

۱- سیگنال مشاهدات شامل ۸ کانال به طول ۱۰۰ ثانیه داده شده است. داده‌های مربوط به این سوال در پوشه Q1 قرار گرفته‌اند. فرکانس نمونه برداری ۱۰۰ هرتز بوده و داده‌ها ترکیب خطی تعدادی منبع به اضافه نویز مشاهدات هستند. سه منبع از منابع ترکیب شده، منابع خاص بوده و دارای ویژگی‌های زیر هستند:

(۱) منبع $s_1(t)$ یک سیگنال مثلثی متناوب است.

(۲) منبع $s_2(t)$ یک سیگنال غیرایستا است که در بازه‌های خاصی on بوده و در بقیه بازه‌ها تقریباً off است.

(۳) منبع $s_3(t)$ یک منبع با باند محدود فرکانسی است.

داده مشاهده شده را می‌توانیم به صورت زیر مدل کنیم:

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{x}_1(t) + \mathbf{x}_2(t) + \mathbf{x}_3(t) + \mathbf{x}_4(t)$$

که در آن $\mathbf{x}(t)$ ، $\mathbf{x}_1(t)$ ، $\mathbf{x}_2(t)$ ، $\mathbf{x}_3(t)$ و $\mathbf{x}_4(t)$ به ترتیب سیگنال مشاهدات، اثر منبع s_1 در سیگنال مشاهدات، اثر منبع s_2 در سیگنال مشاهدات، اثر منبع s_3 در سیگنال مشاهدات و اثر بقیه منابع و نویز را در سیگنال مشاهدات نشان می‌دهند. این سیگنال‌ها به ترتیب در ماتریس‌های \mathbf{X}_{org} ، \mathbf{X}_1 ، \mathbf{X}_2 ، \mathbf{X}_3 و \mathbf{X}_4 ذخیره شده‌اند.

هر یک بخش‌های (الف) تا (و) را یک بار با روش GEVD و یک بار با روش DSS حل نمایید.

الف) اگر بدانیم دوره تناوب موج مثلثی ۴ ثانیه (۴۰۰ نمونه) است، تخمین منبع $\hat{s}_1(t)$ و اثر آن را در مشاهدات $\hat{\mathbf{x}}_1(t)$ به دست آورید و خطای تخمین $\hat{\mathbf{x}}_1(t)$ را به دست آورید. ✓

ب) اگر دوره تناوب دقیق موج مثلثی را ندانیم ولی بدانیم که محدوده آن بین ۳ تا ۷ ثانیه است، تخمین منبع $\hat{s}_1(t)$ و اثر آن را در مشاهدات $\hat{\mathbf{x}}_1(t)$ به دست آورید و خطای تخمین $\hat{\mathbf{x}}_1(t)$ را به دست آورید. ✓

ج) اگر زمان‌های on و off منبع $s_2(t)$ داده شده باشد (بردار T1 ذخیره شده، ۱ معادل on بودن و صفر معادل off بودن است)، تخمین منبع $\hat{s}_2(t)$ و اثر آن را در مشاهدات $\hat{\mathbf{x}}_2(t)$ به دست آورید و خطای تخمین $\hat{\mathbf{x}}_2(t)$ را به دست آورید. ✓

د) اگر فقط برخی از زمان‌های on بودن منبع $s_2(t)$ داده شده باشد (بردار T2 ذخیره شده)، تخمین منبع $\hat{s}_2(t)$ و اثر آن را در مشاهدات $\hat{\mathbf{x}}_2(t)$ به دست آورید و خطای تخمین $\hat{\mathbf{x}}_2(t)$ را به دست آورید. ✓

ه) اگر بدانیم بازه فرکانسی منبع $s_3(t)$ ۱۰ تا ۱۵ هرتز است، تخمین منبع $\hat{s}_3(t)$ و اثر آن را در مشاهدات $\hat{\mathbf{x}}_3(t)$ به دست آورید و خطای تخمین $\hat{\mathbf{x}}_3(t)$ را به دست آورید. ✓

۱- (و) اگر بازه فرکانسی منبع $s_3(t)$ را به طور دقیق ندانیم، اما بدانیم بازه آن محدود بوده و بین ۵ تا ۲۵ هرتز است، تخمین منبع $\hat{s}_3(t)$ و اثر آن را در مشاهدات $\hat{x}_3(t)$ به دست آورید و خطای تخمین $\hat{x}_3(t)$ را به دست آورید.

۲- در این سوال قصد داریم آرتیفکت EOG را به کمک روش‌های GEVD و DSS از مشاهدات EEG حذف کنیم. داده‌های مربوط به این سوال در پوشه Q2 قرار گرفته‌اند. ماتریس pure، سیگنال EEG گرفته شده از یک شخص از 19 کانال و با چشمان بسته (در حال استراحت) می‌باشد. این سیگنال به صورت مصنوعی به

آرتیفکت EOG آلوده شده و ماتریس contaminated سیگنال آلوده را در بردارد. (نرخ نمونه‌برداری 200 هرتز)

الف) ابتدا به کمک تابع disp_eeg سیگنال آلوده و سیگنال تمیز را نمایش دهید و از روی سیگنال آلوده زمان‌های فعالیت EOG را به طور تقریبی مشخص کرده و در برداری ذخیره نمایید.

ب) گام‌های الگوریتم جداسازی نیمه‌کور منابع به کمک GEVD را برای حذف آرتیفکت EOG از سیگنال داده شده، شرح دهید.

ج) مطابق با گام‌های توضیح داده شده در قسمت قبل کدی بنویسید که آرتیفکت EOG را از تمامی 19 کانال سیگنال آلوده حذف نماید و مشاهدات حذف نویز شده را محاسبه کنید.

د) گام‌های الگوریتم جداسازی نیمه‌کور منابع به کمک DSS را برای حذف آرتیفکت EOG از سیگنال داده شده، شرح دهید.

ه) مطابق با گام‌های توضیح داده شده در قسمت قبل کدی بنویسید که آرتیفکت EOG را از تمامی 19 کانال سیگنال آلوده حذف نماید و مشاهدات حذف نویز شده را محاسبه کنید.

و) خطای RRMSE (نسبی RMSE) را برای هر روش محاسبه نمایید. حد بالا و پایین معیار (برای این داده‌ها) را مشخص کرده و بر این اساس عملکرد روش را بررسی نمایید.

$$RRMSE = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^{19} \sum_{t=1}^T \left(x_{pure}^{(n)}(t) - x_{den}^{(n)}(t) \right)^2}}{\sqrt{\sum_{n=1}^{19} \sum_{t=1}^T \left(x_{pure}^{(n)}(t) \right)^2}}$$