



به نام خدا



دانشگاه تهران  
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

**DSP**

تمرین کامپیوتری دوم  
دکتر اخایی

موعد تحویل:

**1401/4/3**

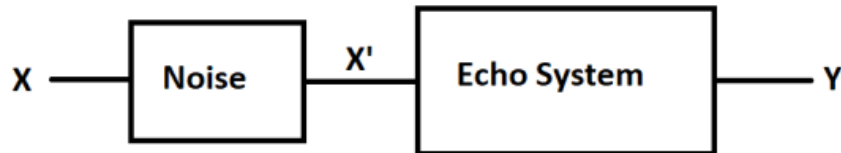
در این سوال با فیلترینگ تصاویر در متلب آشنا می‌شویم:

الف) با استفاده از دستور fspecial موجود در متلب، تاثیر فیلترهای Gaussian, Sobel, Disk, Unsharp Average, Laplacian را بر روی تصویر img.jpg بررسی کنید. در ادامه نحوه کار هر کدام از این فیلترها و تاثیر آن بر پیکسل تصویر را توضیح دهید و تصاویر جدید و توضیحات مربوط به آنها را در گزارشکار بنویسید.

ب) پارامترهای اضافی فیلترها را تغییر دهید و تغییرات را بررسی کنید.

ج) با تبدیل تصاویر حاصل از نویز بالا به تصاویر سیاه سفید، تبدیل فوریه آنها را رسم کنید و تبدیل فوریه ها را توصیف کنید و مشخص کنید که آیا میتوان محدوده فرکانسی مشخصی را برای نویز حاصل مشخص کرد یا خیر.

در این سوال یک سیگنال صوتی نویز دار همراه با اکو داریم و هدف این است که با استفاده از طراحی فیلتر مناسب سیگنال اصلی را بازیابی کنیم. سیگنال ورودی از سیستم زیر عبور می کند و به سیگنال خروجی تبدیل می شود.



$$y[n] = x'[n] + \alpha x'[n - k_1] + \beta x'[n - k_2]$$

در ابتدا باید اکو سیگنال را حذف کنیم.

- (1) فایل y.wav را در متلب ذخیره کنید و فرکانس نمونه برداری آن را گزارش دهید.
- (2) با استفاده از توابع `fft`, `fftshift` تبدیل فوریه سیگنال پیوسته ای را که از آن نمونه برداری شده است را رسم کنید و پهنای باند را بدست آورید.
- (3) با استفاده از تابع `xcorr` که سیگنال همبستگی میان دو سیگنال را بدست می آورد، روشی پیشنهاد دهید که بتوان با آن، ضرایب  $\alpha$  و  $\beta$  را بدست آورد. در ادامه ادعای خود را با استفاده از روابط ریاضی توجیه کنید. مقادیر  $\alpha$  و  $\beta$  را با استفاده از روش پیشنهادیتان تا یک رقم اعشار گرد کنید و این مقدار را بعنوان مقدار نهایی گزارش کنید.
- (4) مقدار تاخیر  $k_1, k_2$  را بدست آورید.
- (5) پاسخ ضربه سیستم اکو را در حوزه زمان محاسبه کنید.
- (6) با استفاده از تابع `filter`، سیگنال  $x'$  را بدست آورید و به آن گوش دهید. آیا سیگنال اکو دارد؟

برای حذف نویز میتوانیم از `fdatoool` استفاده کنیم.

فرکانس گفتار انسان بین 300 تا 3400 هرتز است.

مرز باند توقف را برای سیگنال صوتی را 3800 هرتز در نظر بگیرید.

فیلتر را با استفاده از پنجره `kaiser` و با آلفای 7.685 طراحی کنید.

(8) فیلتر طراحی شده را به `workspace` انتقال دهید و با استفاده از دستور `freqz` پاسخ فرکانسی را رسم کنید و نتیجه را با استفاده از مفاهیم درس تحلیل کنید.

(9) با تغییر انواع پارامترها، نویز خارج باند این فیلتر را حذف کرده و به سیگنال گوش دهید. آیا نویز همچنان شنیده میشود؟ چرا؟

(10) سیگنالهای  $x, x'$  را در حوزه زمان رسم کرده و تفاوت های آنها را گزارش دهید.

مقدمه: سانسور بلیپ به معنای حذف کلمه ی ناشایست یا یک اطلاعات خاص و جایگزینی آن با یک صدای بوق (معمولا یک تک تون با فرکانس 1000 هرتز) است که در برنامه های رادیویی و تلویزیونی کاربرد زیادی دارد. ما در این بخش به دنبال حذف کلمه ی "California" در سخنرانی آرنولد هنگام پیروزی در انتخابات هستیم. (فرض کنید نام ایالت محرمانه است و قرار است سانسور شود.

- از تابع "audioread" برای خواندن فایل "Arnold.wav" استفاده کنید.
- حال از فایل "California.wav" به عنوان الگو برای حذف استفاده می کنیم. از تابع "sound" استفاده کنید و دو فایل صوتی را بشنوید. این فایل صوتی را هم بخوانید و در یک رشته ذخیره کنید.
- از همبستگی متقابل نرمالیزه شده (normalized cross-correlation) برای سانسور کلمه ی مورد نظر استفاده کنید. در این روش باید همبستگی متقابل بین دو سیگنال را محاسبه کنید و سپس اندازه ی آن را نرمالیزه کنید. اندیسی این همبستگی محاسبه شده که peak بزند، نشان دهنده ی محل شروع کلمه ی مورد نظر برای سانسور در صوت اصلی است. حال همبستگی متقابل بین دو سیگنال (حاصل از خواندن دو فایل صوتی) را محاسبه کنید آن را نرمالیزه نمایید و رسم نمایید.
- حال کلمه ی مورد نظر را در فایل سخنرانی با یک سینوسی با فرکانس 1000 Hz جایگزین کنید.
- صوت حاصل شده را بشنوید و در صورتی که سانسور کلمه را به درستی انجام داده بودید آن را با نام "censored.wav" ذخیره کنید و در پوشه ی کدهای خود قرار دهید. (این فایل مورد ارزیابی قرار میگیرد و باید با استفاده از قطعه کدتان به راحتی قابل بازتولید باشد)

## سوال چهارم

فیلتر کردن صوت با ابزار های متلب:

با استفاده از تابع "wavread" فایل صوتی "NoisySound.wav" را محیط متلب ذخیره کنید. توسط تابع "Sound" به آن گوش دهید. متوجه میشوید که این فایل توسط یک نویز تک تون خراب شده است.

- با تابع fft متلب اندازه تبدیل فوریه صوت داده شده را در بازه  $[0, \frac{F_s}{2}]$  رسم کنید، که  $F_s$  فرکانس نمونه برداری صوت داده شده است.
- با در نموداری که در قسمت قبل کشیدید فرکانس نویزی که تداخل ایجاد کرده است را شناسایی کنید. حال با "fdatool" یا معادلا "filterDesigner" متلب به طراحی فیلتری برای حذف نویز صوت داده شده پردازید. برای طراحی فیلتر از یک فیلتر میان نگذر که دارای تعداد جملات محدود پاسخ ضربه<sup>1</sup> است طراحی کنید به طوری که دارای کمترین درجه<sup>2</sup> باشد. انتخاب مناسب فرکانس قطع<sup>3</sup> و گذر<sup>4</sup> به عهده شما است. این پارامترهای فیلتر را به گونه ای تغییر دهید که دارای کمترین درجه ممکن و همچنین دارای کارایی مناسب باشد.
- حال ضریب های<sup>5</sup> فیلتر را از محیط "filterDesigner" استخراج<sup>6</sup> کنید و سپس با تابع "freqz" به رسم پاسخ فرکانسی برای اندازه و فاز فیلتر پردازید.
- صوت داده شده را فیلتر سپس آن به کمک "wavwrite" را با اسم "bs\_filtered\_sound.wav" ذخیره کنید.
- در این قسمت قرار است صوت "bs\_filtered\_sound.wav" داده شده را از یک فیلتر پایین گذر با مشخصات زیر عبور دهید:

Type: FIR Lowpass filter

Approximation: Equiripple

Passband cutoff frequency: 2000 Hz

Stopband cutoff frequency: 2500 Hz

Order: 35

(الف) صدای قبل و بعد از اعمال فیلتر را در محیط متلب پخش کنید.

(ب) نمودار حوزه زمان هر دو سیگنال را قبل و بعد از فیلترینگ رسم کنید. توضیح دهید چه تفاوتی

کرده اند؟

(ج) طیف<sup>7</sup> سیگنال را (اندازه تبدیل فوریه) قبل و بعد از فیلتر نشان دهید.

(د) ضریب های فیلتر را از محیط متلب استخراج کنید و سپس اندازه و فاز پاسخ فرکانسی فیلتر را

رسم کنید.

<sup>1</sup> Band-stop FIR  
<sup>2</sup> Minimum order  
<sup>3</sup> Cut off frequency  
<sup>4</sup> Pass Frequency  
<sup>5</sup> Coefficients  
<sup>6</sup> Export  
<sup>7</sup> Spectrum

- قسمت قبل را (قسمت 5) برای فیلتر بالاگذر با مشخصات زیر تکرار کنید.

*Approximation: Butterworth*

*Stopband cutoff frequency: 5800 Hz*

*Passband cutoff frequency: 5900 Hz*

*Minimum loss in the stopband: 80dB*

*Maximum loss in the passband: 3dB*

## نکات پایانی:

توجه کنید تا 7 روز بعد از ددلاین فرصت دارید تا تمرین را تحویل دهید. به ازای هر روز تاخیر 5 درصد از نمره شما کسر میشود. بعد از 7 روز به هیچ عنوان تحویل گرفته نمیشود. همچنین با توجه با سیاست تاخیر تمرین کامپیوتری تمدید نمیشود.

تمامی قطعه کدها برای حل سوالات باید با استفاده از MATLAB نوشته شده باشند.

در نهایت تمامی کدها را در پوشه ای به اسم "code" قرار دهید. این پوشه را به همراه pdf گزارش کار خود به صورت فشرده در سامانه آپلود کنید.

توجه داشته باشید در صورت استفاده مستقیم از منابع اینترنتی امکان پیدا کردن شباهت بین کار شما و دیگران افزایش میابد و ممکن است نمره آن بخش یا تمرین را از دست بدهید.

در صورتیکه درباره سوالات ابهامی داشتید میتوانید سوالات خود را از طریق ایمیل از دستیاران آموزشی پرسید:

سوالات اول و دوم: mahsa.heydari@ut.ac.ir

سوالات سوم و چهارم: mdi.amirhossein@gmail.com