

- بخش‌های ستاره‌دار (*) امتیازی هستند.

۱- سیگنال مشاهدات شامل ۸ کانال به طول ۱۰۰ ثانیه داده شده است. داده‌های مربوط به این سوال در فایل Q1.mat 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 $\hat{x}_3(t)$ به دست آورید و خطای تخمین $\hat{x}_3(t)$ را به دست آورید.

* 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 می‌خواهیم به حذف نویز سیگنال‌های شبیه‌سازی شده صرعی غیرتشنجی با استفاده از روش‌های نیمه‌کور پردازیم. سیگنال‌های بدون نویز و نویزی را که در سوال دو تمرین شبیه‌سازی سری دوم استفاده کرده بودید و ساخته بودید، در نظر بگیرید.

الف) ابتدا با استفاده از سیگنال بدون نویز اولیه، زمان رخداد اسپایک‌ها را تعیین کرده و در یک بردار ذخیره کنید.

ب) با استفاده از دو روش GEVD و DSS منابع مطلوب (منابع اسپایکی) را استخراج کرده و به حوزه سنسور (حوزه مشاهدات) بازگردانید و مشاهدات حذف نویز شده را ایجاد نمایید (X_{den}).

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

د) خطای RRMSE (نسبی RMSE) را برای هر روش، هر نویز و هر SNR محاسبه نمایید.

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

ه) نتایج به دست آمده را با نتایج PCA و ICA (تمرین شبیه‌سازی سری دوم) مقایسه کنید.