

دستور کار آزمایش اول: نمایش سیگنال‌های EEG و ECG در حوزه‌های مختلف و بررسی مفاهیم نمونه‌برداری، DFT و STFT

بخش اول: سیگنال الکتروانسفالوگرام

یک قطعه سیگنال الکتروانسفالوگرام (EEG) در فایل EEG_sig.mat در اختیار شما قرار داده شده است. این فایل شامل ماتریس Z است که بیانگر سیگنال ۳۲ کاناله در نمونه‌های زمانی است. ویژگی‌های مربوط به این سیگنال در متغیر des مشخص شده است که شامل فرکانس نمونه‌برداری و برچسب کانال‌ها (به ترتیب شماره کانال) است. این سیگنال مربوط به یک بیمار صرعی است و در بازه قبل از تشنج و در زمان تشنج ثبت شده است. با توجه به واقعی بودن سیگنال، آرتیفکتهای ماهیچه‌ای بر روی آن کاملاً قابل مشاهده است.

۱- سیگنال کانال پنجم را در زمان رسم کنید. محور زمان را به گونه‌ای تنظیم کنید که بر حسب ثانیه نمایش داده شود. ارتفاع و طول تصویر را به صورت دستی به گونه‌ای تنظیم کنید که تغییرات شکل سیگنال در طول زمان به خوبی مشخص باشد. برچسب کانال را نیز به صورت برچسب محور عمودی یا عنوان شکل بنویسید.

۲- ویژگی‌های شکلی-زمانی سیگنال را در زمان‌های مختلف بررسی کنید (در ۱۵ ثانیه ابتدایی، در بازه حدودی ۱۸ تا ۴۰ ثانیه، در بازه حدودی ۴۵ تا ۵۰ ثانیه و در بازه انتهایی ۵۰ ثانیه تا آخر سیگنال). چه ویژگی‌های بارزی در سیگنال دیده می‌شود؟

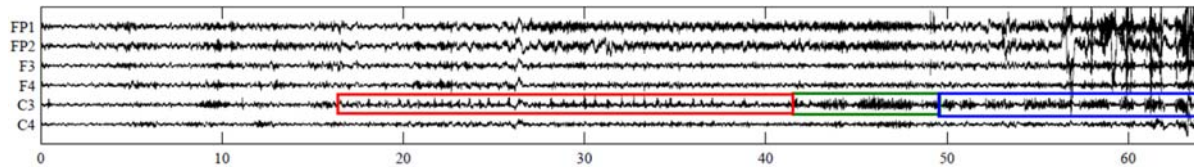
۳- یک کانال دیگر را نیز به دلخواه رسم کنید. آیا شکل سیگنال در طول زمان با کانال پنجم یکسان است؟

۴- با استفاده از تابع disp_eeg و قطعه کد زیر، سیگنال EEG را در همه کانال‌ها رسم کنید.

```
offset = max(max(abs(Z)))/5 ;  
feq = 256 ;  
ElecName = des.channelnames ;  
disp_eeg(Z,offset,feq,ElecName) ;
```

برای نمایش بهتر می‌توانید متغیر offset (فاصله بین سیگنال نمایش داده شده از دو کانال) را تنظیم کنید. رفتار سیگنال EEG در کانال C3 (کانال پنجم) را با بقیه کانال‌ها مقایسه کنید. کانال C3، به کانون صرع نزدیک بوده و تغییرات سیگنال EEG را در قبل از شروع تشنج و بعد از آن به خوبی نشان می‌دهد.

۵- شکل ۱ سیگنال EEG مربوط به شش کانال ابتدایی را نشان می‌دهد. در مورد ویژگی‌های سیگنال در سه بازه مشخص شده در شکل تحقیق کنید و به صورت خلاصه بنویسید.



شکل ۱: یک سیگنال EEG واقعی که از یک بیمار صرعی در دوره زمانی تشنجی (تقریباً بدون نویز) ثبت شده است. کانال C3 فعالیت تشنجی شامل سه بخش را نشان می‌دهد: (۱) اسپایک‌های ریتمیک قبل از شروع تشنج (قاب قرمز)، (۲) فعالیت سریع (قاب سبز) و (۳) فعالیت نامنظم کندتر (قاب آبی).

۶- چهار بازه ۵ ثانیه‌ای را به صورت زیر از سیگنال کانال C3 جدا کنید:

- بازه اول: از ثانیه ۲ تا ۷
- بازه دوم: از ثانیه ۳۰ تا ۳۵
- بازه سوم: از ثانیه ۴۲ تا ۴۷
- بازه چهارم: از ثانیه ۵۰ تا ۵۵

سیگنال زمانی و طیف فرکانسی (DFT) هر بازه را رسم کنید و عنوان مناسب برای هر شکل قرار دهید. محور زمان و فرکانس به ترتیب بر حسب ثانیه و هرتز نمایش داده شوند. محورهای فرکانسی را به گونه‌ای تنظیم کنید که محتوای فرکانسی به خوبی نمایش داده شود (یعنی فرکانس‌های بالا را که اطلاعات فرکانسی ندارند، حذف کنید).

۷- طیف فرکانسی سیگنال هر یک از چهار بازه را با استفاده از تابع `pwelch.m` رسم کنید. پارامترهای ورودی را به گونه‌ای تنظیم کنید که محتوای فرکانسی به خوبی نمایش داده شود. در مورد ویژگی‌های فرکانسی هر یک از چهار بازه چه می‌توان گفت؟

۸- با استفاده از دستور `spectrogram` و با در نظر گرفتن طول پنجره $L = 128$ ، تعداد نقاط در پنجره همپوشان $N_{overlap} = 64$ و تعداد نقاط DFT (یا FFT) $nfft = L = 128$ ، طیف زمان-فرکانس سیگنال چهار بازه را با استفاده از پنجره `hamming` به دست آورده و رسم کنید (محور زمان و فرکانس به ترتیب بر حسب ثانیه و هرتز نمایش داده شوند). در مورد ویژگی‌های زمان-فرکانسی هر یک از چهار بازه چه می‌توان گفت؟

۹- سیگنال بازه دوم را در نظر بگیرید. با توجه به اینکه فرکانس نمونه برداری نسبتاً زیاد است، فرض می‌کنیم که طیف فرکانسی به دست آمده با طیف فرکانسی سیگنال پیوسته مشابه باشد. با این فرض و با استفاده از اطلاعات به دست آمده از بخش ۶ و ۷، فرکانس نمونه برداری را به گونه‌ای کاهش دهید (down sampling) که محتوای فرکانسی حفظ شود. قبل از کاهش نرخ نمونه برداری، از فیلتر پایین‌گذر مناسب استفاده کنید. سیگنال زمانی، طیف فرکانسی (DFT) و STFT سیگنال جدید را رسم کنید و با نتایج قسمت‌های قبل مقایسه کنید.

بخش دوم: سیگنال الکتروکاردیوگرام

یک قطعه سیگنال الکتروکاردیوگرام (ECG) ثبت شده از دو اشتقاق (lead) در فایل ECG_sig.mat در اختیار شما قرار داده شده است. این سیگنال مربوط به ثبت شماره ۲۰۱ از مجموعه داده‌گان MIT-BIH Arrhythmia است. جزییات بیشتر در مورد این مجموعه داده‌گان را می‌توانید در فایل MIT-BIH Arrhythmia_Introduction.pdf مطالعه نمایید. سیگنال‌های ثبت شده در این مجموعه داده‌گان مربوط به افراد سالم و بیمار در زمان ۳۰ دقیقه هستند و مکان پیک R و برچسب مربوط به هر ضربان (نرمال/غیرنرمال-نوع آن) مشخص شده است.

۱- سیگنال دو کانال را در زمان رسم کنید (مشخص شده در ماتریس Sig با فرکانس نمونه برداری sfreq). محور زمان بر حسب ثانیه نمایش داده شود. با زوم کردن بر روی محور افقی، تغییرات سیگنال دو کانال را در طول زمان بررسی کنید. آیا ضربان‌ها برای هر کانال در طول زمان شبیه هم هستند؟ آیا ضربان‌های دو کانال مشابه هستند؟ دو ضربان نمونه (متفاوت) را رسم کرده و موج‌های P، Q، R، S و T را بر روی آن مشخص کنید.

۲- زمان رخداد موج R در بردار ATRTIMED و نوع (ناهنجاری) ضربان در بردار ANNOTD مشخص شده است. عدد ۱ در بردار ANNOTD بیانگر ضربان نرمال بوده و بقیه اعداد هر کدام نوعی از ناهنجاری را نشان می‌دهند. ناهنجاری متناظر با هر عدد در فایل ANNOTATIONS.pdf بیان شده است. برای سیگنال هر کانال، نوع ناهنجاری هر ضربان را در زیر آن (در زمان رخداد پیک R) بنویسید (می‌توانید از دستور text استفاده کنید).

- ۳- از ضربان نرمال و هر ناهنجاری یک یا چند ضربان جدا کرده و ویژگی‌های شکلی-زمانی (ریخت‌شناسی، مورفولوژی) آنها را با هم مقایسه کنید. با جستجو در اینترنت به طور مختصر توضیح دهید هر یک از انواع ناهنجاری‌های موجود در این ثبت چگونه ایجاد می‌شوند و چه خصوصیتی دارند.
- ۴- برای دو قطعه شامل ۳ ضربان متوالی (یک قطعه شامل ضربان‌های نرمال و یک قطعه شامل ضربان‌های ناهنجار)، طیف فرکانسی و طیف زمان-فرکانس را برای هر کانال رسم نمایید و با یکدیگر مقایسه کنید.

بخش سوم: سیگنال الکتروآکولوگرام

یک قطعه سیگنال الکتروآکولوگرام (EOG) ثبت شده از دو کانال (چشم چپ و چشم راست) در فایل EOG_sig در اختیار شما قرار داده شده است.

- ۱- سیگنال دو کانال را بر حسب زمان (ثانیه) رسم کرده و با یکدیگر مقایسه کنید. با توجه به شکل سیگنال‌ها، مکان تقریبی قرارگیری الکترودهای ثبت را در یک تصویر نسبت به دو چشم رسم کنید. چه اطلاعاتی با بررسی چشمی سیگنال زمانی می‌توانید به دست آورید؟
- ۲- طیف فرکانسی و طیف زمان-فرکانس دو کانال را رسم کرده و بر اساس آنها (و شکل زمانی سیگنال‌ها) در مورد ویژگی‌های سیگنال EOG، توضیح دهید.

بخش چهارم: سیگنال الکترومایوگرام

سه قطعه سیگنال الکترومایوگرام (EMG) که از سه فرد با استفاده از الکتروود سوزنی ثبت شده است در فایل EMG_sig.mat در اختیار شما قرار داده شده است. سیگنال‌ها با فرکانس 50kHz نمونه‌برداری شده و سپس فرکانس نمونه‌برداری به 4kHz کاهش داده شده است. یک قطعه مربوط به فرد سالم و دو قطعه دیگر مربوط به دو فرد بیمار (Myopathy و Neuropathy) است. جزییات بیشتر در مورد داده‌ها را می‌توانید در <https://archive.physionet.org/physiobank/database/emgdb> مطالعه نمایید.

- ۱- سیگنال زمانی مربوط به هر یک از سه فرد را رسم کنید. در بخش‌های مختلف سیگنال بر روی محور افقی زوم کرده و ویژگی‌های هر سیگنال را بررسی کرده و با یکدیگر مقایسه نمایید.
- ۲- طیف فرکانسی و زمان-فرکانسی سیگنال هر فرد را رسم کرده و با یکدیگر مقایسه نمایید.
- ۳- با مطالعه دو بیماری Neuropathy و Myopathy در مورد نتایج به دست آمده از بخش‌های ۱ و ۲ توضیح دهید.