

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- فرآیند زیر را در نظر بگیرید:

$$x[n] = 10 \cos(0.1\pi n + \alpha_1) + 20 \cos(0.4\pi n + \alpha_2) + 10 \cos(0.8\pi n + \alpha_3) + N[n]$$

در رابطه فوق کسینوسی‌ها دارای فاز تصادفی هستند و $N[n]$ یک نویز گوسی با واریانس ۱ می‌باشد. یک تابع نمونه با طول ۱۰۰۰ از فرآیند فوق تولید کنید.

الف) چگالی طیف توان واقعی این فرآیند را محاسبه کرده و رسم نمایید.

ب) چگالی طیف توان را با روش BT تخمین بزنید و در یک شکل با شکل قسمت الف رسم نمایید.

پ) چگالی طیف توان را با روش پریودوگرام تخمین بزنید و در یک شکل با شکل قسمت الف رسم نمایید.

ت) چگالی طیف توان را با روش Welch برای پنجره‌های ۱۰۰ نمونه‌ای با پوشش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ نمونه تخمین بزنید و در یک شکل با شکل قسمت الف رسم نمایید.

ث) با فرض مدل AR برای فرآیند، مرتبه بهینه مدل را با استفاده از دو روش Levinson-Durbin و AIC پیدا کنید و مقایسه نمایید. سپس ضرایب مدل AR بهینه بدست آمده را با روش‌های موجود در MATLAB تخمین زده و با هم مقایسه کنید. چگالی طیف توان تخمینی روش‌های مختلف را نیز مقایسه کنید.

ج) با فرض مدل MA برای فرآیند، مرتبه بهینه مدل را با استفاده از روش AIC پیدا کنید. سپس ضرایب مدل MA بهینه بدست آمده را با روش‌های موجود در MATLAB تخمین زده و با هم مقایسه کنید. چگالی طیف توان تخمینی روش‌های مختلف را نیز مقایسه کنید.

چ) با فرض مدل ARMA برای فرآیند، مرتبه بهینه مدل را با استفاده از روش AIC پیدا کنید. سپس ضرایب مدل ARMA بهینه بدست آمده را با روش‌های موجود در MATLAB تخمین زده و با هم مقایسه کنید. چگالی طیف توان تخمینی روش‌های مختلف را نیز مقایسه کنید.

ح) برای تابع نمونه فوق با استفاده از روش PHD مقادیر دامنه و فرکانس سینوسی‌ها و واریانس نویز را حساب کنید و با مقادیر واقعی مقایسه کنید.

۲- هدف از این مسئله استفاده از فیلترهای وقتی برای کاهش نویز (یا حذف نویز) و ارزیابی کمی عملکرد آن است. اگر یک سیگنال اولیه تمیز را $s[n]$ نامیده و سپس به آن یک نویز با واریانس σ^2 اضافه کنیم و آن را $x[n]$ بنامیم ($x[n] = s[n] + N[n]$)، آنگاه پس از اعمال یک روش کاهش نویز به سیگنال بازیابی شده $\hat{s}[n]$ می‌رسیم که انتظار داریم تا حد ممکن شبیه سیگنال اول باشد. برای ارزیابی عملکرد روش از معیار بهبود نسبت سیگنال به نویز استفاده می‌کنیم که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$SNR_{improvement} = SNR_{out} - SNR_{in}$$

$$SNR_{in} = 10 \log \frac{\|s[n]\|^2}{\|x[n]\|^2} = 10 \log \frac{\|s[n]\|^2}{\|x[n] - s[n]\|^2}$$

$$SNR_{out} = 10 \log \frac{\|s[n]\|^2}{\|\hat{s}[n] - s[n]\|^2}$$

یک قطعه سیگنال ECG نرمال را به عنوان سیگنال $s[n]$ را در نظر بگیرید.

الف) دو تابع نمونه از یک نویز سینوسی (با دامنه یک سان) و با فرکانس ۵۰ هرتز با فاز تصادفی بسازید. یکی از این توابع نمونه را به عنوان سیگنال مرجع استفاده کنید و دیگری را به سیگنال ECG اضافه کرده و به عنوان Primary استفاده نمایید. سپس با استفاده از یک فیلتر وقتی نویز را حذف کنید.

ب) سیگنال نویزی و سیگنال حذف نویز شده را در یک شکل رسم کرده و به لحاظ کیفی با هم مقایسه کنید. این کار را برای طیف سیگنال‌ها نیز انجام دهید. چه تغییری در طیف‌ها رخ داده است؟

پ) به منظور مقایسه کمی، میزان بهبود سیگنال به نویز را محاسبه کنید. این کار را برای مقادیر مختلف دامنه نویز تکرار کنید و بر اساس آن، نموداری ارائه کنید که میزان بهبود را بر حسب سیگنال به نویز ورودی نشان دهد. حتی‌الامکان سعی کنید با تغییر دامنه نویز، رنج وسیعی از سیگنال به نویز ورودی را پوشش دهید.

ت) اثر تعداد ضرایب فیلتر، ضریب μ و دامنه نویز سینوسی را در پاسخ فرکانسی فیلتر میان‌گذر معادل بررسی کنید. برای یکی از این حالت‌ها، پاسخ ضربه، پاسخ فرکانسی و آرایش صفر و قطب فیلتر میان‌گذر معرفی شده در درس را رسم کنید.

ث) حساسیت فیلتر وقتی را به تغییرات کوچک فرکانسی سینوسی در طول زمان بررسی کنید.

ج) با افزودن هارمونیک اول به نویزهای سینوسی، عمل حذف نویز را انجام دهید و میزان بهبود سیگنال به نویز را با حالت بدون هارمونیک مقایسه کنید.

چ) حذف نویز را با استفاده از ساختار فیلتر وقتی ANC بدون سیگنال مرجع پیاده‌سازی کنید. این کار را برای چندین مقدار مختلف تأخیر انجام داده و هر بار میزان بهبود سیگنال به نویز را بدست آورید.

۳- در هر یک از موارد زیر مقاله‌ای پیدا کرده و خلاصه‌ای از آن در حد یک پاراگراف کوتاه تهیه کنید.

الف) کاربرد مدل‌های پارامتری در پردازش سیگنال‌های حیاتی (به جز کاربرد تخمین طیف و کاربرد به عنوان ویژگی)

ب) کاربرد روش‌های غیرپارامتری تخمین طیف در پردازش سیگنال‌های حیاتی (به جز کاربرد به عنوان ویژگی)

پ) کاربرد روش‌های پارامتری تخمین طیف در پردازش سیگنال‌های حیاتی (به جز کاربرد به عنوان ویژگی)

ت) کاربرد فیلترهای وقتی در پردازش سیگنال‌های حیاتی