

به نام خدا

پردازش تصویر

تمرین شماره ۲

عملیات‌های شدت‌روشنایی

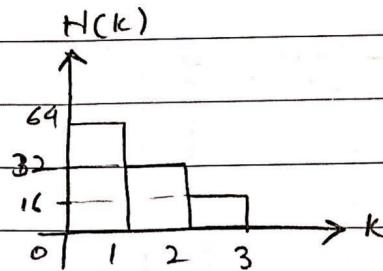
تاریخ تحویل: ۱۴۰۰/۱/۲۱

ارشین سلطان بایزیدی

۹۷۳۳۰۳۷

استاد درس: دکتر حامد آذرنوش

نیمسال بهار ۹۹-۰۰



الف:

ب:

$$P_S(s) = \left| \frac{dr}{ds} \right| P_r(r)$$

$$S = T(r) = (L-1) \int_0^r P_r(w) dw$$

$$\frac{ds}{dr} = \frac{dT(r)}{dr} = (L-1) \frac{d}{dr} \left[\int_0^r P_r(w) dw \right] = (L-1) P_r(r)$$

$$\underbrace{P_S(s)}_{\text{مخرج}} = \underbrace{P_r(r)}_{\text{مدخل}} \left| \frac{dr}{ds} \right| = P_r(r) \left| \frac{1}{(L-1) P_r(r)} \right|$$

$$= \frac{1}{L-1} \quad 0 \leq s \leq L-1$$



Scanned with CamScanner

② ✓

backward $\rightarrow T^{-1} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

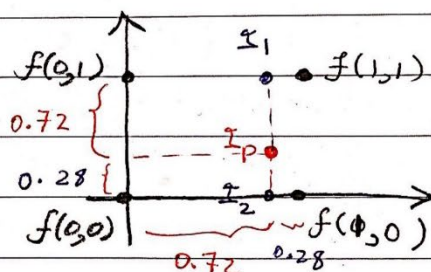
$$T^{-1} = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\theta = 30^\circ \Rightarrow T^{-1}(30^\circ) = \begin{bmatrix} 0.8 & 0.5 & 0 \\ -0.5 & 0.86 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = T^{-1}(30^\circ) \times \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.72 \\ 0.72 \\ 1 \end{bmatrix}$$

	0	1	2	3	4
0	1	1	1	1	1
1	1	15	15	8	1
2	1	15	15	15	7
3	1	15	14	14	13

$\rightarrow f(0,0)$



$$f(0,0) = 15 \quad f(0,1) = 1 \quad f(1,0) = 8 \quad f(1,1) = 1$$

$$I_1 = f(0,1) \times (0.28) + f(1,1) \times 0.72 = 1$$

$$I_2 = f(0,0) \times 0.28 + f(1,0) \times 0.72 = 9.96$$

$$I_p = 1 \times 0.28 + 9.96 \times 0.72 = 7.45 \cong 7$$

سؤال ۳

ا) برای به دست آوردن a ، از محدوده‌هایی که برای شدت‌های s و r تعیین شده استفاده می‌کنیم تا محدوده‌ی a نیز به تنهایی به دست آید:

$$s(r) = a(r^2 + r)$$

$$0 \leq s \leq L - 1 \rightarrow 0 \leq a(r^2 + r) \leq L - 1$$

$$0 \leq r \leq L - 1 \rightarrow 0 \leq r^2 \leq (L - 1)^2$$

با جمع کردن دو نامساوی بالا و ضرب آن‌ها در a خواهیم داشت:

$$0 \leq a(r^2 + r) \leq a[(L - 1) + (L - 1)^2] \leq L - 1$$

اکنون برای به دست آوردن بیشترین مقدار a ، فرض می‌کنیم که این نامساوی‌ها مساوی هستند و می‌نویسیم:

$$a(r^2 + r) = a[(L - 1) + (L - 1)^2] = L - 1$$

از دو جمله‌ی سمت راست و با توجه به اینکه $L \neq 1$ بر $L-1$ تقسیم می‌کنیم و نتیجه می‌گیریم:

$$a[(L - 1) + (L - 1)^2] = L - 1 \xrightarrow{\div (L-1)} a(L) = 1 \rightarrow a = \frac{1}{L}$$

پس بیشترین مقدار a برابر با $1/L$ است.

ب) اکنون می‌توانیم تابعی تعریف کنیم که به جای a ، $1/L$ قرار می‌دهیم. تابع `transform` را با ورودی‌های تصویر و عمق بیت تعریف می‌کنیم و نوع تصویر را به `float64` تغییر می‌دهیم. رابطه‌ی $s(r)$ را برای تصویر اعمال کرده و آن را با استفاده از دستور `np.round` طبق خواسته‌ی سؤال گرد می‌کنیم و در آخر، نوع آن را با نوع تصویر اولیه یکسان می‌کنیم. خروجی‌های ما تصویر تبدیل یافته و شدت روشنایی L است.

ج) تصاویر `kidney` و `chest` را در کتابخانه‌ی `OpenCV` خوانده و تابع `transform` را با دادن ورودی‌های خواسته شده روی آن‌ها اعمال می‌کنیم. همچنین نوع تصاویر را با توجه به بیت خواسته شده، به `uint8` و `uint16` تغییر می‌دهیم. حال با استفاده از دستور `subplot`، هر عکس را در کنار فرم تبدیل شده‌اش قرار می‌دهیم و `vmax` در دستور `plt.imshow` را نیز برابر با L خروجی متناسب هر تصویر انتخاب می‌کنیم. L (بیشترین شدت روشنایی) تصاویر برابر است با:

$$\text{Kidney: } L = 2^8 - 1 = 255$$

$$\text{Chest: } L = 2^{16} - 1 = 65535$$

برای رسم هیستوگرام‌های تصاویر اصلی و تبدیل یافته، مقدار `bin` را با توجه به خواسته‌ی مسئله از صفر تا L خروجی هر تصویر قرار می‌دهیم و دسته‌های مناسب بازه‌ها را در آن می‌گذاریم.

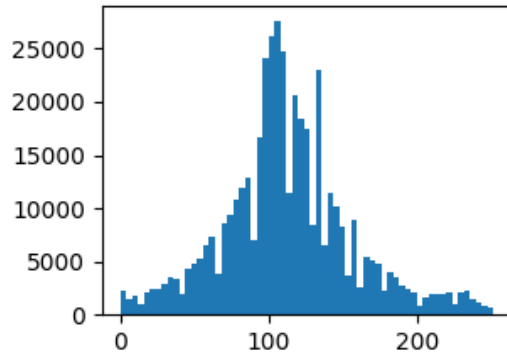
Original image



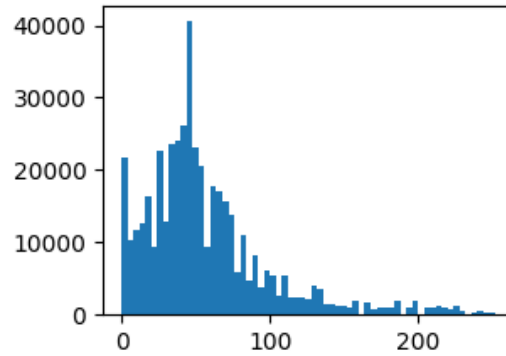
Transformed image



Original image histogram



Transformed image histogram



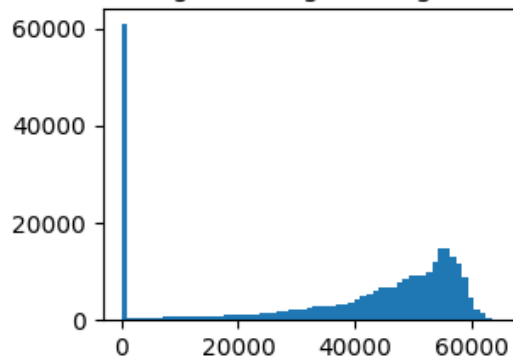
Original image



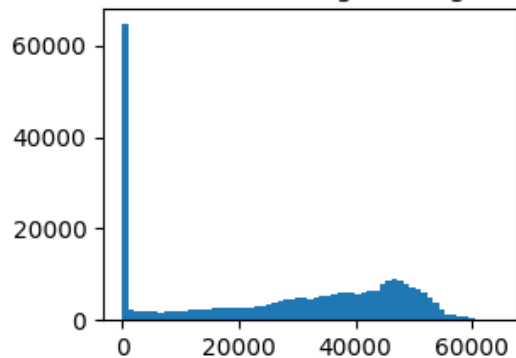
Transformed image



Original image histogram

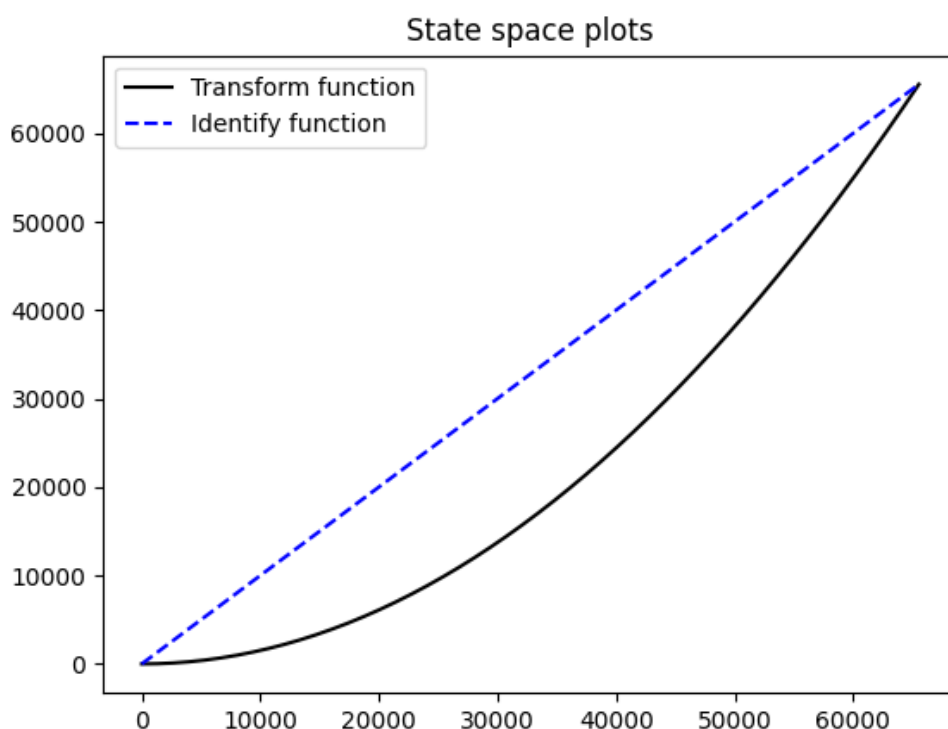


Transformed image histogram



د) برای رسم فضای حالت توابع تبدیل طبق شکل موردنظر سؤال، با دستور `np.linspace` در بازه‌ی روشنایی یک تصویر ۱۶ بیتی یک آرایه می‌سازیم. همچنین مقدار t برابر با همان $s(r)$ تابع `transform` است که باید آن را رسم کنیم.

حال اول تابع (x,t) را که تابع تبدیل ماست و (x,X) که تابع همانی یا نیمساز ربع اول و سوم است در یک شکل رسم می‌کنیم و مدل و رنگ‌های موردنظر سوال را برای‌شان تعیین می‌کنیم. برچسب‌های `legend` را نیز فعال کرده و شکل نهایی را نشان می‌دهیم.



(۵)

آ) تصاویر روشن. زیرا نمودار با توجه به تحلیل‌های شکل ۳,۳ کتاب، شبیه `inverse log` است که برای افزایش کنتراست تصاویر روشن‌تر بهتر عمل می‌کند.

ب) تصاویر بهبود یافتند. چون قسمت‌هایی از تصاویر که روشنایی زیادی داشتند پس از اعمال تابع روشنایی‌شان کاهش یافت و وضوح و تمایز بخش‌های مختلف که روشنایی بالایی داشتند بیشتر شد.

ج) تبدیل‌های لگاریتمی برای تصاویر تاریک بهتر هستند. چون در شدت‌های پایین شیب بیشتر شده و برعکس، پس برای تصاویر با شدت‌های کم تغییرات بیشتر اعمال می‌شود و تصویر واضح‌تر می‌گردد.

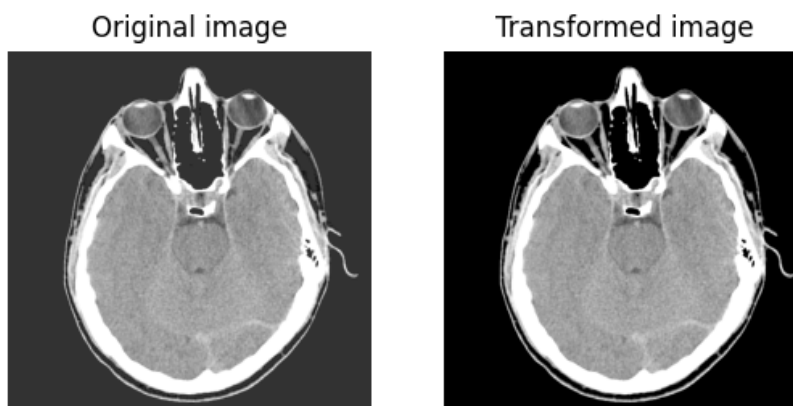
سؤال ۴

(آ) باتوجه به خواسته‌ی سؤال، ما به رابطه‌ی ریاضی‌ای نیاز داریم که تنها در بازه‌ی خاص به ما یک مقدار ثابت را بدهد. پس می‌توانیم از تابع پله استفاده کنیم. درواقع رابطه‌ی ما دو تابع پله است که از یکدیگر کم می‌شوند:

$$y = u(x - A) - u(x - B)$$

(ب) حال تابع `transform2` را با ورودی‌های تصویر، A و B تعریف می‌کنیم. یک ماتریس صفر با ابعاد برابر با تصویرمان می‌سازیم و در یک حلقه‌ی تودرتو شرط می‌گذاریم که اگر مقادیر تصویر در بازه‌ی موردنظر قرار نداشته باشد، آن مقدارهای تصویر را صفر کند و ماتریس صفر ما با قسمت‌های تغییریافته (که دیگر مقادیر خارج از بازه در آن نیست) پر شود و تصویر جدید ما که همان ماتریس `img2` است ساخته شود. خروجی ما همین ماتریس یا تصویر جدید است.

(ج) حال تصویر `HeadCT` را می‌خوانیم و تابع را روی آن اعمال می‌کنیم. طبق چیزی که با آزمون و خطا و دادن مقادیر مختلف برای بازه‌های A و B به‌دست آوردم، بازه‌ی ۱۰ تا ۶۰ بازه‌ی مناسبی برای سیاه‌کردن پس‌زمینه و استخوان‌ها در عکس بود. اکنون در یک نمودار ۱ در ۲، دو تصویر را رسم می‌کنیم.



(د) نمودار تابع تبدیل را با کمک تابع پله رسم می‌کنیم. به این صورت که برای مولفه‌های x و y دو آرایه ایجاد می‌کنیم و مختصات نقاطی را که می‌خواهیم در آن‌ها پله ایجاد شود تعیین می‌کنیم. همچنین برای یکسان‌کردن محدوده‌ی دو محور

مطابق با تصویر ۸ بیتی (یعنی شدت روشنایی) از دستورهای `xlim` و `ylim` استفاده می‌کنیم. در آخر با استفاده از دستور `step` در کتابخانه `Numpy` نمودار پله را رسم می‌کنیم. در این نمودار بازه‌ی تخمین‌زده شده (۱۰ تا ۶۰) پله شده است.

