

مهلت نهایی ارائه: حداکثر تا سه شنبه ۱۱ بهمن ۱۴۰۱: پس از این تاریخ نمره‌ای به پروژه‌ها تعلق نخواهد گرفت.

### ۱- طراحی فیلتر

فیلتر پایین‌گذر با مشخصات (specifications) زیر را در نظر بگیرید:

$$\begin{aligned} 0.98 < |H(e^{j\omega})| < 1.02 & \quad |\omega| \leq 0.63\pi \\ |H(e^{j\omega})| < 0.15 & \quad 0.65\pi \leq |\omega| \leq \pi \end{aligned}$$

این فیلتر را در نرم‌افزار MATLAB با استفاده از توابع Toolbox های Signal Processing و DSP System برای حالت‌های خواسته شده طراحی کنید:

الف) IIR با روش‌های:

- Impulse Invariance
- Bilinear Transformation

برای فیلترهای زمان پیوسته‌ی:

- Butterworth
- Chebyshev Type I
- Chebyshev Type II
- Elliptic

ب) FIR با روش‌های زیر:

- پنجره‌گذاری: پنجره‌های مستطیلی، Bartlett, Hanning, Hamming, Blackman و Kaiser
- الگوریتم Parks-McClellan

خروجی‌های مورد نظر برای هر طراحی:

۱- پاسخ اندازه و فاز (Magnitude and Phase Response)

۲- پاسخ تأخیر گروهی (Group Delay Response)

۳- پاسخ ضربه (Impulse Response)

۴- نمودار قطب-صفر (Pole-Zero Plot)

گزارش مورد نظر:

- درستی مشخصات (specifications) خواسته شده (desired) را از روی نمودارهای به دست آمده در طراحی تأیید کنید.
- انواع طراحی‌ها را با یکدیگر مقایسه کنید و در مورد ویژگی‌ها، مزایا و معایب آن‌ها از روی خروجی‌های به دست آمده بحث کنید.
- گزارش مقایسه‌ای و نمودارها را در یک فایل Word مرتب نموده و فایل Word و PDF آن را به همراه M-file کدهای نوشته شده در یک فایل zip یا rar. آرشیو کنید و تا مهلت تعیین شده از طریق سامانه دروس بارگذاری کنید.

## ۲- حذف انحراف خط مبنا از سیگنال ECG واقعی

### فیلتر کردن سیگنال ECG واقعی

در این تکلیف کامپیوتری هدف فیلترگذاری مناسب به منظور حذف انحراف خط مبنا از سیگنال نمونه ECG واقعی است که از پایگاه داده های MIT-BIH دانلود شده است.

(۱) مطالعه سیگنال ECG:

- از کتاب *Advanced methods and tools for ECG data analysis* یا مراجع مشابه سیگنال ECG و مشخصات آن را به اختصار در یک پاراگراف توضیح داده و معرفی کنید.

(۲) دانلود سیگنال ECG:

- قسمتی از یک سیگنال ECG واقعی که با نرخ ۳۶۰ هرتز نمونه برداری شده است با فرمت MATLAB (.mat) به همراه این فایل قرار داده شده است. فایل مربوط `100sample.mat` را دانلود کنید. این فایل را در MATLAB فراخوانی و سیگنال ECG را رسم کنید. از روی فرکانس نمونه برداری محور افقی را با مفهوم زمان مقدار دهی کنید.

(۳) اصلاح انحراف خط مبنا (Baseline Wandering):

- یکی از مشکلات سیگنال‌های حیاتی ثبت شده، انحراف از خط مبنا است. انحراف خط مبنا ناشی از آرتیفکتهای تنفسی و حرکتی یا جابجایی الکترودها روی بدن بیمار است. نمونه ای از انحراف خط مبنا در سیگنال ECG در شکل زیر نمایش داد شد است:



- یکی از روشهای اصلاح خط مبنا (Baseline Correction) استفاده از فیلتر بالاگذر است. با توجه به محدوده فرکانسی سیگنال ECG یک فیلتر بالاگذر با فرکانس قطع در محدوده ۰.۵ (نیچ) هرتز طراحی و روی سیگنال داده شده اعمال کنید و سیگنال قبل و بعد از اصلاح خط مبنا را مقایسه کنید.

(۴) برای قسمت قبل یکبار از فیلتر IIR و بار دیگر از فیلتر FIR استفاده کنید. مزیتها و معایب هر یک از این دو نوع طراحی را بر اساس نتایج حاصل بیان کنید.

(۵) یک مشکل استفاده از فیلترهای IIR مطلوب نبودن فاز فیلتر طراحی شده است. برای رفع این مشکل یک راه حل استفاده از دو بار فیلترگذاری روی سیگنال است یکبار در جهت مستقیم (مانند مرحل قبل) و بار دیگر در جهت وارون. برای این کار خروجی مرحله قبل را برعکس کرده (از دستور `flip` می توانید استفاده کنید) و آن را با همان فیلتر قبلی فیلتر کنید. دقت کنید خروجی را نیز باید `flip` کنید. نتیجه را با مرحله قبل مقایسه کنید.

پرسش ۱: اثبات کنید فیلتر پیشنهاد شده در مرحله (۵) یک فیلتر با فاز صفر خواهد بود.

پرسش ۲: مشکل اصلی راهکار پیشنهادی در مرحله (۵) چیست؟

گزارش موردنظر:

- نمودار سیگنال و خروجی پردازش آن در هر مرحله
- نمودار پاسخ فرکانسی فیلترهای طراحی شده
- گزارش مقایسه ای و نمودارها را در یک فایل Word مرتب نموده و فایل Word و PDF آن را به همراه M-file کدهای نوشته شده در یک فایل zip یا rar. آرشیو کنید و تا مهلت تعیین شده از طریق سامانه دروس بارگذاری کنید.

راهنمایی: برخی توابع مفید متلب: firpm, filter, sosfilt, filterDesigner, fir1

برای فیلتر کردن با فیلتر IIR در تکلیف ۲ از دستور sosfilt استفاده کنید.

شاد و تندرست باشید

روزبه رجبی