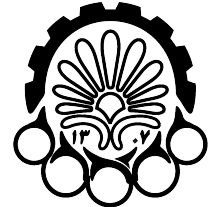


به نام او



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دانشکده‌ی مهندسی پزشکی
گروه بیوالکتریک



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

پردازش تصویر

تمرین شماره‌ی ۱
پایه‌های تصویر دیجیتال و عملیات‌های پایه

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۷/۲۹

تاریخ نهایی تحویل: ۱۴۰۱/۸/۱۳

استاد درس:
دکتر حامد آذرنوش

تدریس‌یاران تمرین‌ها:

امیرحسین شریفی صدر

امین سخایه

ارشین سلطان بایزیدی

علی هاشمی

نیم‌سال پاییز ۱۴۰۱-۰۲

توضیحاتی در مورد فرمت تصویری DICOM

نوع فایل (Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM با پسوند فایل dcm. (گاهی هم بدون پسوند) نوعی از فایل تصویری است که در تصویربرداری پزشکی استفاده می‌شود. برای خواندن این تصاویر در پایتون، باید بسته‌ی pydicom را نصب نمایید. راهنمای نصب آن در [این لینک](#) موجود است اما به شکل خلاصه همانند نصب numpy، دستور `pip install pydicom` باید اجرا شود و به راحتی روی دستگاه شما نصب می‌شود.

با خواندن این تصاویر به اطلاعات مفیدی می‌توانید دسترسی پیدا کنید؛ برای مثال خود آرایه‌ی تصویر، تاریخ و زمان تصویربرداری، تعداد بیت‌های اختصاص داده شده (برای هر پیکسل)، تعداد بیت‌های ذخیره شده (برای هر پیکسل)^۱، بخش از بدن که تصویربرداری شده، دسته‌بندی روش تصویربرداری (MRI, CT, etc.)، سن بیمار، کد شناسایی بیمار، جنسیت بیمار و اطلاعات لازم دیگر.

برای دسترسی به این اطلاعات، بعد از خواندن و ذخیره کردن فایل دایکام در یک متغیری مثلاً به نام ds، کافی است attribute مورد نظر را بخوانید.

```
>>> ds.Modality
'CT'
```

از این روش برای دستیابی به یک مورد خاص استفاده می‌شود، اما برای دیدن اطلاعات کلی فایل می‌توانید خود ds را چاپ کنید تا به فرم استاندارد خودش، جدولی از اطلاعات فایل را برایتان نمایش دهد.

```
>>> print(ds)
```

```
Dataset.file_meta -----
```

```
(0002, 0000) File Meta Information Group Length  UL: 194
```

```
(0002, 0001) File Meta Information Version      OB: b'\x00\x01'
```

```
(0002, 0002) Media Storage SOP Class UID       UI: CT Image Storage
```

```
(0002, 0003) Media Storage SOP Instance UID    UI: 1.3.6.1.4.1.14519.5.2.1.7777.9002.1798755185374
```

```
(0002, 0010) Transfer Syntax UID              UI: Implicit VR Little Endian
```

```
(0002, 0012) Implementation Class UID         UI: 1.2.40.0.13.1.1.1
```

```
(0002, 0013) Implementation Version Name      SH: 'dcm4che-1.4.31'
```

```
.
```

```
.
```

```
.
```

اطلاعات بیشتر از این بسته را می‌توانید در [صفحه‌ی اصلی آن](#) بیابید.

^۱ فرق بیت‌های اختصاص داده با بیت‌های ذخیره شده این است که مثلاً برای تصاویر ۶ بیتی، ساختار آرایه‌ای مختص آن در نظر گرفته نشده، پس آن را درون یک ساختار ۸ بیتی ذخیره می‌کنند. ۸ تعداد بیت‌های اختصاص داده شده است و ۶ تعداد بیت‌های ذخیره شده است.

توضیحاتی در مورد کران نمایش تصویر

کران یک تصویر خاکستری، حد فاصل بین مقدار منسوب به سیاه و مقدار منسوب به سفید است. برای مثال در یک تصویر ۸ بیتی مقدار ۰ معادل سیاه و مقدار ۲۵۵ معادل سفید است. اعداد بین این‌ها به شکل خطی در طیف خاکستری قرار می‌گیرند. پس بنابراین کران یک تصویر، لزوماً بیشترین و کمترین مقدار آرایه‌ی تصویر نیست؛ برای مثال مقادیر یک تصویر ۸ بیتی می‌تواند بین ۲۰۰ تا ۲۴۰ باشد، اما همچنان کران آن $[0, 255]$ است. اگر ۲۰۰ را معادل سیاه و ۲۴۰ را معادل سفید در نظر بگیرید و نمایش بدهید، میزان روشنایی خالص تصویر را به‌درستی نمایش نداده‌اید و فقط میزان روشنایی نسبی تصویر را به‌درستی نمایش داده‌اید. رعایت کران نمایش تصویر در مقایسه‌ی روشنایی بین تصاویر اهمیت پیدا می‌کند. در `plt.imshow` اگر `vmin, vmax` را مشخص نکنید، خودکار کمینه و بیشینه‌ی مقادیر آرایه‌ی تصویر را به‌عنوان سیاه و سفید در نظر می‌گیرد. برای نمایش صحیح تصویر، محدوده‌ی ممکن مقادیر تصویر را به `vmin, vmax` مقداردهی کنید.

لینک‌های مفید برای حل مسائل ۲ و ۴

[Geometric Image Transformations](#)

[Geometric Transformations of Images](#)

۱ ۳۵%

(آ) از فایل file1.dcm تصویر را بخوانید. (۵%)

(ب) تعداد بیت‌های اختصاص داده شده (برای هر پیکسل)، تعداد بیت‌های ذخیره شده (برای هر پیکسل) و دسته‌بندی روش تصویربرداری و بخشی از بدن که از آن تصویربرداری شده است را استخراج و در خروجی چاپ کنید. (۱۰%)

(ج) با نمونه‌کاهی (downsample) ساده تعداد پیکسل‌های تصویر را در جهت محور x به یک‌چهارم کاهش دهید و نمایش دهید. همین کار را نیز جداگانه در جهت محور y تکرار کنید. (۳۵%)

(د) با نمونه‌کاهی تعداد پیکسل‌های تصویر را در هر دو جهت نصف کنید و نمایش دهید. (۱۰%)

(ه) تصاویر بدست آمده از دو بخش قبلی را از لحاظ میزان صدمه دیدن نسبت به تصویر اصلی تحلیل و مقایسه کنید. می‌توانید از دیدگاه‌های متفاوتی به این موضوع نگاه کنید. (۱۰%)

(و) به کمک OpenCV و با روش‌های نزدیک‌ترین همسایه، دوخطی و دومکعبی تصویر بخش پیش را به ابعاد اولیه بازگردانید، نمایش دهید و در مورد تفاوت نتیجه‌ی هرکدام بحث کنید. (۲۵%)

(ز) تصویر را به فرمت‌های tif و bmp ذخیره کنید. (۵%)

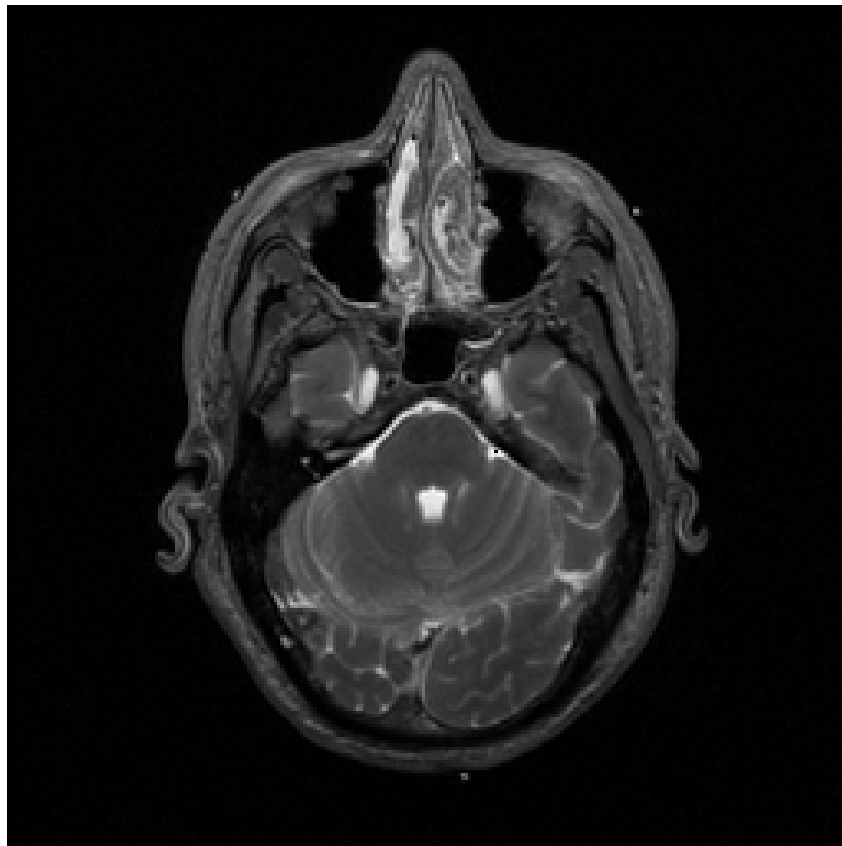


شکل ۱: [۱]

۲ ۱۵%

آ) فایل ویدیویی MRI-Head.avi را بخوانید. ویدیو شامل تصاویری نویزی (با توزیع نرمال) از یک صحنه‌اند. از تمام فریم‌های آن میانگین بگیرید تا نویز تصویر کاهش پیدا کند. فریم اول ویدیو و تصویر میانگین‌گرفته‌شده را در کنار یکدیگر نمایش دهید تا اثر کاهش نویز نمایان شود. (۶۰%)

ب) با تابع `np.load()` دو فایل `mask1.npy` و `mask2.npy` را بخوانید، هرکدام از آرایه‌های داخل این فایل‌ها را جداگانه در تصویر میانگین‌گرفته‌شده ضرب کنید، نتایج را با یکدیگر جمع کنید و نمایش دهید. عملیات رخ‌داده را شرح دهید. (۴۰%)



۳ ۲۵%

در هنگام کدنویسی، به تفاوت تعاریف محورها بین OpenCV و تئوری درس توجه کنید.

آ) تصویر transformed.png را بخوانید. ماتریس تبدیل هندسی‌ای که روی آن اعمال شده است را حدس بزنید. تصویر اولیه تمام آرایه‌ی تصویر را پوشانده بود و هیچ ناحیه‌ی مستطیلی سیاهی نداشت. نوع تبدیل را در گزارش بیان کنید. (۲۰%)

ب) تصویر را فارغ از تفاوت شدت میان محتوای اصلی تصویر و زمینه‌ی سیاه، با اعمال تبدیل هندسی مناسب به حالت اصلی خود برگردانید و بعد در چهار طرف تصویر یکسان به‌میزانی مقدار صفر لایه‌گذاری (padding) کنید که ابعاد تصویر دوبرابر شود. در بخش‌های بعدی منظور از «تصویر» خروجی این بخش است. (۲۰%)

ج) تصویر را با استفاده از تبدیل جابجایی (Translation) به میزان ۱۰۰ پیکسل به بالا و ۲۵۰ پیکسل به راست جابجا کنید. (۲۰%)

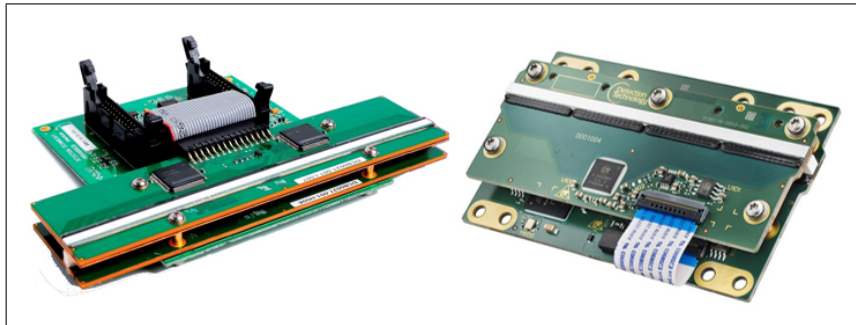
د) تبدیل shear را با $s_v = 0, s_h = -0.3$ به تصویر اعمال کنید. (۲۰%)

ه) تصویر را به اندازی ۲۰ درجه نسبت به مبدا مختصات و در جهت ساعتگرد بچرخانید. (۲۰%)

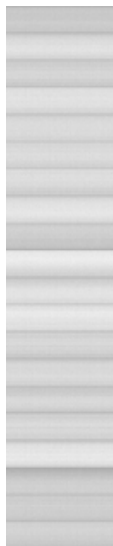


۴ ۲۵%

یکی از گام‌های اولیه برای رادیوگرافی، نرمالیزاسیون تصویر است. به این معنا که اگر برای تصویر خروجی سنسورها، بازه ی شدت ها به طور مثال ۱۵۰ تا ۲۰۰ باشد، آن را به بازه ی ۰ تا ۲۵۵ بیاوریم . یکی از دتکتورهای رادیوگرافی اشعه ایکس، دتکتورهای آرایه ای هستند. به این صورت که تعدادی سنسور روی یک خط قرار گرفته اند و با حرکت بازو از روی ناحیه ی مورد نظر، تصویر دو بعدی تشکیل میشود.



حال مسئله اینجاست که هر یک از این سنسورها، حد بالا و پایین متفاوتی دارند. لذا هر کدام از سنسورهای دتکتور آرایه ای، باید به طور جداگانه نرمالایز شوند. برای این کار یک بار دیتای سنسورها در حالتی که اشعه ایکس خاموش هست و یک بار در حالتی که روشن ولی بدون هیچ مانعی در مسیر است دریافت میشود.

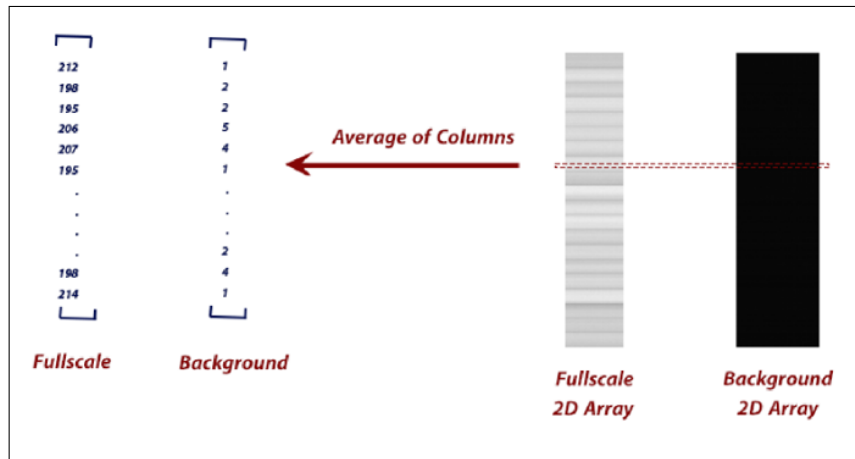


تصویر در حالت روشن
بودن اشعه ایکس و بدون
هیچ مانعی بر سر راه (برای
به دست آوردن حد بالا یا
(Full-scale)

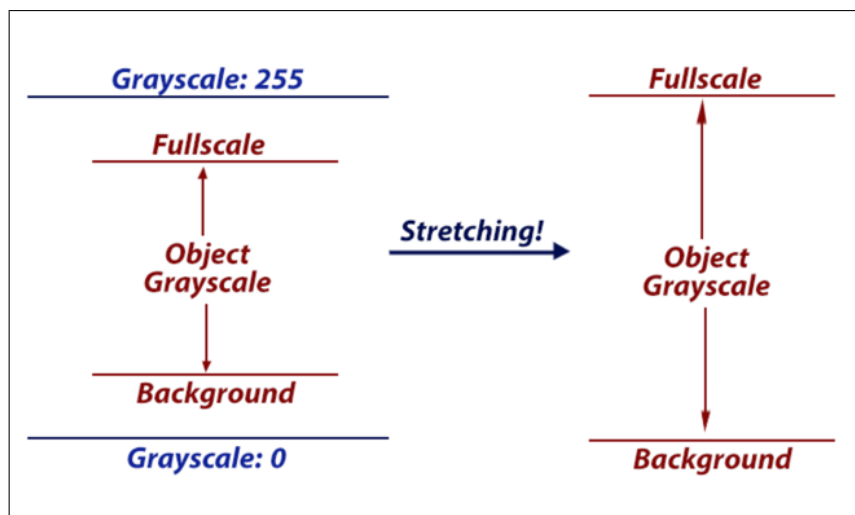


تصویر در حالت خاموش
بودن اشعه ایکس (برای به
دست آوردن حد پایین یا
(Background)

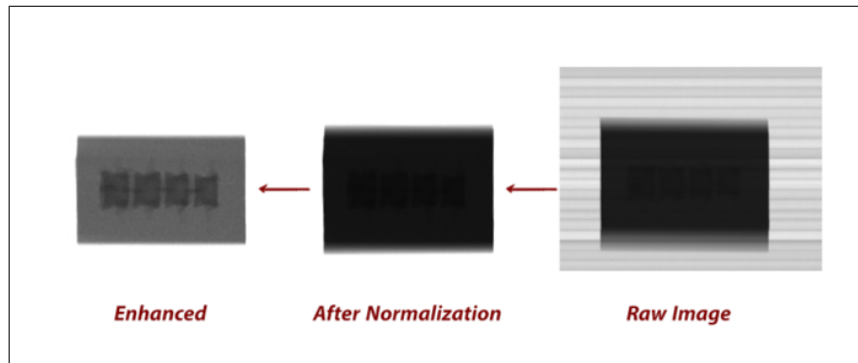
همانطور که میبینید انتظار داشتیم صرفاً با یک آرایه‌ی یک بعدی به طول تعداد سنسورها مواجه باشیم اما با یک تصویر دو بعدی مواجه شدیم. در واقع برای بهبود دقت، چندین بار این آرایه اخذ میشود و در نهایت میانگین گرفته میشود. در تصاویر بالا هم خروجی چندین بار اخذ دیتا از آرایه‌ها در قالب یک تصویر آمده، لذا باید ستون‌ها را با یکدیگر میانگین گرفت.



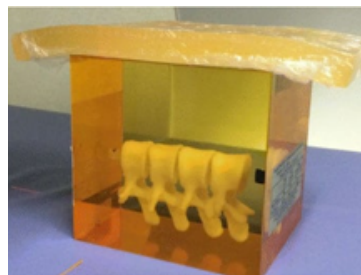
حال ما حد بالا و پایین هر سنسور را داریم. سپس می‌خواهیم یک تصویر خام ضبط شده را نرمالایز کنیم. به کمک حد بالا و پایینی که برای سنسورها حساب کردیم، اکنون باید برای هر سطر از تصویر، عملیات نرمالیزاسیون را حساب کنیم.



در نهایت انتظار داریم به تصویر وسطی تصاویر برسیم. همانطور که میبینید از داخل این جسم چیز چندانی مشخص نیست. روش مشخص کردن قسمت های داخلی این جسم را در تمرین های بعد خواهیم دید.



تصویری که در بالا میبینید، تصویر فانتوم ستون فقرات است که در زیر قابل مشاهده است:



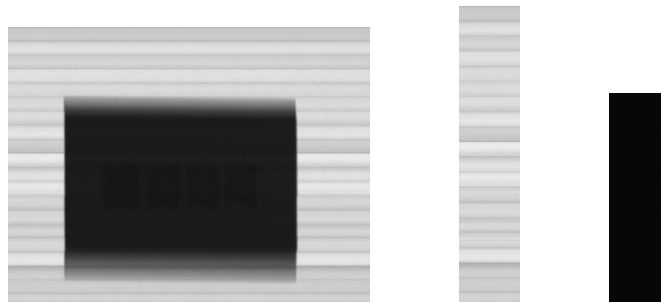
پس به طور خلاصه در این سوال از شما خواسته شده تا:

آ) تصاویر background-LE.bmp (حد پایین) و fullscale-LE.bmp (حد بالا) و object-LE.bmp (تصویر خام شی) را بخوانید.

ب) میانگین ستون های هر سطر از تصویر حد بالا و پایین را در دو آرایه ذخیر کنید. (۴۰٪)

ج) تصویر شی را متناسب با آرایه هایی که در قسمت قبلی تشکیل دادید، نرمالایز کنید. (۴۰٪)

د) تصویر نرمال شده و تصویر خام را نمایش دهید تا تفاوت آن ها قابل مشاهده شود. (۲۰٪)



نحوه ی ارسال: فایل PDF گزارش به همراه کدهای نوشته شده (py) در قالب یک فایل فشرده ی zip به اسم HW1_Num باشند که Num شماره ی دانشجویی شما است (مانند HW1_400133001) و فقط از طریق سامانه ی مدیریت یادگیری Courses ارسال بفرمایید. موفق باشید.

مراجع

- [1] Albertina, B., Watson M. Holback C. Jarosz R. Kirk S. Lee Y. ... Lemmerman J. Radiology Data from The Cancer Genome Atlas Lung Adenocarcinoma [TCGA-LUAD] collection, 2016.