم و اگر 0 باشد به معنای باز بودن چشم است.

۱. مکان پروب‌های دستگاه Emotiv EPOC neuroheadset روی سر را بیابید.
۲. میانگین، انحراف معیار، مینیمم و ماکسیمم کانال‌ها را گزارش کنید.
۳. بدون هیچ تغییری در سیگنال‌ها، نمودار آن‌ها بر حسب زمان را رسم کنید.
۴. در اینترن بگردید و رنج معقول تغییرات سیگنال EEG را به دست آورید. نتایج و منابع را گزارش کنید.
۵. با توجه به آنچه که تا اینجا انجام داده‌اید یا هر کاری که فکر می‌کنید مفید باشد، مشخص کنید که آیا تمام مقادیر سیگنال‌ها معقول است؟ دیتاهای پرت را با آنچه که فکر می‌کنید مناسب است جایگزین کنید. راه حل و جوانب کارتان را توضیح دهید.
۶. حال، نمودار سیگنال‌ها بر حسب زمان را رسم کنید. روی تصویر هر سیگنال، شاخص باز یا بسته بودن چشم‌ها را نیز رسم کنید. (می‌توانید شاخص باز یا بسته بودن را در ضربی ضرب کنید تا قابل مقایسه با سیگنال باشد).
۷. مقادیر سیگنال برای هر پروب سمت راست مغز را بر حسب مقادیر سیگنال پروب متناظر سمت چپ مغز رسم کنید. آیا این دو پروب از هم مستقل‌اند؟
۸. ماتریس ضریب همبستگی (Correlation Coefficient) را با استفاده از تابع corr و برای هر ۱۴ پروب بسازید و گزارش کنید. کدام پروب‌ها بیشتر همبسته‌اند؟
۹. در مورد boxplot و کاربردش مطالعه کنید. سپس boxplot همه‌ی پروب‌ها را روی یک تصویر بکشید. (boxplot راه راحتی برای مقایسه‌ی هیستوگرام چند دسته داده‌ی مختلف است).

قسمت دوم: ویژگی پلک‌زدن‌ها

۱. زمان‌هایی که پلک باز می‌شود یا بسته می‌شود را به دست آورید.
۲. بررسی کنید که تغییرات سیگنال‌ها در چه بازه‌ی زمانی‌ای قبل و بعد از باز یا بسته شدن چشم‌ها به وجود می‌آید؟ نحوه‌ی بررسی‌هایتان را توضیح دهید و بازه‌ی زمانی نهایی را گزارش کنید.

۳. الف) به اندازه‌ی بازه‌ی زمانی‌ای که در قسمت قبل به دست آورید حول لحظه‌های بسته شدن چشم‌ها، سیگنال‌ها را جدا کنید. (یعنی برای سیگنال هر پروب، باید به تعداد بسته شدن پلک‌ها سیگنال تولید کنید.) به معنای دیگر فرض کنید که $x_{m,k}[n]$ سیگنال EEG در بازه‌ی زمانی مذکور برای k امین بار بسته شدن پلک‌ها و برای پروب m ام باشد. تمام $x_{m,k}[n]$ ها را به دست آورید. سپس چنین تعریف می‌کنیم:

$$y_m[n] = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K x_{m,k}[n]$$

یعنی به عبارتی، از سیگنال‌ها، روی دفعاتی که فرد چشمش را می‌بندد میانگین گرفته‌ایم. این امر سبب می‌شود که چیزهایی که مستقل از پلک زدن بوده‌اند (مانند نویز یا دیگر فعالیت‌ها مغز) تضعیف شوند، اما اثر پلک زدن ثابت بماند. (ERP با این مفهوم سر و کار دارد و می‌توانید درباره‌ی آن در اینترنت مطالعه کنید.)

ب) y_m را برای تمام پروب‌ها روی یک شکل رسم کنید. همچنین زمان بسته شدن پلک‌ها را نیز روی شکل مشخص کنید.

۴. تمام کارهای سوال ۳ را برای باز شدن چشم‌ها نیز تکرار کنید.

۵. تقریباً چقدر زودتر از باز یا بسته شدن چشم‌ها، سیگنال متناظر با آن ساطع می‌شود.

۶. الف) واریانس سیگنال‌های به دست آمده در دو سوال قبلی را محاسبه و گزارش کنید. کدام پروب‌ها واریانس بیشتری دارند؟ زیاد شدن واریانس چه معنایی می‌تواند داشته باشد و چه عواملی می‌توانند موجب افزایش واریانس در یک پروب شوند؟

ب) به تعبیری، در حالت ایده‌آل، واریانس زیاد، نشان دهنده‌ی اطلاعات/انرژی زیاد است. با این حساب می‌توان تنها اطلاعات پروب‌هایی را در نظر گرفت که واریانس بیشتری دارند. چهار پروب با بیشترین واریانس را برای باز کردن و بستن چشم (هر کدام چهار پروب) در نظر بگیرید. آیا برای هر دو حالت این چهار پروب یکسانند؟ مکان این چهار پروب کجای سر است؟ حدستان در مورد ارتباط مکان و این پروب‌ها و واریانس‌شان چیست؟ (می‌توانید در مورد EOG مطالعه کنید.)

پ) سیگنال‌های نهایی را رسم کنید. میانگینشان را نیز رسم کنید. (برای هر دو حالت باز کردن و بستن پلک‌ها.)

۷. * کاری که در سوال ۵ کردید، این بود که سیگنال‌هایی با بیشترین واریانس را یافتید. در صورتی که علاقه‌مند به کار اصولی‌تر می‌باشید در مورد PCA مطالعه کنید و با استفاده از این مفهوم، سیگنال‌هایی که بیشترین اطلاعات را دارند را به دست آورید. (در حالت کلی، جدا کردن EOG از EEG کاری پیچیده‌تر و دقیق‌تر است که قابل بیان در سطح این تمرین نمی‌باشد.) می‌توانید برای تمام قسمت‌های بعدی، علاوه بر پاسخ به سوالات به روش عادی، از نتایج این بخش نیز استفاده کنید.

قسمت سوم: ساخت مدل تخمین

۱. برای این قسمت، با توجه به آنچه تا اینجا به دست آورده‌اید و استفاده از تابع $xcorr$ کراس کوررلیشن سیگنالی که هنگام باز یا بسته شدن پلک در یک پروب خاص به وجودی می‌آید (آنچه در سوال ۵ قسمت دوم به دست آوردید) را با کل سیگنال آن پروب حساب و حاصل را رسم کنید. حاصل را با اطلاعاتی که از پلک زدن‌ها دارید مقایسه کنید، چه نتیجه‌ای می‌توانید بگیرید؟

۲. با توجه به سوال اول، راهی پیشنهاد دهید، که اگر اطلاعات پلک زدن را نداشتیم، می‌توانستیم آن را به دست آوریم. جواب این قسمت می‌تواند ساده یا پیچیده باشد. راه حل پیشنهادیتان را کامل شرح دهید و معیارهای انتخاب این راه را مشخص کنید. الزاما قرار نیست جواب فوق‌العاده‌ای بگیرید؛ تلاش کنید تا راه خوبی بیابید.

قسمت چهارم: یافتن زمان پلک‌زدن‌ها

۱. فایل **Test.mat** که ضمیمه‌ی تمرین شده است، شامل ماتریسی با فرمت ماتریس موجود در فایل **Train.mat** است؛ با این تفاوت که ستون بسته یا باز بودن پلک‌ها و ستون زمان را ندارد. با روشی که در قسمت سوم ساختید و اعمال تغییراتی که به نظرتان معقول می‌آید، زمان‌هایی که پلک‌ها باز یا بسته می‌باشند را بیابید. حاصل را به صورت یک بردار به طول سیگنال **EEG** و با اسم **Result.mat** ذخیره و ضمیمه‌ی تمرین کنید. هر خانه‌ی بردار باید مقدار **0** (به معنای باز بودن چشم) یا **1** (به معنای بسته بودن چشم) داشته باشد.