



تحلیل هوشمند تصاویر زیست پزشکی

نیم سال اول ۰۲-۰۳

مدرس: محمدحسین رهبان

مهلت ارسال: ۲۸ مهر

آشنایی با مقدمات

تمرین اول

- مهلت ارسال پاسخ تا ساعت ۲۳:۵۹ روز مشخص شده است.
- در طول ترم امکان ارسال با تاخیر تمرین ها بدون کسر نمره تا سقف ۱۲ روز وجود دارد. محل بارگذاری جواب تمرین ها بعد از ۴ روز بسته خواهد شد و پس از گذشت این مدت، پاسخ های ارسال شده پذیرفته نخواهند شد.
- توجه داشته باشید که نوت بوک های شما باید قابلیت بازجای ۱۰۰ درصد داشته باشند و در صورت نیاز به نصب یک کتابخانه یا دسترسی به یک فایل، مراحل نصب و دانلود (از یک محل عمومی) در نوت بوک وجود داشته باشد.
- هم فکری در انجام تمرین مانعی ندارد، فقط توجه داشته باشید که پاسخ تمرین حتما باید توسط خود شخص نوشته شده باشد. همچنین در صورت هم فکری در هر تمرین، در ابتدای جواب تمرین نام افرادی که با آن ها هم فکری کرده اید را حتما ذکر کنید.
- برای پاسخ به سوالات نظری در صورتی که از برگه خود عکس تهیه می کنید، حتما توجه داشته باشید که تصویر کاملا واضح و خوانا باشد. در صورتی که خوانایی کافی را نداشته باشد، تصحیح نخواهد شد.
- محل بارگذاری سوالات نظری و عملی در هر تمرین مجزا خواهد بود. به منظور بارگذاری بایستی تمارین تئوری در یک فایل زیپ با نام `SPB_Theo_hw[HW-Number]_[First-Name]_[Last-Name]_[Student-Id].zip` و تمارین عملی نیز در یک فایل مجزای زیپ با نام `SPB_Prac_hw[HW-Number]_[First-Name]_[Last-Name]_[Student-Id].zip` بارگذاری شوند.
- در صورت ارسال کامل تمرین تا تاریخ ۲۲ مهر، نمره مثبت به شما تعلق خواهد گرفت و در صورت ارسال پس از این تاریخ تا روز ۲۸ مهر به صورت خطی این نمره مثبت کمتر خواهد شد.
- در صورت وجود هرگونه ابهام یا مشکل، در کوثرای درس آن مشکل را بیان کنید و از پیغام دادن مستقیم به دستیاران آموزشی خودداری کنید.

بخش تئوری (۵۰ نمره)

۱. سوال اول (۱۰ نمره)

(آ) غلط

$$\begin{aligned}y[n] &= x[n] * h[n] \\&= \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n-k] \\y[n-1] &= \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n-1-k] \\&= x[n] * h[n-1]\end{aligned}$$

(ب) صحیح

$$\begin{aligned}y(t) &= x(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau)h(t-\tau)d\tau \\y(-t) &= x(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau)h(-t-\tau)d\tau \\&= \int_{-\infty}^{\infty} x(-\tau)h(-t+\tau)d\tau \\&= x(-t) * h(-t)\end{aligned}$$

۲. سوال دوم (۱۰ نمره)

(a)

$$\begin{aligned} y[n] &= \alpha y[n-1] + \beta w[n] \\ w[n] &= \frac{1}{\beta} y[n] - \frac{\alpha}{\beta} y[n-1] \\ w[n-1] &= \frac{1}{\beta} y[n-1] - \frac{\alpha}{\beta} y[n-2] \end{aligned}$$

با تقسیم معادله بر ۲ و تفریق از معادله s۱ داریم

$$\begin{aligned} w[n] - \frac{1}{2}w[n-1] &= \frac{1}{\beta}y[n] - \frac{\alpha}{\beta}y[n-1] - \frac{1}{2\beta}y[n-1] + \frac{\alpha}{2\beta}y[n-2] = x[n] \\ y[n] &= (\alpha + \frac{1}{2})y[n-1] - \frac{\alpha}{2}y[n-2] + \beta x[n] \\ \alpha = \frac{1}{4} \quad \beta = 1 \end{aligned}$$

(b)

$$\begin{aligned} w[n] &= \frac{1}{2}w[n-1] + x[n] \\ y[n] &= \frac{1}{4}y[n-1] + w[n] \\ h_{s1}[n] &= (\frac{1}{2})^n u[n] \\ h_{s2}[n] &= (\frac{1}{4})^n u[n] \\ h[n] &= h_{s1}[n] * h + s2[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} h_{s1}[k] h_{s2}[n-k] \\ &= \sum_{k=0}^{\infty} (\frac{1}{2})^k (\frac{1}{4})^{n-k} u[n-k] \\ \sum_{k=0}^n (\frac{1}{2})^k (\frac{1}{4})^{n-k} &= \sum_{k=0}^n (\frac{1}{2})^{2(n-k)} \\ &= [2(\frac{1}{2})^n - (\frac{1}{4})^n] u[n] \end{aligned}$$

۳. سوال سوم (۱۰ نمره)

(a) $x_1[n]$ متناوب با دوره تناوب $N = 16$ است و میتواند به صورت زیر نوشته شود

$$\begin{aligned} x_1[n] &= e^{j(2\pi/16)(0)n} - (j/2)e^{j(\pi/4)}e^{j(2\pi/16)(3)n} + (j/2)e^{-j(\pi/4)}e^{-j(2\pi/16)(3)n} \\ &= e^{j(2\pi/16)(0)n} - (j/2)e^{j(\pi/4)}e^{j(2\pi/16)(3)n} + (j/2)e^{-j(\pi/4)}e^{j(2\pi/16)(3)n} \end{aligned}$$

بنابراین ضرایب نامنفی سریه فوریه نظیر در بازه ۰ تا ۱۵ برابر خواهد بود با:

$$a_0 = 1, a_3 = -(j/2)e^{j(\pi/4)}, a_{13} = (j/2)e^{-j(\pi/4)}$$

در نتیجه داریم:

$$\begin{aligned} y_1[n] &= \sum_{k=0}^{15} a_k H(e^{j2\pi k/16}) e^{k(2\pi/16)} \\ &= 0 - (j/2)e^{j\pi/4}e^{j(2\pi/16)(3)n} + (j/2)e^{-j(\pi/4)}e^{j(2\pi/16)(13)n} = \sin(\frac{3\pi}{8}n + \frac{\pi}{4}) \end{aligned}$$

(b) سیگنال $x_2[n]$ میتواند به شکل زیر نوشته شود:

$$\begin{aligned} x_2[n] &= [(\frac{1}{2})^n u[n]] * \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta[n-4k] = g[n] * r[n] \\ (g[n] &= (\frac{1}{2})^n u[n], r[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta[n-4k]) \end{aligned}$$

بنابراین برای محاسبه $y_2[n]$ میتوان $r[n]$ را از فیلتر با پاسخ فرکانس $H(e^{jw})$ و سپس نتیجه را با $g[n]$ کانالو کرد. سیگنال $r[n]$ متناوب با دوره تناوب ۴ است و ضرایب سری فوریه آن به شرح زیر است:

$$a_k = \frac{1}{4} \text{ for all } k$$

اگر $q[n]$ را حاصل عبور $r[n]$ از فیلتر با پاسخ فرکانسی $H(e^{jw})$ در نظر بگیریم:

$$\begin{aligned} q[n] &= \sum_{k=0}^3 a_k H(e^{j2\pi k/4}) e^{k(2\pi/4)} \\ &= (1/4)(He^{j0}(e^{j0}) + He^{j\pi/2}(e^{j\pi/2}) + He^{j\pi}(e^{j\pi}) + He^{j3\pi/2}(e^{j3\pi/2})) = 0 \\ \text{therefore } y_2[n] &= q[n] * g[n] = 0 \end{aligned}$$

۴. سوال چهارم (۱۰ نمره)

(a) به ازای هر پیکسل باید N^2 جمع صورت بگیرد و در کل N^2 پیکسل داریم. بنابراین تعداد محاسبات از مرتبه $O(N^4)$ است.

(b) همانطور که میدانید در حوزه ی فرکانس کانولوشن به ضرب تبدیل میشود. برای کاهش مرتبه ی محاسباتی جمع های پیایی میتوانیم دو تصویر را به حوزه ی فرکانس برده $O(N^2 \log N)$ در صورت استفاده از تبدیل فوری سریع) و سپس آنها را به صورت عنصر به عنصر در حوزه فرکانس با یکدیگر ضرب کنیم $O(N^2)$ و حاصل را مجدداً به فضای spatial بازگردانیم $O(N^2 \log N)$ بنابراین فرایندی که در کل از مرتبه ی $O(N^2 \log N)$ است طراحی کرده ایم.

۵. سوال پنجم (۱۰ نمره)

(a)

اجزای کلیدی یک فایل DICOM شامل داده های تصویر، اطلاعات بیمار، اطلاعات مطالعه و اطلاعات تجهیزات است. داده های تصویر حاوی مقادیر پیکسل واقعی تصویر پزشکی است. اطلاعات بیمار شامل جزئیاتی مانند نام، سن و سابقه پزشکی است. اطلاعات مطالعه زمینه ای را در مورد روش یا معاینه خاص ارائه می دهد و اطلاعات تجهیزات تنظیمات و پارامترهای مورد استفاده برای به دست آوردن تصویر را توصیف می کند. این مؤلفه ها با هم یک نمایش جامع از داده های تصویربرداری پزشکی ایجاد میکنند.

موارد ذکر شده دو تگ هستند که ترنسفرمر خطی بین مقدار روی مموری و مقدار روی دیسک را مشخص میکنند:

$$U = m \times Sv + b$$

در رابطه بالا b همان مقدار rescale intercept و m همان rescale slop است. Sv مقدار ذخیره شده روی دیسک است. دلیل وجود دو مقدار روی دیسک و رم تفاوت نحوه ی ذخیره سازی است. مثلاً روی دیسک به صورت integer مثبت ذخیره میکنند ولی نوعی از تصاویر ممکن است مقادیر منفی داشته باشند.

(b)

علاوه بر داده های تصویر پزشکی فایل های DICOM همچنین حاوی داده های خاص بیمار مانند نام، جنسیت، تاریخ تولد، پزشک و موسسه است. چون اغلب برای اهداف آموزشی به اشتراک گذاری چنین فایل های تصویر پزشکی در بین پزشکان محققان و دانشجویان مفید است، لازم است اطلاعات شخصی از فایل ها حذف شود. برای این کار با استفاده از کتابخانه pyDICOM به صورت زیر عمل میکنیم:

ابتدا با استفاده از تابع data.get-test-datafile فایل با پسوند dem را از مسیر مورد نظر دریافت کرده سپس با تابع demread آن را میخوانیم. حال element data های شخصی مثل PatientID و PatientBirthDate و دیگر عناصر موردنظر را در لیستی قرار میدهیم. میتوانیم یک تابع تعریف کنیم تا همه عناصر داده را پیدا کند و علامت گذاری کند. همچنین تابع دیگر که تگ های متناظر را پیدا میکند و آنها را حذف کند. از تابع walk برای iteration تابع داخل مجموعه داده استفاده کنیم. برای حذف تگ های خصوصی میتوان از remove-private-tags استفاده کرد. Data-element با تایپ ۳ اختیاری هستند. میتوان به راحتی با del آنها را حذف کرد. برای حذف تایپ ۲ که اجباری هستند میتوان با اختصاص دادن یک رشته blank به آن آن را بلنک کرد. در نهایت دیتاست را دوباره چک میکنیم که مقادیر این عناصر داده بلنک یا جایگزین شده باشند و سپس save میکنیم.

بخش عملی (۵۰ نمره)

پاسخ سوالات عملی به شکل نوت بوک در اختیار شما قرار خواهد گرفت.