

۱. الف) مشاهدات سه‌بعدی در فایل Ex1.mat داده شده‌اند. با استفاده از دستور scatter3 داده‌های سه‌بعدی را رسم کنید. کشیدگی داده‌ها را در جهت‌های مختلف بررسی کنید.

ب) الگوریتم PCA را بر روی مشاهدات اعمال کرده (با محاسبه ماتریس کوواریانس داده‌ها و اعمال تجزیه مقادیر ویژه) و جهت‌های اصلی و واریانس‌ها را استخراج کنید. جهت‌های به دست آمده را همراه با مشاهدات اصلی نمایش دهید و مفاهیم را بررسی کنید. داده‌های سفیدسازی‌شده (و نرمالیزه) را در شکل دیگری رسم کنید.

ج) قسمت (ب) را با استفاده از دستور PCA متلب تکرار کنید.

د) تجزیه SVD را بر روی مشاهدات اعمال کرده و مفاهیم مرتبط با تجزیه PCA (کشیدگی و واریانس داده‌ها و داده‌های سفیدسازی‌شده) را با ماتریس‌های تکین چپ و راست و مقادیر تکین بررسی کنید.

۲. فایل Ex2.mat شامل یک سیگنال EEG صرعی غیرتشنجی (interictal) ۳۲ کاناله است (X_org). این داده شبیه‌سازی‌شده واقع‌گرایانه، داده بدون نویز (سیگنال مطلوب) است. پنج سیگنال مختلف هر یک شامل نویز ماهیچه و سیگنال Background EEG داده شده است (X_noise_1 و X_noise_2). می‌خواهیم نویز را با SNRهای مختلف به سیگنال مطلوب اضافه کنیم و سپس با استفاده از الگوریتم‌های جداسازی کور منابع سیگنال مطلوب را بازسازی کنیم. دو نمونه از نویزهای داده‌شده را به دلخواه انتخاب کرده و مراحل زیر را برای هر یک از دو نویز انتخاب‌شده به صورت مستقل انجام داده و نتایج به دست آمده را گزارش کنید.

الف) نویز را با SNRهای مختلف ($-10dB$ و $-20dB$) با سیگنال اصلی جمع کنید و سیگنال مشاهدات را بسازید. سیگنال بدون نویز و سیگنال نویزی را به‌ازای هر SNR رسم کرده و با هم مقایسه کنید. می‌توانید از فایل plotEEG.m و تابع disp_eeg.m استفاده کنید.

ب) با استفاده از روش PCA و یک روش ICA (تابع Com2 به عنوان نمونه داده شده) منابع را استخراج کنید.

ج) با بررسی همه منابع به دست آمده، منابع مطلوب (منابع اسپایکی) را نگه داشته و بقیه منابع را حذف کنید. د) منابع مطلوب را به حوزه سنسور (حوزه مشاهدات) بازگردانید و مشاهدات حذف نویز شده را ایجاد نمایید (X_den).

ه) مشاهدات حذف نویز شده را برای کانال‌های ۱۳ و ۲۴ همراه با داده بدون نویز اصلی و داده نویزی رسم نمایید.

و) خطای RRMSE (RMSE نسبی) را برای هر روش و هر SNR محاسبه نمایید و در یک جدول یا یک نمودار نمایش دهید.

$$RRMSE = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^{32} \sum_{t=1}^T \left(x_{org}^{(n)}(t) - x_{den}^{(n)}(t) \right)^2}}{\sqrt{\sum_{n=1}^{32} \sum_{t=1}^T \left(x_{org}^{(n)}(t) \right)^2}}$$

۳. پوشه مربوط به تمرین سوم شامل چهار فایل mat. حاوی سیگنال‌های EEG است (NewData1 تا NewData4). سیگنال‌ها مربوط به بیماران صرعی بوده و در بازه‌های تشنجی یا غیرتشنجی ثبت شده‌اند (فرکانس نمونه‌برداری ۲۵۰ هرتز). هدف حذف نویزها و آرتیفکت‌های سیگنال‌های داده شده با استفاده از روش ICA است. در مورد هر سیگنال مراحل زیر را انجام داده و نتایج را به دست آورید. نتایج به دست آمده برای دو سیگنال را گزارش کنید.

(الف) سیگنال را در حوزه زمان و با مشخص کردن برچسب همه کانال‌ها رسم نمایید. می‌توانید از فایل plotEEG.m و تابع disp_eeg.m استفاده کنید.

(ب) سیگنال را از نظر نویز و آرتیفکت بررسی کنید. چه نوع آرتیفکتهایی در سیگنال می‌بینید؟ به نظرتان این آرتیفکت با استفاده از روش ICA قابل حذف شدن است؟

(ج) یک الگوریتم ICA بر روی سیگنال اعمال کرده و مولفه‌های مستقل و ماتریس ترکیب را به دست آورید. می‌توانید از تابع COM2R.m (الگوریتم Com2) استفاده کنید.

(د) مشخصه زمانی، فرکانسی و فضایی هر مولفه را رسم کرده و در مورد مطلوب یا نامطلوب بودن آن تصمیم‌گیری کنید. برای رسم مشخصه‌های فرکانسی و فضایی می‌توانید به ترتیب از تابع pwelch.m (تابع اصلی متلب) و plottopomap.m استفاده کنید.

توجه: در مورد مشخصه زمانی و فرکانسی از سطرهای ماتریس منابع استفاده کنید و در مورد مشخصه فضایی ستون‌های متناظر در ماتریس ترکیب را در نظر بگیرید.

(ه) شماره همه منابع مطلوب را در یک بردار SelSources ذخیره کرده و سیگنال حذف نویز شده را بازیابی کنید:

$$X_{denoised} = A(:, SelSources) \times S(SelSources, :)$$

سیگنال حذف نویز شده را رسم کرده و با سیگنال اولیه مقایسه کنید. آیا منابع درستی را انتخاب کرده‌اید؟ آیا حذف نویز به خوبی انجام شده است؟ آیا بایستی مرحله (ه) را دوباره و با دقت بیشتری انجام دهید؟