

تاریخ تحویل: ۹۸/۱۱/۳۰

۱- پایگاه داده eegdata.mat را در نظر بگیرید. این پایگاه داده شامل ثبت EEG از ۶ کانال سیستم ۱۰-۲۰ و یک کانال سیگنال EOG (در ردیف به ترتیب [C3;C4;P3;P4;O1;O2;EOG]) برای هر فرد مورد آزمایش است. از فرد خواسته شده است که ۵ فعالیت مختلف حالت پایه، ضرب ذهنی، تجسم دوران شی، شمارش ذهنی، نامه نگاری ذهنی را انجام دهد. برای هر فعالیت دو سری داده، هر یک شامل ۵ آزمایش به ازای هر شخص ثبت شده است. شخص شماره ۲ و ۷ تنها یک سری و شخص شماره ۵، ۳ سری ثبت داده دارند. داده‌ها به فرمت سلول هستند، کد زیر داده مربوط به آزمایش شماره ۱، حالت پایه برای شخص شماره ۱ و کانال C3 را استخراج و در نمودار با محور زمان بر حسب ثانیه رسم می‌کند:

```
fs=250;
t = ((1:2500)-1)/fs;
task1 = data{1}{4};
plot(t, task1(1,:))
title(['C3',' ',data{1}{1},' ',data{1}{2},' ',data{1}{3}]);xlabel('t(sec)');
```

برای یک سیگنال EEG ۲۵۰۰ نمونه‌ای از پایگاه داده موجود،

الف) یک تابع نمونه از یک نویز سینوسی با فرکانس 60Hz و فاز تصادفی بسازید. سپس با استفاده از یک فیلتر فوقی با ساختار ANC نویز 60Hz برق شهر را حذف کنید.

ب) چگالی طیف توان سیگنال نویزی و سیگنال حذف نویز شده را در یک شکل رسم کنید و با هم مقایسه کنید.

پ) با استفاده از چگالی طیف توان سیگنال نویزی و سیگنال حذف نویز شده، میزان بهبود سیگنال به نویز را بر اساس روابط زیر محاسبه کنید.

$$SNR_{improvement} = SNR_{out} - SNR_{in}, SNR_{in} = 10 \log \frac{\|s[n]\|}{\|N[n]\|}, SNR_{out} = \frac{\|s[n]\|}{\|\hat{s}[n] - s[n]\|}, s[n] = d[n] - N[n]$$

ت) قسمت پ را برای چند سیگنال با  $SNR_{in}$  متفاوت تکرار کنید و میزان بهبود را بر حسب سیگنال به نویز ورودی رسم کنید.

ث) اثر تعداد ضرایب فیلتر، ضریب  $\mu$  و دامنه نویز سینوسی را در پاسخ فرکانسی فیلتر میان نگذر معادل بررسی کنید. برای یکی از این حالت‌ها، پاسخ ضربه، پاسخ فرکانسی و آرایش صفر و قطب فیلتر میان نگذر معرفی شده در درس را رسم کنید.

ج) حذف نویز را با استفاده از ساختار فیلتر فوقی ANC بدون سیگنال مرجع پیاده‌سازی کنید. این کار را با چندین مقدار مختلف تاخیر انجام داده و هر بار میزان بهبود سیگنال به نویز را به دست آورید.

چ) با استفاده از یک فیلتر فوقی با ساختار ANC و کانال EOG متناظر با سیگنال انتخاب شده به عنوان سیگنال مرجع، نویز EOG را حذف کنید.

ح) سیگنال نویزی و سیگنال حذف نویز شده (سیگنال خطا) را در یک نمودار رسم و با هم مقایسه کنید.

خ) تفاضل سیگنال نویزی و سیگنال حذف نویز شده را به همراه سیگنال مرجع EOG بر روی دو نمودار مجزا در یک شکل رسم کنید و با هم مقایسه نمایید.

۲- از بین فعالیت‌های پایگاه داده موجود در مسئله اول، ۲ فعالیت را به دلخواه انتخاب کنید. به صورت تصادفی ۲۰٪ داده‌ها را به عنوان داده آزمون و ۸۰٪ بقیه را به عنوان داده آموزش در نظر بگیرید.

- نویز برق شهر را با استفاده از فیلتر زیر حذف کنید.

```
[num,den]=iirnotch(60/(fs/2),0.25/(fs/2));
EEG2 = filter(num,den,EEG);
```

- نویز EOG را با استفاده از یک فیلتر فوقی با ساختار ANC در قسمت چ تمرین ۱ حذف کنید.

الف) برای داده‌های آموزش، برای هر کانال (بجز EOG) طیف فرکانسی را به یکی از روش‌های موجود در MATLAB تخمین بزنید و برای ۴ باند، دلتا (0-3Hz)، تتا (4-7Hz)، آلفا (8-13Hz) و بتا (14-20Hz) دو دسته ویژگی (در مجموع ۶۰ ویژگی) زیر را استخراج نمایید:

- محتوی انرژی باند (در مجموع ۲۴ ویژگی)

- نسبت عدم تقارن برای ۹ ترکیب دو تایی ممکن شامل یک کانال از نیمکره سمت راست (O2,P4,C4) و یک کانال از نیمکره سمت چپ (O1,P3,C3) مطابق فرمول زیر (R محتوی انرژی باند در کانال متعلق به نیمکره راست و L محتوی انرژی باند در کانال متعلق به نیمکره سمت چپ-در مجموع ۳۶ ویژگی):

$$asymmetry\ ratio = \frac{R-L}{R+L}$$

ب) با استفاده از داده‌های آموزش بر اساس یکی از معیارهای فیشر و روش شبه بهینه انتخاب ویژگی پی در پی پیشرو بعد بردار ویژگی را به ۳ کاهش دهید. در این روش ابتدا بهترین تک ویژگی بر اساس معیار مربوطه انتخاب می‌شود، سپس در هر مرحله یک ویژگی از میان ویژگی‌های باقی‌مانده که به همراه ویژگی‌های انتخاب شده قبلی بهترین معیار را بدست دهد به مجموعه ویژگی‌های انتخابی افزوده می‌شود.

پ) با استفاده از ویژگی‌های قسمت ب و داده‌های آموزش و با فرض اینکه هر دو کلاس سیگنال‌ها دارای احتمال مساوی بوده و بردارهای ویژگی هر یک دارای توزیع توام گوسی باشند، معادله مرز تصمیم‌گیری بیز را محاسبه کرده و آن را بر روی فضای ویژگی سه بعدی (شامل نقاط مربوط به بردار ویژگی کل داده‌ها) رسم کنید.

ت) در قسمت پ بر اساس معیار مینیمم آنتروپی، بعد فضا را به ۲ کاهش داده و مرز تصمیم‌گیری جدید را بدست آورید. همچنین مرز را بر روی فضای ویژگی دو بعدی بدست آمده نشان دهید. آیا کلاس‌ها در این حالت جدایی پذیرند؟

ث) در قسمت پ با استفاده از PCA، بعد فضا را به ۲ کاهش داده و مرز تصمیم‌گیری جدید را بدست آورید. همچنین مرز را بر روی فضای ویژگی دو بعدی بدست آمده نشان دهید. آیا کلاس‌ها در این حالت جدایی پذیرند؟

ج) در قسمت پ با استفاده از تابع تفکیک خطی فیشر، بعد فضا را کاهش داده و مرز تصمیم‌گیری جدید را بدست آورید. همچنین مرز را بر روی فضای ویژگی دو بعدی بدست آمده نشان دهید. آیا کلاس‌ها در این حالت جدایی پذیرند؟

چ) برای هر یک از سیگنال‌های آزمون، بردار ویژگی را بدست آورده و آن را با هر یک از حالت‌های پ، ت، ث و ج یک‌بار با فاصله اقلیدسی، یک‌بار با فاصله مایلانویس و یک بار با طبقه‌بندی کننده بیز با ماتریس کواریانس متفاوت برای دو کلاس طبقه‌بندی و صحت طبقه‌بندی را محاسبه کنید.

۳- در هر یک از موارد زیر مقاله‌ای پیدا کرده و خلاصه‌ای از آن تهیه کنید.

الف) کاربرد فیلترهای وفقی در پردازش سیگنال‌های مغزی، ب) کاربرد فیلترهای وفقی در پردازش سیگنال‌های قلبی، پ) کاربرد فیلترهای وفقی در پردازش یکی دیگر از سیگنال‌های حیاتی

۴- در هر یک از موارد زیر مقاله‌ای پیدا کرده و خلاصه‌ای از آن تهیه کنید.

الف) کاربرد فیلتر کالمن یا فیلتر کالمن تعمیم یافته در پردازش سیگنال‌های مغزی، ب) کاربرد فیلتر کالمن یا فیلتر کالمن تعمیم یافته در پردازش سیگنال‌های قلبی، پ) کاربرد فیلتر کالمن یا فیلتر کالمن تعمیم یافته در پردازش یکی دیگر از سیگنال‌های حیاتی. در هر مورد معادلات دینامیکی سیستم و مشاهدات را بدقت توضیح دهید.

۵- در هر یک از موارد زیر مقاله‌ای پیدا کرده و خلاصه‌ای از آن تهیه کنید.

الف) کاربرد طبقه‌بندی در پردازش سیگنال‌های مغزی، ب) کاربرد طبقه‌بندی در پردازش سیگنال‌های قلبی، پ) کاربرد طبقه‌بندی در پردازش یکی دیگر از سیگنال‌های حیاتی