

* برنامه ها را به زبان MATLAB یا Python تحویل دهید.

در این پروژه می خواهیم فیلترهای مختلف را روی یک سیگنال صوتی اعمال کنیم.

(A) یکی از ساده ترین فیلترهای پایین گذر، moving average است که پاسخ ضربه آن را به صورت زیر است:

$$h_1[n] = u[n] - u[n - 2N_1 - 1] = \begin{cases} 1, & 0 \leq n \leq 2N_1 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

اندازه پاسخ فرکانسی (تبدیل فوریه پاسخ ضربه) این فیلتر را به ازای $N_1 = 4$ رسم کنید. در تبدیل فوریه، فرکانس ω یک متغیر پیوسته است. اما برای رسم این تابع در کامپیوتر، مجبوریم مقدار ω را به صورت گسسته، و با فاصله کم، در نظر بگیریم و مقدار $H_1(e^{j\omega})$ در فرکانس های گسسته حساب و رسم کنیم. اگر یک دوره تناوب 2π از فرکانس را در نظر بگیریم و فرکانس را در K نقطه گسسته در نظر بگیریم، تبدیل فوریه در k مین نقطه فرکانسی برابر است با

$$H_1(k) = H_1(e^{j\omega})|_{\omega=\frac{2\pi k}{K}} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} h_1[n] e^{\frac{j2\pi kn}{K}}$$

رابطه فوق تبدیل فوریه گسسته (discrete Fourier transform (DFT)) نام دارد و در MATLAB با دستور *fft* قابل محاسبه است.

(B) اندازه پاسخ فرکانسی فیلتر $h_2[n] = h_1[n]e^{j\pi n}$ را رسم کنید.

(C) پاسخ ضربه ی فیلتر پایین گذر در رابطه (5.50) کتاب آورده شده است. این پاسخ ضربه علی نیست و طول آن هم بینهایت است. به جای آن، فیلتری با پاسخ ضربه ی زیر را در نظر بگیرید:

$$h_3[n] = \begin{cases} \frac{\sin \omega_c(n - N_2)}{\pi(n - N_2)}, & 0 \leq n \leq 2N_2 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

در رابطه ی فوق $\omega_c = \pi/8$ ، $N_2 = 300$ در نظر بگیرید و اندازه پاسخ فرکانسی $H_3(k) = H_3(e^{j\omega})|_{\omega=\frac{2\pi k}{K}}$ به ازای $K = 1024$ رسم کنید.

(D) پاسخ فرکانسی فیلترهای زیر را رسم کنید.

$$h_4[n] = 2 \cos\left(\frac{\pi}{4}n\right) h_3[n]$$

$$h_5[n] = 2 \cos\left(\frac{\pi}{2}n\right) h_3[n]$$

$$h_6[n] = 2 \cos\left(\frac{3\pi}{4}n\right) h_3[n]$$

$$h_7[n] = \cos(\pi n) h_3[n]$$

(E) اکنون یک فایل صوتی، مثلاً یک آهنگ را بخوانید. در MATLAB می توانید از دستور *audioread* برای خواندن فایل صوتی استفاده کنید. اگر فایل صوتی طولانی است می توانید ۲۰ ثانیه اول آن را به عنوان سیگنال ورودی، x در نظر بگیرید. فیلترهای h_3 ، h_4 و h_5 را بر روی سیگنال ورودی اعمال کنید، یعنی کانولوشن سیگنال ورودی و پاسخ ضربه ی فیلتر را به دست آورید. خروجی را در فایل های صوتی جداگانه ذخیره کنید. می توانید از دستور *audiowrite* برای این منظور استفاده کنید. به فایل های خروجی گوش دهید، چه تفاوتی با هم دارند؟

(F) با این فیلترها می توانید نوعی equalizer ایجاد کنید. مثلاً یک بار $y_{lp} = x * (5h_3 + h_4 + \frac{1}{3}h_5)$ و بار دیگر $y_{hp} = x * (\frac{1}{3}h_3 + h_4 + 5h_5)$ را حساب و با هم مقایسه کنید.

به نام خدا

پروژه درس سیگنال ها و سیستم ها

زمان تحویل ۱۴۰۱/۱۱/۰۵

توضیحات خود را در یک فایل pdf به همراه کد به همان فرمتی که homework ها را تحویل می دادید، به جناب آقای سبویکی تحویل دهید.

موفق و تندرست باشید.

سلمان غفرانی جهرمی