

توجه: تحویل تکالیف کامپیوتری به شکل گزارش است. گزارش را می‌توانید با word تهیه کنید. شکل‌های لازم را از Matlab با استفاده از گزینه metafile به فایل word انتقال دهید. در انتهای هر تمرین برنامه آن تمرین را به صورت text به فایل word انتقال دهید و در انتها با فرمت pdf ذخیره و ارسال کنید. گزارشی که مطابق این فرمت نباشد قابل قبول نخواهد بود. در صورت لزوم توضیحات شفاهی نیز از شما خواسته خواهد شد. تمامی محورها و نمودارها را توسط دستورهای xlabel, ylabel و title نام‌گذاری کنید

۱- برای بررسی اثر ارتفاع بر روی سیگنال EEG و ECG انسان، آزمایشی انجام شده است که در آن یک‌بار سیگنال‌های حیاتی فرد در ارتفاع ۹۹۰ متر و یکبار در ارتفاع ۲۷۰۰ متر از سطح دریا ثبت شده است. در بازه ثبت سیگنال به فرد چراغ چشمک زنی نشان داده می‌شود، در صورتی که چراغ قرمز باشد فرد عکس‌العملی نشان نمی‌دهد و اگر چراغ سبز باشد فرد با استفاده از انگشت اشاره دست راست دکمه‌ای را فشار می‌دهد. سیگنال EEG از الکترودهای C3 و C4 در سیستم استاندارد ۱۰/۲۰ ثبت شده‌اند. هر یک از دو پایگاه داده تولید شده برای یکی از افراد مورد آزمایش (دو فایل 990mS16.mat و 2700mS16.mat) شامل تعدادی آزمایش (trial) است (برای یکی ۳۷ و برای دیگری ۴۱) و برای هر آزمایش ۵ کانال ثبت شده است. کانال ۱ و ۲، سیگنال EEG الکترودهای C3 و C4، کانال ۳، سیگنال ECG، کانال ۴ مربوط به چراغ چشمک زن، کانال ۵ مربوط به فشردن دکمه توسط فرد است. برای کانال‌های داده ثبت شده، هر واحد معادل ۱ میکرو ولت و فرکانس نمونه برداری ۲۵۶ هرتز است. برای هر آزمایش در دو پایگاه داده و فقط برای دو کانال C3 و C4 (کانال‌های ۱ و ۲) موارد زیر را با عنوان مناسب رسم کنید. برای کاهش تعداد پنجره‌های شکل از دستور subplot استفاده کنید. قسمت‌های الف تا ج را فقط برای یک آزمایش انجام دهید.

الف) سیگنال‌های زمانی با مقیاس مناسب محور عمودی (میکرو ولت) و افقی (ثانیه).

ب) دامنه و فاز تبدیل فوریه (با محور فرکانس پیوسته بر حسب هرتز)

پ) دامنه و فاز FFT (با محور فرکانس بر حسب k)

ت) چگالی طیف توان با محور فرکانس بر حسب هرتز. برای رسم چگالی طیف توان از دستور PSD مطلب استفاده کنید.

ث) تغییرات انرژی باند آلفا (۸ تا ۱۳ هرتز) در طول زمان با استفاده از دستور spectrogram. برای محاسبه انرژی باند آلفا سطح زیر نمودار چگالی طیف توان را در بازه فرکانسی یاد شده محاسبه کنید.

ج) تغییرات انرژی باند بتا (۱۴ تا ۱۸ هرتز) در طول زمان با استفاده از دستور spectrogram.

چ) میانگین بر روی آزمایشات نمودار زمانی انرژی باند آلفا و باند بتا را در هر پایگاه داده محاسبه کنید. در مجموع هشت بردار زمانی برای دو باند آلفا و بتا در ارتفاع ۲۷۰۰ متر و ۹۹۰ متر و کانال‌های C3 و C4 خروجی این قسمت است.

خ) برای بردارهای زمانی محاسبه شده قسمت قبل، میانگین مقادیر زمانی را برای هر باند روی بازه زمانی ۰/۵ تا ۱/۵ ثانیه (بازه مرجع) به عنوان مقدار پایه محاسبه و هشت بردار زمانی قسمت قبل را به صورت درصد تغییرات نسبت به مقدار پایه متناظر رسم کنید.

ح) از روی نمودارهای قسمت قبل، رفتار دو باند آلفا و بتا را در حوالی ۲ ثانیه (فشار دادن دکمه توسط فرد) تشریح کنید. این رفتار در دو ارتفاع ۹۹۰ متر و ۲۷۰۰ متر چه تفاوتی با هم دارند؟

۲- الف) یک نویز سفید گسسته با متوسط صفر و واریانس دلخواه با استفاده از دستور rand تولید کنید و سیگنال، هیستوگرام و چگالی طیف توان آن را در یک شکل رسم کنید. طول سیگنال را بین ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ بگیرید.

ب) یک نویز سفید گسسته گوسی با متوسط صفر و واریانس دلخواه با استفاده از دستور randn تولید کنید و سیگنال، هیستوگرام و چگالی طیف توان آن را در یک شکل رسم کنید. طول سیگنال را بین ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ بگیرید.

پ) یک نویز سفید گسسته گوسی با متوسط صفر و واریانس دلخواه تولید کنید و سیگنال و هیستوگرام و چگالی طیف توان آن را در یک شکل رسم کنید. طول سیگنال را بین ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ بگیرید. برای هر نقطه با دستور rand دو عدد تصادفی a و b با توزیع یکنواخت بین $[0,1]$ تولید کرده و یک عدد تصادفی با توزیع نرمال با متوسط μ و انحراف معیار σ با رابطه $x = \sigma \cdot \cos(2\pi b) \cdot \sqrt{-2 \ln(1-a)} + \mu$ بسازید.

ت) یک نویز سفید گسسته گوسی با توان دلخواه با استفاده از دستور wgn تولید کنید و سیگنال، هیستوگرام و چگالی طیف توان آن را در یک شکل رسم کنید. طول سیگنال را بین ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ بگیرید.

ث) برای سیگنال‌های تولید شده در قسمت الف تا پ تابع خود همبستگی و تبدیل فوریه آن را رسم کنید و با تابع چگالی طیف توان رسم شده در قسمت‌های قبل مقایسه کنید.

۳- فرآیندی که خروجی یک سیستم با تابع تبدیل $H(z) = \frac{1}{1 + az^{-1}}$ ، $0.4 < a < 0.8$ و ورودی نویز سفید است را داریم.

الف) تابع همبستگی آن را رسم کنید و خواص آن را تحقیق کنید.

ب) یک تابع نمونه با ۱۰۰۰۰ نقطه از آن را تولید کنید.

پ) برنامه‌ای بنویسید که تابع همبستگی را از روی N نقطه از این تابع نمونه را به دو روش با بایاس و بدون بایاس تخمین بزند و سپس آن را با تابع همبستگی واقعی (با رسم در یک شکل) مقایسه کنید. برنامه را برای مقادیر مختلف N (مثلاً ۱۰۰ و ۵۰۰ و ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰) اجرا کنید. همچنین برای یک N خاص، تابع همبستگی را از روی N نقطه در مکان‌های مختلف سیگنال تخمین بزنید. نتایج را با هم و با قسمت الف مقایسه کنید.

ت) از روی مقادیر همبستگی واقعی، ماتریس بعدی همبستگی را درست کرده و خواص آن را تحقیق کنید (خواص تقارنی ماتریس، مقدار دترمینان ماتریس، مقادیر ویژه و عناصر روی قطر اصلی). برنامه را برای مقادیر مختلف M (مثلاً ۲ و ۵ و ۱۰ و ۲۰) اجرا کنید و ماتریس‌ها را به صورت یک تصویر دوبعدی نشان دهید.

ث) قسمت ت را برای مقادیر تخمین M زده همبستگی انجام دهید و نتایج را با هم و با قسمت ت مقایسه کنید.

ج) برای یک نمونه سیگنال ECG، مشابه بند پ و ث، تابع همبستگی را تخمین بزنید (با روش با بایاس) و ماتریس M بعدی همبستگی را درست کرده و به عنوان تصویر نشان دهید.

چ) برای یک سیگنال EEG، قسمت ج را اجرا کنید. آیا تفاوتی بین کیفیت تخمین‌ها برای سیگنال ECG با سیگنال EEG وجود دارد؟ توضیح دهید.

۴- در آزمایشی که برای روشن کردن وسایل با استفاده از تمرکز بر روی تصویر وسیله در یک سیستم BCI طراحی شده است، ۶ تصویر مختلف مربوط به ۶ وسیله مختلف به فرد نشان داده شده است که در بردار stimuli با اعداد ۱ تا ۶ مشخص شده است. در ضمن زمان دقیق نمایش تصویر به صورت روز و ساعت و دقیقه و ثانیه در ماتریس events آمده است. وقوع اولین رخداد ۰/۴ ثانیه پس از شروع ثبت سیگنال EEG است. هدف آزمایش تمرکز شخص بر تصویر با شماره مشخص شده در target است. در بازه‌هایی که تصویر با شماره target نشان داده شده است، الگوی P300 بر روی EEG ثبت شده ظاهر می‌گردد (به مقاله ضمیمه مراجعه کنید). فرکانس نمونه‌برداری ۲۰۴۸ هرتز است. با استفاده از متوسط گیری سنکرون، موج P300 بر روی کانال Pz (کانال شماره ۱۳ از ماتریس data) در بازه‌های هدف را از سیگنال EEG داده شده برای یکی از افراد ۱ تا ۴ و یکی از افراد ۶ تا ۹ استخراج کنید. در مقاله لینکی برای دانلود داده‌های EEG ثبت شده داده شده است.

۵- در فایل داده شده سه لید سیگنال ECG و سیگنال تنفسی و سیگنال PPG داده شده است. فرکانس نمونه‌برداری همه آنها ۱۲۵ هرتز است.

الف) ۱۰ ثانیه از هر ۵ سیگنال را در یک شکل رسم کرده و ارتباط آنها را با هم تحقیق کنید.

ب) برای سیگنال PPG، ممان‌های زوج چگالی طیف توان را با استفاده از تقریب زمانی زیر محاسبه و رسم کنید. (P طول پنجره زمانی است).

$$\hat{\omega}_i[n] = \frac{2\pi}{P} \sum_{k=n-P+1}^n \left(x^{(i/2)}[k] \right)^2, i = 0, 2, 4$$

$$x^{(1)}[n] = x[n] - x[n-1], x^{(2)}[n] = (x[n+1] - x[n]) - (x[n] - x[n-1])$$

پ) پارامترهای یورت (Hjorth Parameters) را با استفاده از روابط زیر برای نمونه‌های این سیگنال محاسبه کنید.

$$Activity : H_0 = \omega_0$$

$$Mobility : H_1 = \sqrt{\frac{\omega_2}{\omega_0}}$$

$$Complexity : H_2 = \sqrt{\frac{\omega_4}{\omega_2} - \frac{\omega_2}{\omega_0}}$$

ت) تفسیر زمانی هر یک از پارامترهای محاسبه شده در قسمت ب را بیان کنید.

ث) یک نمونه از کاربرد این پارامترها در پردازش سیگنال‌های حیاتی را معرفی کنید.