



پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران
دانشکده برق و کامپیوتر

تمرین شبیه‌سازی کامپیوتری اول
تجزیه و تحلیل سیگنال‌ها و سیستم‌ها
نیمسال دوم-سال تحصیلی ۹۶-۹۷

مدرس: دکتر ارس ادهمی

زمستان ۹۶

سوال اول:

الف. توابع $x(n)$ و $y(n)$ را به کمک دستورهای stem و plot رسم کنید. تفاوت این دو دستور را بیان کنید.

$$x(n) = \delta(n) + \delta(-n + 4) - 2[u(n + 3) - u(n - 3)]$$

$$y(n) = x(n) - x(2n + 1)$$

$$z(n) = e^{j\pi n} \cdot \cos\left(\frac{\pi n}{2}\right) \cdot x(n)$$

ب. سیگنال $w_1(n)$ و $w_2(n)$ را رسم کنید.

$$w_1(n) = 5[r(-n + 2) + r(n - 2)] \quad -10 \leq n \leq 10$$

$$w_2(n) = 3r(n + 3) - 6r(n + 1) + 3r(n) - 3u(n - 3)$$

سوال دوم:

اندازه و فاز سیگنال های $X(\omega)$ و $x(t)$ را به کمک دستورهای stem و plot رسم کنید.

$$x(t) = \text{Imag}(2 - e^{(1-j\pi)t}) \quad -10 \leq t \leq 10$$

$$X(\omega) = \frac{j \cdot \omega}{1 + j \cdot \omega} \quad -10\pi \leq \omega \leq 10\pi$$

سوال سوم:

تابعی بنویسید که یک سیگنال را به صورت ورودی دریافت کرده و انرژی سیگنال، میانگین سیگنال (مقدار DC آن) و مقدار موثر آن سیگنال (RMS) را محاسبه کند. خروجی های این تابع را به ازای ورودی $x(n)$ و $z(n)$ که در سوال اول آمده است، بدست آورید.

سوال چهارم:

الف. تابعی بنویسید کانولوشن دو سیگنال گسسته در زمان را محاسبه کند.

ب. کانولوشن دو سیگنال $x_1(n) \cdot x_2(n)$ را به کمک تابع قسمت الف محاسبه کنید و نتیجه کانولوشن این دو تابع در یک نمودار به کمک دستور subplot رسم کنید. (در این بخش مجاز به استفاده از دستور conv نیستید و صرفاً برای بررسی صحت نتایج خود می‌توانید از این تابع استفاده کنید.)

$$x_1(n) = (1/2^{-n+1}) \cdot [u(n+2) - u(n-2)]$$

$$x_2(n) = \begin{cases} \sum_{i=-\infty}^n (\sin(2n) + e^{j\pi n}) \cdot (u(n+3) - u(n-5)) & 0 < n < 7 \\ 0 & \text{o.w} \end{cases}$$

ج. فرض کنید سیگنال $t(n)$ به صورت زیر باشد:

$$t(n) = u(n-1) - u(n-5)$$

حال به کمک تابع فوق $y_1(n) \cdot y_2(n) \dots y_{10}(n)$ را بیابید.

$$y_1(n) = t(n) * t(n)$$

$$y_2(n) = t(n) * t(n) * t(n)$$

$$y_3(n) = t(n) * t(n) * t(n) * t(n)$$

در صورتی که عمل کانولوشن را ادامه دهیم، حدس می‌زنید که شکل تابع در نهایت چگونه خواهد بود؟

سوال پنجم:

در این سوال می‌خواهیم به صورت مقدماتی با پردازش تصویر به عنوان یک سیگنال دوبعدی آشنا شویم و با تبدیلات آن در حوزه مکانی آشنا شویم. هدف آشنایی شما با سیگنال‌های دوبعدی و تعمیم آموخته‌هایتان به این فضا است. یکی از بهترین نمونه‌های سیگنال دوبعدی تصویر است. در فضای تصویر به ازای هر مکان (x, y) مقدار روشنایی آن نقطه (عدد بین صفر و یک که صفر نشان دهنده‌ی سیاه و یک نشان دهنده‌ی رنگ سفید است) را می‌توان به عنوان یک سیگنال در نظر گرفت و سپس با اعمال توابعی روی این سیگنال، تصویر جدیدی ایجاد کرد.

الف. به کمک دستور `imread` تصویر 'spine.tif' را که در ضمیمه آمده است بخوانید. حال به کمک دستور `im2double` می‌توانید مقادیر شدت روشنایی درون هر پیکسل از این تصویر را به اندازه‌ای بین صفر و یک تبدیل کنید.

ب. به کمک دستور `imshow` تصویر ذخیره شده را در محیط متلب نمایش دهید.

ج. در این قسمت می‌خواهیم با پردازش مکانی تصاویر آشنا شویم، به رابطه زیر دقت کنید:

$$g(x, y) = T[f(x, y)]$$

در این رابطه $f(x, y)$ نشان دهنده تصویر ورودی، $g(x, y)$ نشان دهنده تصویر خروجی و T اپراتوری است که روی (x, y) و یا همسایگی آنها تعریف می‌شود. به این اپراتور `intensity transformation` گویند. حال برای تصویر ورودی تبدیلات زیر را اعمال کرده و نتیجه تصاویر به دست آمده را در گزارش خود نمایش دهید: (در این توابع c و γ مقداری ثابت است، می‌توانید با تغییر آنها نتایج را مشاهده کنید).

$$\log - transformation: g(x, y) = c \log(1 + f(x, y))$$

$$\gamma - transformation: g(x, y) = cf(x, y)^\gamma$$

د. مشابه حالت یک بعدی که صرفاً سیگنالی در راستای یک متغیر مستقل بوده و کانولوشن یک بعدی داشته، برای تصویر می‌توان کانولوشن را به صورت دوبعدی در نظر گرفت که رابطه‌ای به صورت زیر خواهد داشت:

$$w(x, y) ** f(x, y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t) f(x - s, y - t)$$

حال تصویر 'einstein.tif' را که در ضمیمه آمده است را به کمک `imread` خوانده و تصویر را از $w(x, y)$ که رابطه آن به صورت زیر آمده است عبور دهید و کانولوشن دوبعدی آن را محاسبه کنید و نتیجه تصویر بدست آمده را در گزارش خود نمایش دهید. به نظر شما چرا عبور تصویر از این فیلتر چنین نتیجه‌ای داشته است؟ (برای درک بهتر سعی کنید ابعاد $w(x, y)$ را به $5*5, 7*7, 11*11$ تغییر دهید و نتایج را مشاهده کنید).

$$w(x, y) = \frac{1}{81} \cdot \begin{bmatrix} 1 & \cdots & 1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \cdots & 1 \end{bmatrix}_{9 \times 9}$$

توجه ۱: حتماً قبل از کانولوشن شدت روشنایی تصویر را به کمک `im2double` به بازه صفر تا یک ببرید.

توجه ۲: شما مجاز به استفاده از دستور `conv2` برای محاسبه کانولوشن دوبعدی در این سوال نیستید.

سوال ششم:

در این سوال می‌خواهیم با سیگنال صوت به عنوان مثالی از سیگنال‌های یک بعدی آشنا شویم.

الف. ابتدا سیگنال 'anykey.wav' را به کمک دستور audioread بخوانید. (در یک بردار به نام S_{old} ذخیره کنید).

ب. حال با استفاده از دستور sound این سیگنال را پخش کنید. (توجه کنید که ورودی دستور sound شامل بردار ذخیره شده صدا و مقدار f_s می‌باشد، f_s فرکانس نمونه برداری است که در ادامه درس با آن آشنا خواهید شد. در این مساله بدون نیاز به جزییات صرفاً مقدار آن را 11205 قرار دهید).

ج. حال سیگنالی جدید از سیگنال اولیه بخش اول ایجاد کنید: (می‌توانید مقدار α را 0.5 و مقدار n_0 را 2000 قرار دهید).

$$S_{new}(n) = S_{old}(n) + \alpha \cdot S_{old}(n - n_0)$$

سیگنال $y(n)$ را پخش کنید. چه تفاوتی در آن مشاهده می‌کنید؟ علت را توضیح دهید.

د. در این بخش ابتدا مفهوم cross correlation را به دقت مطالعه کنید. بدون استفاده از توابع آماده متلب، cross correlation یک سیگنال با خودش را محاسبه کنید. حاصل این سیگنال در چه نقطه ای بیشینه است؟ این عدد بیانگر چیست؟

ه. در این بخش به کمک تابع آماده متلب برای cross correlation (xcorr) و به کمک مفهوم این رابطه و با فرض آنکه میزان تاخیر n_0 را در سیگنال اکو شده در بخش ج نمی‌دانیم، میزان این تاخیر را بدست آورید.

سوال هفتم:

الف. سیگنال زیر را رسم کنید:

$$t = 0:0.01:4;$$

$$x = \sin(2 \cdot 5\pi t);$$

ب. حال به کمک تابع awgn (نویز سفید گوسی را به سیگنال با میزان SNR معین اضافه می‌کند) نویزی با مقدار شدت سیگنال به نویز ($snr = 20$) به سیگنال اضافه کنید و آن را y نامیده و رسم کنید.

ج. کانولوشن سیگنال نویزی شده $y(n)$ را به کمک دستور conv با سیگنال m محاسبه کرده و آن را z نام گذاری کرده و رسم کنید.

$$m = \frac{1}{5} \cdot \text{ones}(5.1);$$

د. نتیجه سیگنال های بدست آمده از این سه بخش را با هم مقایسه کنید. چرا مقدار نویز در سیگنال بخش سوم کاهش یافته است؟

به نکات زیر توجه فرمایید:

۱. فایل گزارش خود را با فرمت pdf ، به انضمام کدهای MATLAB خود در قالب یک فایل zip تا زمان تحویل در سایت درس با فرمت زیر بارگذاری کنید:

[Name]_[student number]_CA[CA number].zip

۲. اصلی ترین بخش هر تمرین کامپیوتری، گزارش کار آن است و بخش عمده نمره به آن تعلق می گیرد. لذا برای هر بخش، توضیحات کافی به همراه نتایج شبیه سازی خود را در گزارش کار خود بیاورید. گزارش کار لازم است فرمت یک گزارش علمی داشته باشد. از گرفتن عکس از نوشته های خود و الصاق آن در گزارش خود خودداری کنید. یک تمپلیت برای گزارش در سایت درس آپلود شده است.

۳. کدهای خود را تا حد امکان واضح، بی ابهام و ساده بنویسید و هر جایی که احساس می کنید فهم کد شما مشکل خواهد بود حتما از کامنت استفاده کنید.

۴. کد مربوط به هر سوال را در یک فایل جداگانه با اسم P? که علامت سوال نشان دهنده ی شماره سوال است ذخیره کنید. قسمت های مختلف یک سوال را با کمک %/ از هم جدا کنید.

۵. می توانید پرسش های خود را از طریق ایمیل behrang.fazli1990@gmail.com مطرح کنید.

۶. کپی کردن کار یکدیگر تخلف محسوب می شود و در صورت مشاهده کوچکترین تخلف، نمره کسب شده میان طرفین تقسیم خواهد شد.

شاد باشید...