



بسمه تعالی
دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی برق

سیگنالها و سیستمها 25742 گروه 4 - ترم بهار 97-1396

Matlab HW #2

موعد تحویل: ساعت 8 سه شنبه 29 اسفند

گزارش کار

در گزارش باید به تمامی سوالات تمرین پاسخ دهید، نمودارها و نتایج به دست آمده را ارائه کرده و توضیحات کلیه فعالیت هایتان را مکتوب کنید.
فرمت: HW02_FamilyName1_FamilyName2_StudentID1_StudentID2.pdf

فایل اصلی متلب

کدی که تمام بخش های تمرین را اجرا کند، کامنت گذاری مناسب داشته باشد و بخش های تمرین در آن تفکیک شده باشد.

فرمت HW02_FamilyName1_FamilyName2_StudentID1_StudentID2.m

فایل یکپارچه نهایی

با فرمت zip یا rar و با اسم HW02_FamilyName1_FamilyName2_StudentID1_StudentID2 در CW آپلود شود.

معیار نمره دهی

- ساختار مرتب و حرفه ای گزارش: 10%
- استفاده از توابع مناسب و الگوریتم های مناسب و کامنت گذاری کد: 15%
- پاسخ به سوالهای تئوری و توضیح روشهایی که سوال ها از شما خواسته اند: 10%
- کد و گزارش خروجی کد برای خواسته های مسائل: 65%
- برای روشهای ابتکاری و فرادرسی ای که موجب بهبود کیفیت تمرین شود: +10%

نکات تکمیلی

- به ازای هر ساعت تاخیر در آپلود، 10 درصد از نمره اخذ شده از آن تمرین کسر می گردد.

شرافت انسانی ارزشی به مراتب والاتر از تعلقات دنیوی دارد. رونویسی تمرین ها زیر پا گذاشتن شرافت خویشتن است.
به کسانی که شرافتشان را زیر پا می گذارند هیچ نمره ای تعلق نمی گیرد.

بخش اول : طراحی فیلتر گسسته :

در تمرین قبل با فیلتر کردن با استفاده از کانولوشن آشنا شدید. در ابتدای این تمرین قصد داریم با طراحی فیلتر در حوزه فرکانس آشنا شویم.

1. ابتدا فایل EEG_signal را با استفاده از دستور load در فضای متلب باز کنید.
2. ستون اول از سطح های اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم این ماتریس را درون یک بردار پشت سر هم ذخیره کنید. در قسمت طراحی فیلتر از این بردار برای تست فیلتر های طراحی شده استفاده خواهد شد. (راهنمایی: می توانید از $\text{EEG_signal}(i, :, j)$ برای جدا کردن ستون i ام از سطح j ام سیگنال از باقی سیگنال استفاده کنید).
3. اندازه تبدیل فوریه بردار به دست آمده در قسمت قبل را رسم کنید. مقدار فرکانسی را به دست آورید که 90 درصد انرژی سیگنال در فرکانس های کمتر از آن قرار دارد.
4. فیلتر ها سیستم های خطی ای هستند که $H(z)$ آنها فرم گویا دارد (توابعی به فرم گویا از تقسیم دو چند جمله ای بر هم به دست می آیند). به فیلتر هایی که در حوزه زمان پاسخ ضربه محدود دارند فیلتر Finite impulse response (FIR) و در غیر این صورت فیلتر Infinite impulse response (IIR) می گویند. نشان دهید هر سیستم با $H(z)$ علی گویا، رابطه ورودی و خروجی به فرم زیر دارد:

$$y[n] = \sum_{i=0}^p b_i x[n-i] + \sum_{j=1}^q a_j y[n-j]$$

آیا ساختن یک فیلتر پائین گذر ایده آل با چنین سیستم هایی امکان پذیر است ؟ تحلیل خود را بیان کنید.

5. نشان دهید رابطه ورودی و خروجی تمامی فیلتر های FIR علی را می توان به فرم زیر نوشت:

$$y[n] = \sum_{i=0}^N b_i x[n-i]$$

6. $H(z)$ یک سیستم FIR در حالت کلی چه شکلی دارد؟ (راهنمایی : در مورد مکان صفر و قطب های سیستم فکر کنید).
7. در قسمت help متلب، توضیحات مربوط به دستورات filter, butter, freqz و tf را بخوانید.
8. یک فیلتر پائین گذر FIR طراحی کنید. (دقت کنید این صرفاً یک سوال تئوری است، یعنی باید مکان صفر و قطب های فیلتر را گزارش کنید. تمامی نکات مربوط به طراحی تان را ذکر کنید و سعی کنید از کمترین تعداد صفر و قطب ممکن استفاده کنید. صفر های سیستم خود را روی دایره $r=r_0$ انتخاب کنید. فرکانس قطع فیلتر را ω_0 فرض کنید).
9. پاسخ فرکانسی فیلتری که در قسمت قبل طراحی کردید را به ازای $\omega_0 = \frac{\pi}{2}$ و مقادیر زیر برای r_0 رسم کنید و تاثیر تغییر این پارامتر را توضیح دهید:

$$R_0 = \{0.25, 0.5, 0.9, 0.95, 1.05, 1.1\}$$

10. یکی دیگر از روش های طراحی فیلتر FIR به جز استفاده از مکان صفر و قطب، صرف نظر کردن از بخشی از پاسخ ضربه سیستم است، به این صورت که فقط N جمله از پاسخ ضربه نامحدود سیستم را نگه داریم تا به تقریبی از فیلتر ایده آل مطلوب برسیم. (دستور butter در واقع تقریباً همین کار را انجام میدهد.) با این روش و با تقریب زدن پاسخ ضربه فیلتر پائین گذر ایده آل با فرکانس قطع ω_0 تا N جمله اول یک فیلتر FIR طراحی کنید و پاسخ آن را با فیلتر butter متناظر که همان فرکانس قطع و همان N را دارد مقایسه کنید. (می توانید برای مقایسه از $N=8$ و $\omega_0 = \frac{\pi}{2}$ استفاده کنید. نمودار روش خوبی برای توضیح جوابتان است.)

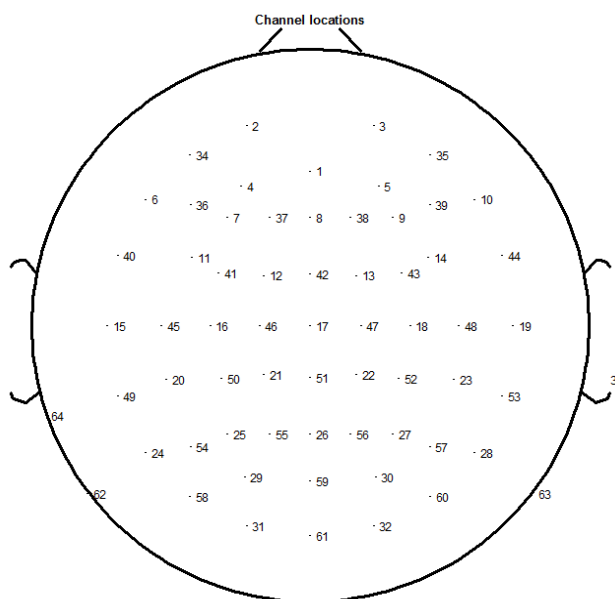
11. برداری که در قسمت 2 به دست آورده اید را تا فرکانسی که در قسمت 3 به دست آورده اید با استفاده از فیلتری که در قسمت قبل ساختید فیلتر کنید. مقدار N را آنقدر زیاد انتخاب کنید که انرژی سیگنال در فرکانس های بزرگتر از فرکانس قطع یک هزارم انرژی سیگنال در فرکانس های پائین تر بشود. N مورد استفاده را گزارش کنید. همین کار را با یک فیلتر butter انجام دهید و N را برای آن نیز گزارش کنید.

12. مراحل 8 و 9 و 10 را برای فیلتر بالاگذر تکرار کنید.

13. با ترکیب (پشت سر هم قرار دادن) بهترین فیلترهای بالاگذر و پائین گذری که ساخته اید، یک فیلتر میان گذر با باند گذر بین ω_1 و ω_2 بسازید، و پاسخ فرکانسی آن را برای $\omega_1 = \frac{\pi}{3}$ و $\omega_2 = \frac{2\pi}{3}$ رسم کنید.

بخش دوم: آشنایی با سیگنال های مغزی

فایل EEG_signal که در اختیار شما قرار گرفته شامل یک ماتریس به ابعاد $64 \times 7200 \times 49$ می باشد. این ماتریس شامل 3 ثانیه سیگنال EEG از یک شخص در حال فعالیت های مختلف است که با فرکانس 2400 هرتز نمونه برداری شده است. دستگاه ثبت سیگنال دارای 64 الکترود (کانال) است که از 64 نقطه مختلف بر روی سر داده می گیرد. محل قرار گیری الکترودها روی سر به صورت نشان داده شده در شکل زیر است:



الکترود شماره 33 الکترود مرجع است که به گوش راست وصل شده است. سطرهای ماتریس داده ها نماینده سیگنال در کانال های مختلف اند. سطرهای ماتریس داده ها مربوط به 49 فعالیتی هستند که به شخص مورد آزمایش برای انجام محول شده اند. برای این بخش فقط از 3 فعالیت اول استفاده می کنیم.

1. میانگین، انحراف معیار، مینیمم و ماکسیمم هر کانال را برای 3 فعالیت اول محاسبه کنید.

2. بدون هیچ تغییری در سیگنال ها، مقدار سیگنال در حوزه زمان و مقدار اندازه تبدیل فوریه آن را برای 5 کانال اول رسم کنید. سیگنال های مغزی معمولاً مقادیر قابل توجهی در فرکانس های بیش از 30 هرتز ندارند. آیا این مورد با مشاهدات شما سازگار است؟

3. در اینترنت بگردید و رنج مقادیر معقول تغییرات سیگنال EEG را بیابید. نتایج و منابع را گزارش کنید. به نظر شما، آیا توان نویز افزوده شده بر روی سیگنال ما زیاد است؟ چرا؟ اگر هست مهم ترین عاملی که برای نویز به ذهنتان خطور می کند (یا از اینترنت جستجو کرده اید) را نام ببرید.

4. با توجه به آنچه که تا اینجا انجام داده اید یا هرکاری که فکر می کنید مفید باشد، مشخص کنید که آیا تمام مقادیر سیگنالها معقول هستند؟ داده های پرت را با آنچه که فکر می کنید مناسب است جایگزین کنید. اگر نویز در سیگنال وجود دارد، سعی کنید با استفاده از فیلتر هایی که در بخش 1 ساختید نویز را حذف کنید. راه حل و جوانب کارتان را توضیح دهید. پس از حذف نویز و داده های پرت نمودارهای قسمت 2 را دوباره رسم کنید.
5. مقادیر سیگنال برای هر الکتروود سمت راست مغز را بر حسب مقادیر سیگنال الکتروود متناظر سمت چپ مغز رسم کنید. آیا این دو الکتروود از هم مستقل اند؟
6. ماتریس ضریب همبستگی Correlation Coefficient را با استفاده از تابع corr و برای هر ۶۴ الکتروود فعالیت اول بسازید. کدام الکتروودها همبستگی بیشتری دارند؟
7. در مورد boxplot و کاربرد آن مطالعه کنید. سپس boxplot را برای 16 الکتروود اول روی یک شکل بکشید.
8. با مراجعه به https://en.wikipedia.org/wiki/Neural_oscillation در باره باند های فرکانسی کارکرد مغز مطالعه کنید. سپس کانال های آلفا، بتا، گاما، و دلتا را برای این سیگنال ها جدا کنید. (از فیلتر های خودتان در بخش 1 استفاده کنید. نتیجه کارتان را به صورت فایل mat برای 16 کانال دلخواه از 64 کانال و از یک فعالیت دلخواه تحویل دهید. نمودار مربوط به 4 کانال از این 16 کانال را در گزارش تان رسم کنید).
9. سیگنال را به پنجره های زمانی 250 میلی ثانیه ای تقسیم کنید، و در هر کدام از این پنجره ها انرژی سیگنال را در باند های فرکانسی سوال قبل، برای همان کانال های سوال قبل محاسبه کنید، سپس با جا به جا کردن پنجره، تغییرات انرژی هر یک از این باند ها را در زمان به دست آورده و رسم کنید (4 نمودار در 4 کانال مختلف یعنی 16 نمودار باید رسم شوند).
10. یکی از کاربردهای ماتریس همبستگی، خوشه بندی داده هاست، بدین ترتیب که اگر مجموعه الکتروودها، همگی دو به دو همبستگی آماری بالایی داشته باشند، آنها را در یک خوشه قرار می دهیم. با همین سیستم و استدلالهای مناسب و استفاده از ماتریس همبستگی قسمت 6، الکتروودها را خوشه بندی کنید. به چه تعداد خوشه تقسیم کردید؟ الکتروودهای هر خوشه را با رنگی مجزا روی شکل سر مشخص کنید. آیا ارتباطی بین خوشه بندیتهان و مکان الکتروودها وجود دارد؟ این کار را با ماتریس همبستگی برای فعالیت دوم (سطح 2 ام ماتریس) تکرار کنید. آیا تغییری در خوشه بندیتهان به وجود آمد؟
11. عموماً از مقدار انرژی در باند های مختلف فرکانسی مغز به عنوان معیاری برای سنجش فعالیت مغزی یک فرد استفاده می شود. در تعدادی از 49 فعالیت آزمایش، از فرد خواسته شده که هیچ کاری انجام ندهد و در حالت استراحت باشد. آیا می توانید این فعالیت ها را از بقیه فعالیت ها جدا کنید؟ شماره فعالیت هایی را که مربوط به استراحت هستند گزارش کنید. (راهنمایی: در تمام قسمت های قبلی شما در حال آماده شدن برای پاسخ به این سوال بوده اید. بنابراین از دانشی که در قسمت های قبلی کسب کرده اید - به ویژه قسمت های 9 و 10 - برای پاسخ به این سوال استفاده کنید).