



University of Tehran

School of Electrical and Computer Engineering



Digital Image Processing

Instructor: Hamid Soltanian-Zadeh

Assignment 2

Sasan Keshavarz

810199253

Spring 2022

فهرست

چکیده	۱
سؤال ۱	۲
بخش ۱	۲
بخش ۲	۳
بخش ۳	۴
سؤال ۲	۶
بخش اول	۶
بخش دوم	۷
بخش سوم	۷
سؤال ۳	۹
بخش دوم	۹
سؤال ۴	۱۱
بخش اول	۱۱
بخش دوم	۱۲
سوالات تحلیلی	۱۳
پیوست ۱: روند اجرای برنامه	۱۷
مراجع	۱۸

هدف از انجام این تمرین آشنایی با تبدیل‌های شدت روشنایی و فیلترینگ مکانی است. در تمرین اول یک تابع لگاریتم بر شدت روشنایی تصویر اعمال می‌کنیم و سپس شدت روشنایی تصویر را مطابق تبدیل مطلوب تغییر می‌دهیم. در قسمت آخر بخش اول هم تحلیل باینری تصویر را انجام می‌دهیم و بعد از تفکیک تصویر به بیت‌های سازنده آن تصویر را با بیت‌های پرارزش بازسازی می‌کنیم. در تمرین دوم تابع هیستوگرام را در مطلب می‌نویسیم و سپس آن را روی تصاویر داده شده اعمال می‌کنیم. در بخش‌های بعدی عمل همسان‌سازی هیستوگرام تصویر را انجام می‌دهیم و سپس با پنجره‌هایی با سایز مختلف همسان‌سازی محلی هیستوگرام را هم پیاده‌سازی می‌کنیم. در تمرین سوم روی شدت روشنایی تصویر تحلیل آماری انجام می‌دهیم و سپس در راستای برقرار کردن پارامترهای انحراف معیار و میانگین جدید، شدت روشنایی را تبدیل می‌کنیم. در بخش دوم این تمرین کشیدگی حداقل-حداکثر را روی تصویر انجام می‌دهیم و سپس کشیدگی صدک را بر تصویر اعمال می‌کنیم که نتایج بهتری دارد. در تمرین آخر unsharp masking را بر تصویر اعمال می‌کنیم. ابتدا یک اپراتور کانولوشن برای میانگین‌گیری با سایزهای متفاوت پیاده می‌کنیم و سپس عملیات را با وزن‌های مختلف عملیاتی می‌کنیم.

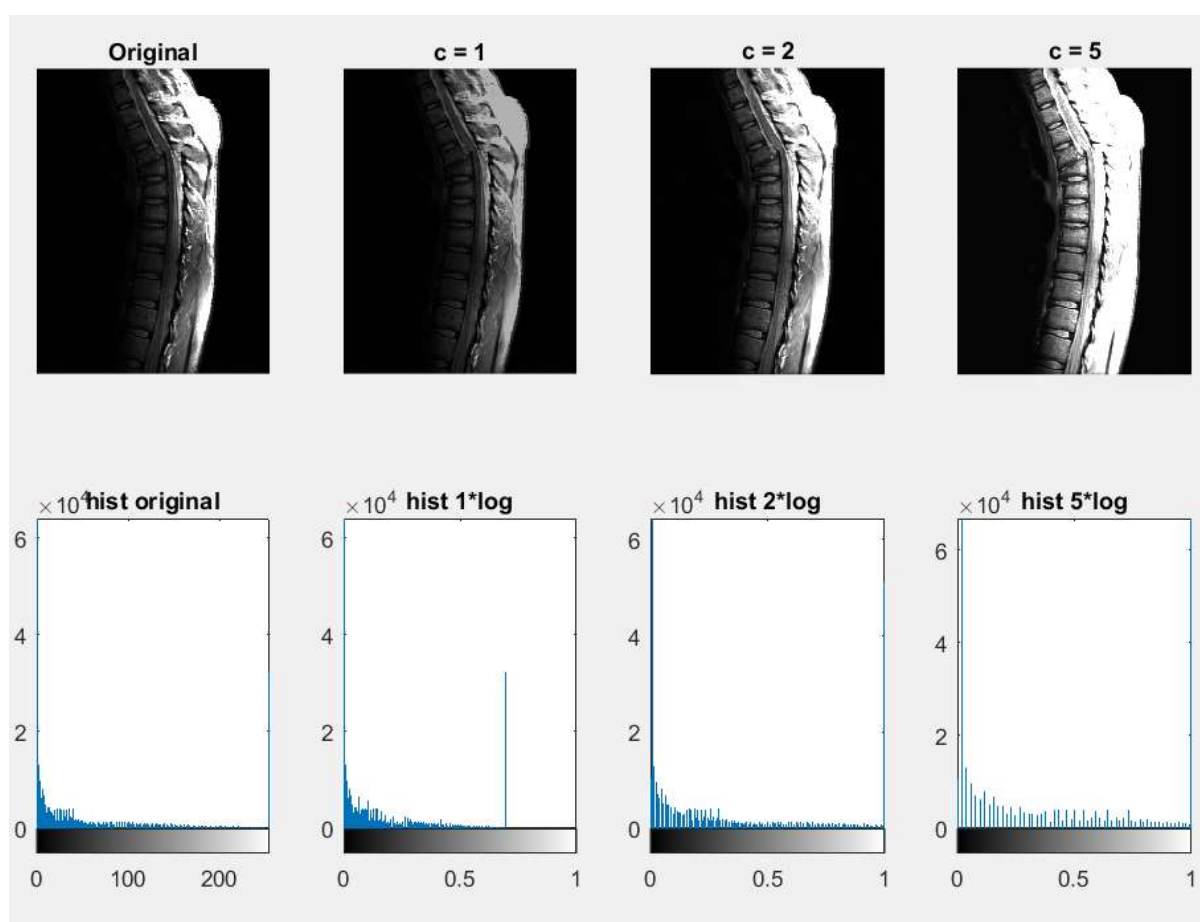
سؤال ۱

بخش ۱

بر تصویر تبدیل لگاریتمی را اعمال می‌کنیم. در ابتدا باید تصویر را به کلاس double برد تا پیوسته باشد و مشکلی ایجاد نشود. سپس طبق معادله زیر شدت روشنایی تصویر را تبدیل می‌کنیم.

$$Image_{new} = c * \log(1 + Image)$$

نتایج برای مقادیر مختلف c در شکل ۱ نمایش داده شده‌اند.

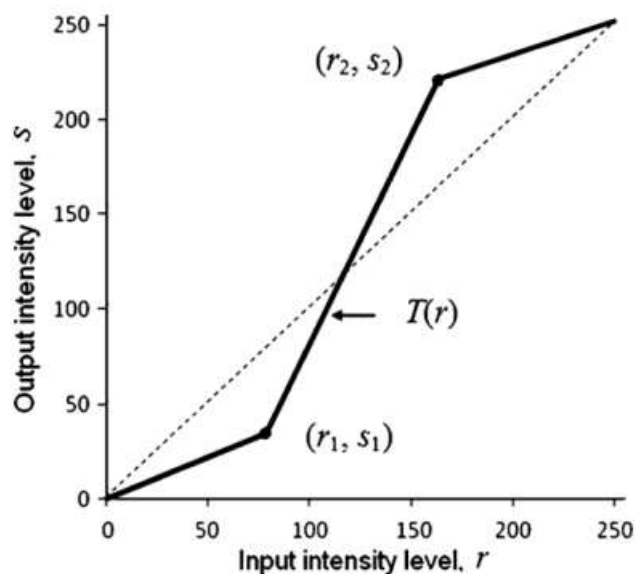


شکل ۱ نتایج اعمال تبدیل لگاریتم بر تصویر و هیستوگرامهای متناظر

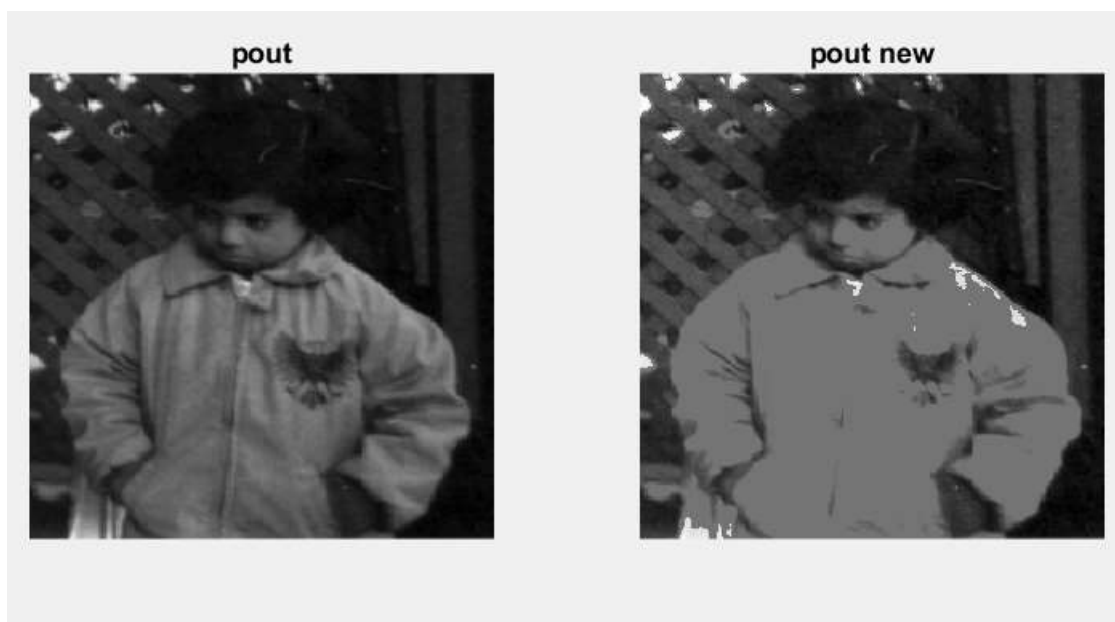
بهترین نتایج برای c=2 به دست آمده است که هم هیستوگرام تا حدی یکسان سازی شده هست و هم یکنواختی خود را حفظ کرده است.

بخش ۲

در این قسمت قصد داریم تبدیل قسمتی خطی در شکل ۲ را بر تصویر pout اعمال کنیم. این کار را با یک حلقه و سه شرط انجام می‌دهیم چون نمودار داده شده سه ضابطه ای است. پس سه معادله خط مربوط را به دست آورده و در دستور شرطها برای تبدیل شدت روشنایی قرار می‌دهیم.



شکل ۲ تبدیل خطی که باید بر شدت روشنایی pout اعمال بشود

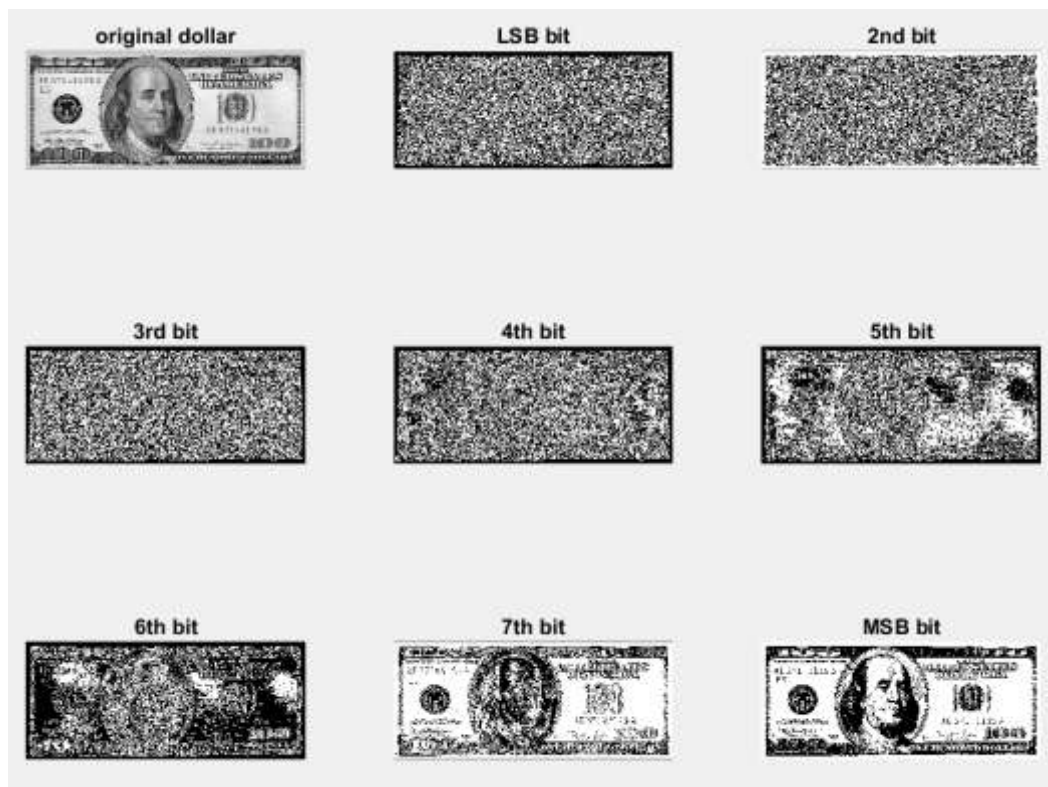


شکل ۳ تصویر pout پس از اعمال تبدیل شدت روشنایی مطابق نمودار شکل ۲

تصویر حاصل در قسمت‌هایی دارای اعوجاج است و در قسمت‌های روی شانه دخترک شدت روشنایی به ماکسیمم رسیده است. این تبدیل شدت روشنایی را در قسمت‌های میانی شدت روشنایی کشیده تر کرده است و در قسمت‌هایی که شدت روشنایی زیاد است یا کم است بازه شدت را محدود کرده است. این امر باعث شده در قسمتی که کنتراست میان شدت روشنایی کم و متوسط بوده، وضوح تصویر از دست برود. مانند نشان پرنده روی لباس دخترک.

بخش ۳

در این سوال ابتدا با دستور bitget شدت روشنایی تصویر را که برای هر پیکسل متشکل از ۸ بیت است از هم تفکیک کردم و سپس به ترتیب ارزش هر بیت، نتایج را نمایش دادم. نتایج مطابق شکل ۴ است.



شکل ۴ نمایش بیت‌های تصویر dollar به ترتیب ارزش بیت‌ها

در مرحله بعدی تصویر را با استفاده از ۴ بیت پرارزش تر آن باسازی می‌کنیم. همان‌طور که از شکل ۴ مشخص است بیت‌های ۵ تا ۸ اطلاعات بیشتری از تصویر را در بر دارند. ابتدا مقدار newdollar را ۲۴۰ قرار دادم تا بیت‌های ۱ تا ۴ آن برابر ۰ باشند و سپس با دستور bitset بیت‌های ۵ تا ۸ را بازنشانی کردم. نتیجه در شکل ۵ نمایش داده شده است. این عمل بازسازی در فشرده سازی و انتقال تصویر حایز اهمیت است.



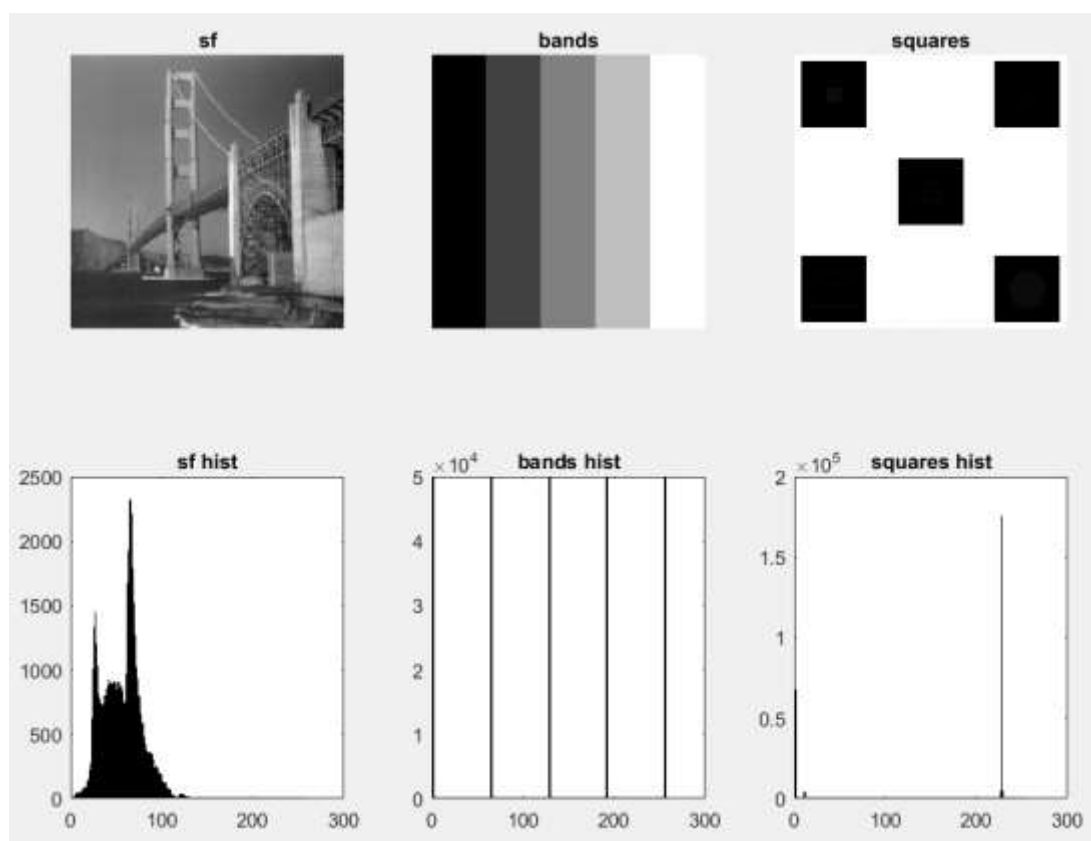
شکل ۵ نمایش بیت‌های تصویر **dollar** به ترتیب ارزش بیت‌ها

تصویر بازسازی شده تفاوت چندانی با تصویر اصلی ندارد و فقط کمی تیره تر است.

سوال ۲

بخش اول

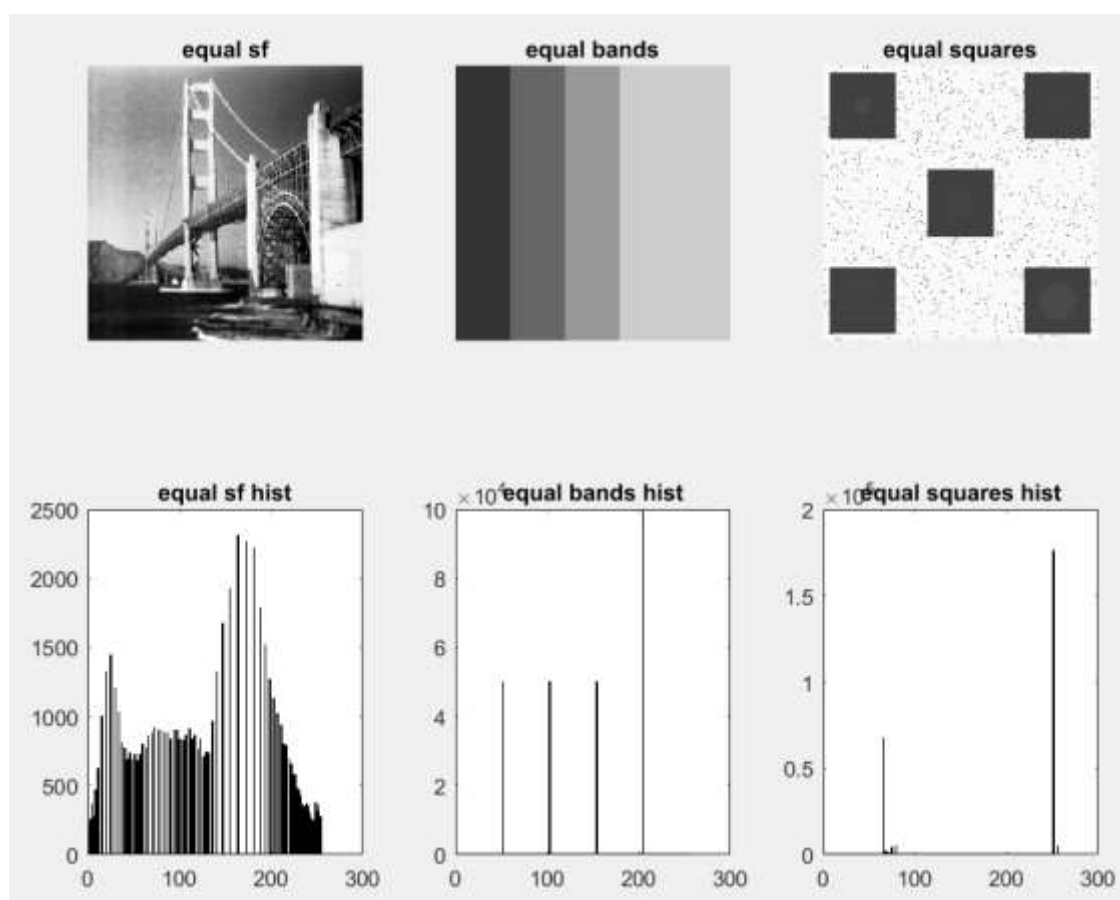
در این سوال تابع هیستوگرام را می‌نویسیم. بنده الگوریتم استخراج هیستوگرام تصویر را نوشتم ولی هر کاری کردم نتوانستم آن را به فرمت تابع بنویسم. تدریس‌یار مربوطه در جریان این موضوع هستند و با کمک ایشان هم مشکل برطرف نشد. برای استخراج هیستوگرام از دستور find که مقادیر مورد نظر را در ماتریس جست‌وجو میکند استفاده کردم و با دستور length طول هر کدام بردارهای find را حساب کرده و به یک درایه از ماتریس histogram اختصاص دادم. برای این کار از یک حلقه استفاده کردم. تصاویر و هیستوگرام متناظر در شکل ۶ نمایش داده شده است.



شکل ۶ تصاویر اصلی و هیستوگرامهای متناظر

بخش دوم

قصد داریم همسان‌سازی هیستوگرام را بر تصاویر قمست قبل اعمال کنیم. برای این کار ابتدا یک بردار کمکی به طول بازه شدت روشنایی تصاویر (که اینجا ۲۵۶ است) به نام `image_transform` ایجاد می‌کنیم. سپس درایه‌های این بردار را با کمک یک حلقه از مقادیر تجمعی هیستوگرام هر تصویر پر می‌کنیم. در نهایت شدت روشنایی هر پیش‌کل تصویر همسان شده را برابر CDF هیستوگرام شدت روشنایی متناظر آن در تصویر اصلی قرار می‌دهیم. البته یک ضرب ۲۵۵ هم نیاز است. در شکل ۷ تصاویر همسان‌سازی شده با هیستوگرامهای متناظر ارائه شده‌اند.

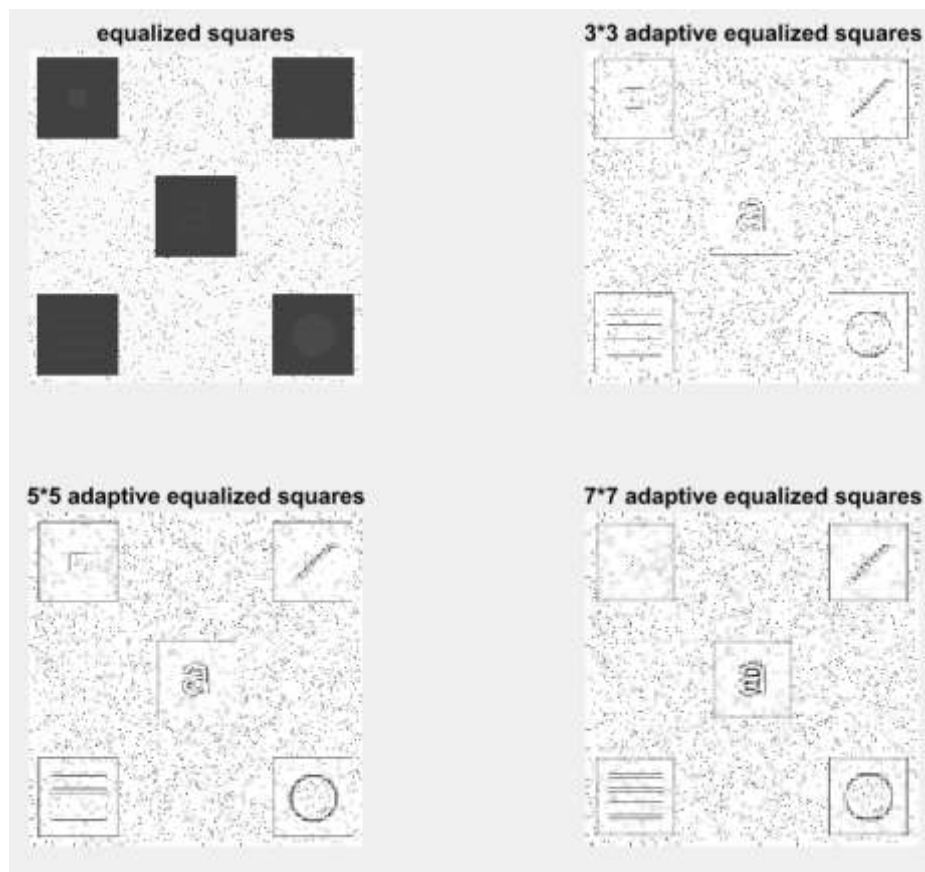


شکل ۷ تصاویر با هیستوگرام همسان‌سازی شده و هیستوگرامهای جدید متناظر

بخش سوم

در این بخش همسان‌سازی هیستوگرام را به صورت محلی انجام می‌دهیم و از پنجره 3×3 ، 5×5 و 7×7 به این منظور استفاده می‌کنیم. در این قسمت همانطور که در کد اشاره شده است استثنایا از دستور `imhist` برای یافتن هیستوگرام در هر پنجره استفاده کرده‌ام چون تابع یافتن هیستوگرام در بخش اول سوال به درستی کار نمی‌کرد و صرفاً کد آن را برای هر تصویر نوشته بودم. برای انجام این کار ابتدا حلقه‌های تو در

تویی نوشتم که تصویر را جاروب کنند. سپس عملیات همسان‌سازی هیستوگرام را در هر پنجره انجام داده و به مقادیر را در یک تصویر با سایز تقریباً مشابه و خالی قرار داده و به همین منوال کل تصویر را به صورت محلی از نظر هیستوگرام همسان‌سازی کردم. نتایج در شکل ۸ تصویر شده‌اند.



شکل ۸ تصاویر با هیستوگرام همسان‌سازی شده و هیستوگرامهای جدید متناظر

همان‌طور که مشخص است تصاویر پنهانی که در تصویر اولیه اصلاً مشخص نبودند و در تصویر همسان‌سازی شده فقط اندکی از آنها مشخص بود در تصاویر همسان‌سازی شده محلی کاملاً قابل رویت هستند. بهترین نتایج کلی اگر همه ۵ مربع درونی را در نظر بگیریم متعلق به پنجره 3×3 است چون در پنجره 7×7 تصویر مربع کوچه بالا سمت چپ محو شده است ولی بقیه مربع‌های کوچک با پنجره $7/7$ وضوح بهتری پیدا کرده‌اند.

سوال ۳

در این سوال قصد داریم تحلیل آماری ساده‌ای بر تصویر انجام دهیم. هدف یافتن میانگین و انحراف معیار تصویر است که با توجه به فرمول این دو پارامتر به راحتی نوشته میشود. در قسمت بعدی قصد داریم که تصویر را برای میانگین و انحراف معیار جدید کش بدهیم. برا این منظور معادله زیر را استفاده کردم.

$$Image_{new} = \left(\frac{new\ sd}{original\ sd} \right) * Image + \left(\frac{original\ sd}{new\ sd} \right) * newmean$$

پس از اعمال این تبدیل دوباره میانگین و انحراف معیار را محاسبه کردم. مشاهده میشود که تفاوت چندانی با مقادیر مطلوب ندارند و مقادیر بهینه برای میانگین ۷۵ و انحراف معیار ۱۱ محاسبه شده است. تصویر حاصل در شکل ۹ نمایش داده شده است.

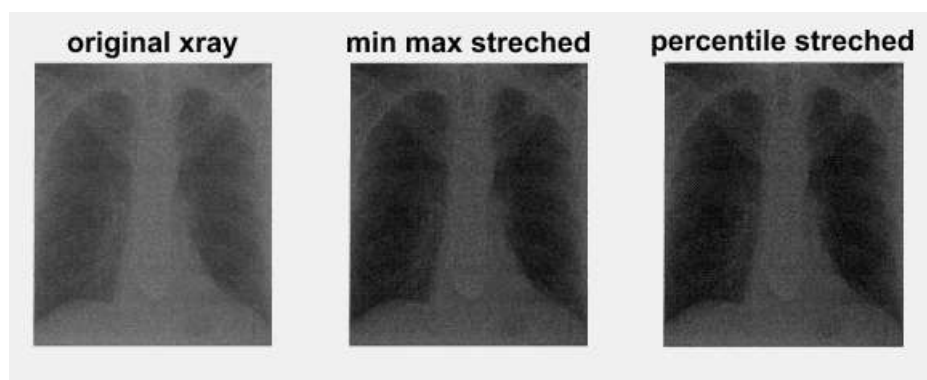


شکل ۹ تصویر اصلی و تصویر حاصل از اعمال تبدیل برای رسیدن به میانگین ۷۵ و انحراف معیار ۱۱

بخش دوم

ابتدا کشیدگی حداقل - حداکثر را بر تصویر اعمال می‌کنیم، این کار با یک تبدیل خطی ساده انجام پذیر است. صرفاً باید مینیمم و ماکسیمم تصویر را پیدا کرد و خطی که بازه شدت روشنایی را به کل بازه ۰ تا ۲۵۵ نگاشت میکند را یافت. کنتراست خروجی به اندازه کافی مطلوب نیست زیرا گاهی در اثر اعمال این تبدیل دم هیستوگرام تصویر بلند میشود و کیفیت بهبود نمی یابد. برای حل این مشکل حدود ۲٪ از ابتدا و انتهای داده را حذف می‌کنیم. بدین منظور ابتدا شدت روشنایی بیش از ۲۵۰ را به ۲۵۰ نگاشت می‌کنیم و

شدت روشنایی کمتر از ۴۶ را به ۴۶ نگاشت می‌کنیم و سپس معادله را برای این نقاط جدید پیدا می‌کنیم. این همان روش کشیدگی صدک می‌باشد. نتیجه در شکل ۱۰ نمایش داده شده است.



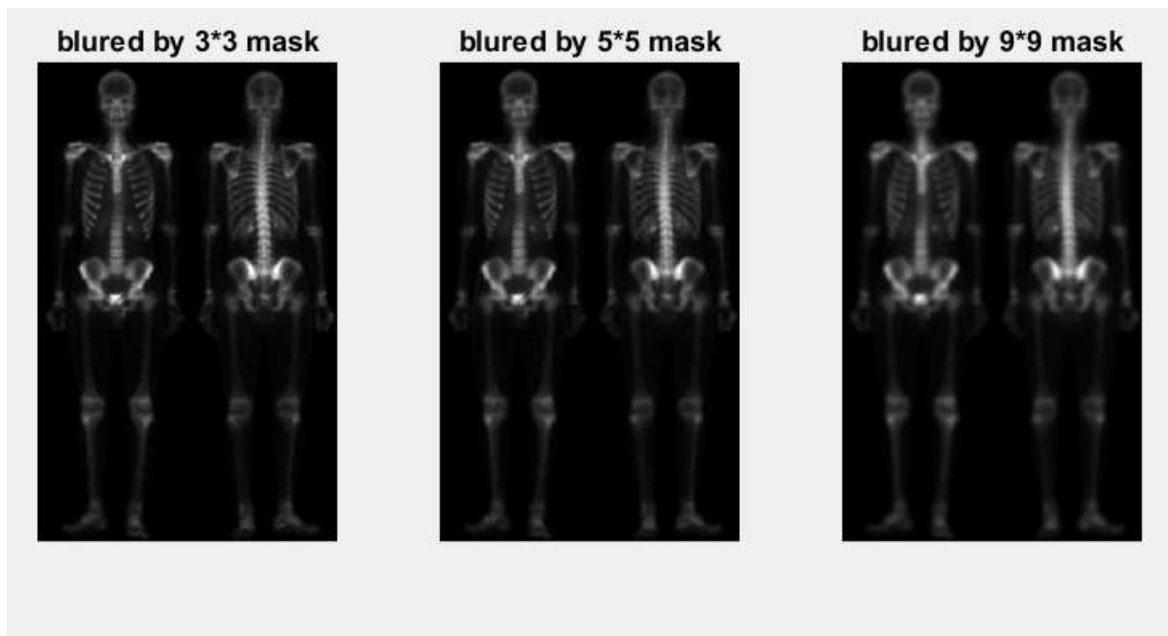
شکل ۱۰ تصویر اصلی اسکن استخوان، کشیده شده حداقل-حداکثر و کشیده شده صدک

تصویری که با کشیدگی صدک به دست آمده است در قسمت‌های تاریک وضوح بهتری به دست می‌دهد و میتوان بهتر استخوانها را از هم تفکیک کرد.

سوال ۴

بخش اول

در این تمرین قصد داریم روش unsharp masking را پیاده‌سازی کنیم. مرحله اول انجام این کار تار کردن تصویر اصلی است. سپس تصویر تار شده را از تصویر اصلی تفریق می‌کنیم و به نتیجه حاصل ماسک می‌گوییم. در نهایت ماسک را با تصویر اصلی جمع می‌کنیم که محیط و مرزهای تصویر را تقویت خواهد کرد. در مرحله اول کانولوشن برای یافتن میانگین با سایز 3×3 ، 5×5 و 9×9 را می‌نویسیم و به تصویر اسکن استخوان اعمال می‌کنیم تا تصویر مات شود. نتایج در شکل ۱۱ تصویر شده‌اند.

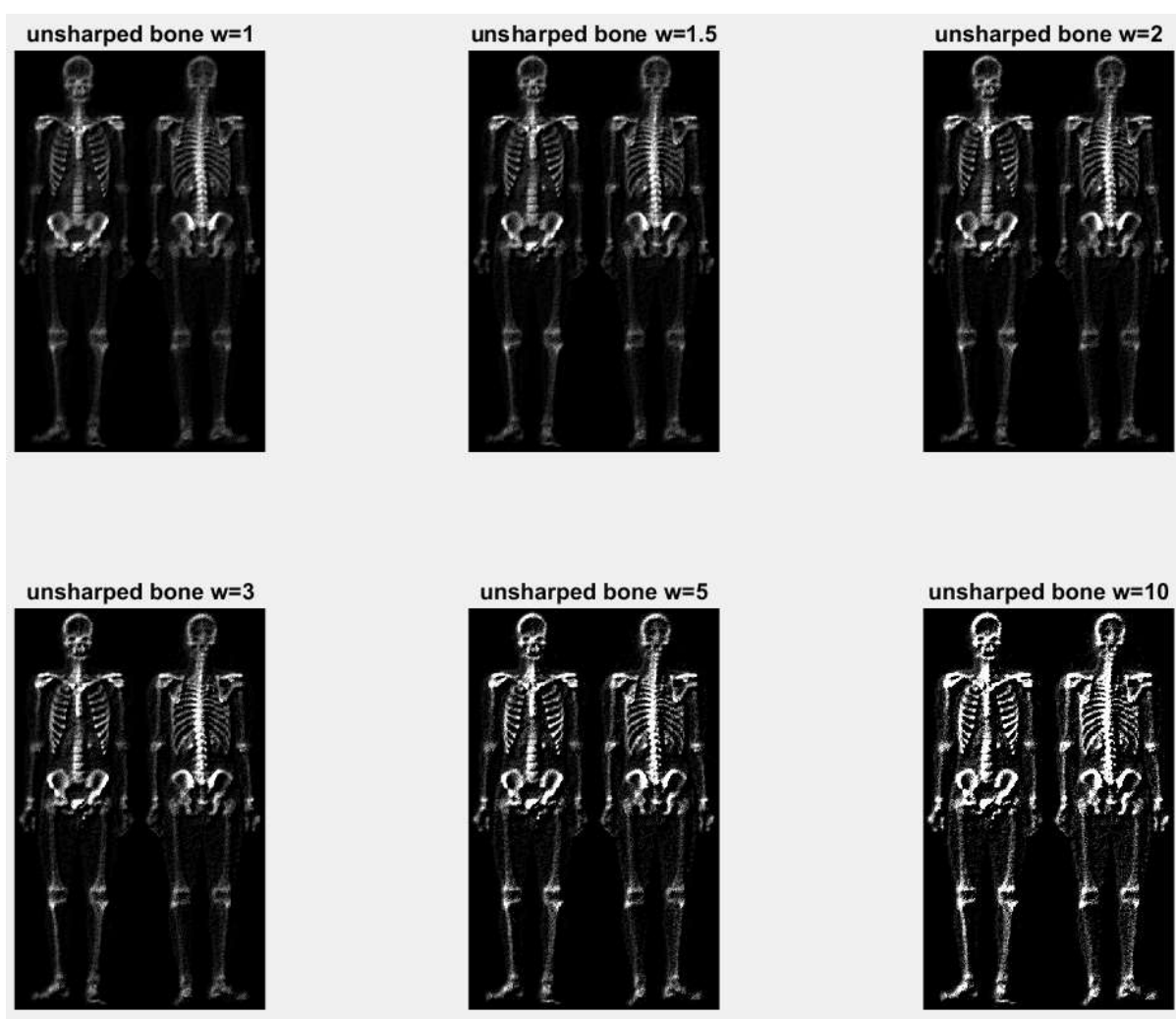


شکل ۱۱ تصاویر مات شده اسکلت بدن با ماسک‌های میانگین در ۳ سایز متفاوت

همان‌طور که از شکل ۱۱ مشخص است، هرچه سایز کرنل میانگین‌گیری بزرگ‌تر باشد تصویر حاصل مات‌تر خواهد شد.

بخش دوم

بهترین تصویر تار شده در مرحله قبل مربوط به ماسک 9×9 است پس آن را انتخاب می‌کنیم و با وزن‌های ۱، ۲، ۵ و ۱۰ عملیات unsharp masking را انجام می‌دهیم. نتایج در شکل ۱۲ نمایش داده شده‌اند.



شکل ۱۱ تصاویر مات شده اسکلت بدن با ماسک‌های میانگین در ۳ سایز متفاوت

وزن‌های بزرگ تصویر را غیرواقعی کرده و وزن‌های کوچک تصویر را به اندازه کافی بهبود نداده‌اند. بهترین تصویر با وزن $w=3$ به دست آمده است.

سوالات تحلیلی

۳.۶) عملیات همان سازد هسته گرام شدت روشنی هر پیکسل را به CDF هسته گرام شدت روشنی آن پیکسل در مقیاس اولیه تبدیل کند. براد آنکه هر یک هسته گرام کلاس سطح دست پیدا کنیم توزیع سطح روشنی تصویر باید کالایکناخت باشد. مثلاً اگر ۱۰ هزار پیکسل و ۸ سطح روشنی داریم باید از هر شدت روشنی $(\frac{10000}{8} = 1250)$ پیکسل داشته باشیم. ضمن اینکه اگر تصویر دارای توزیع شدت روشنی بسیار زیاد در سطح بالا و پایین و توزیع کم در سطح میانی باشد، همان سازی هسته گرام خوب عمل نخواهد کرد.

۳.۱۴) الف: خیر. پس از تار کردن تصویر، هسته گرام در مقیاس تغییر خواهد کرد. زیرا تصویر منظر بزرگ است و استرهای زیادی بین شدت روشنی میانه و سفید دارد و وقتی ماسک 3×3 تصویر را جابجایی کند شدت روشنی های متفاوتی به درج خواهد آورد. حتی ممکن است شدت روشنی ایجاد شده که در تصویر ادل بعد از تار شدن کلا جرد نداشته باشد. مثلاً اگر ماسک طوری قرار بگیرد که ۳ پیکسل روشن در ماسک باشد و ۶ پیکسل تیره، این حالت اصلاً در تار شدن تصویر هست چوب به جود نخواهد آمد.

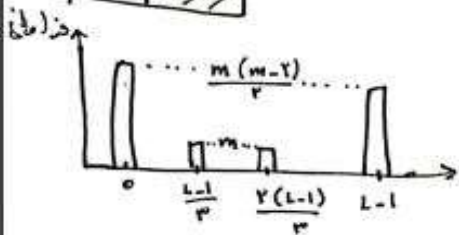
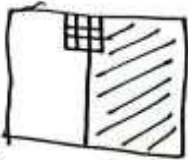
ب: هسته گرام حاصل به سبب در تصویر ماسک داده دل مقادیر کلی که هسته گرام ی تواند اشتراک کند وای توان با فرض $m \times m$ بدون تصویر به دست آورد. (مغز کنیم تصویر B یعنی امت)



هسته گرام حاصل از تار شدن تصویر است چوب:
حالت اول: اگر ماسک اصلاً ~~را~~ مطلع نکند:
تعداد $m \times \frac{m-2}{2}$ پیکسل شدت روشنی $L-1$ دارند.
تعداد $m \times \frac{m-2}{2}$ پیکسل شدت روشنی ۰ دارند.
حالت دوم: ۳ پیکسل از ماسک در وقت روشن قرار بگیرد:
تعداد m پیکسل شدت روشنی $\frac{3 \times (L-1)}{9}$ دارند.

حالت سوم: ۶ پیکسل از ماسک درشت روشن قرار بگیرند:

تعداد m پیکسل، شدت روشنایی $\frac{6 \times (L-1)}{9}$ دارند.



هیستوگرام تقریبی است و به بعد از smooth شدن:

شدت روشنایی

هیستوگرام حاصل از تار شدن تقریبی است راست:

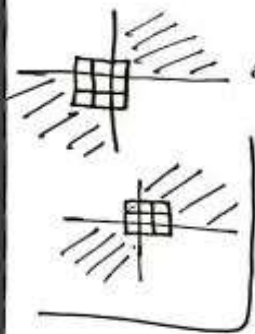
حالت اول: تکی پیکسل ها ماسک در ناحیه قهوه یا روشن قرار بگیرند:

پیکسل، شدت روشنایی ۱ را دارند.

تعداد

پیکسل، شدت روشنایی ۰ دارند.

تعداد

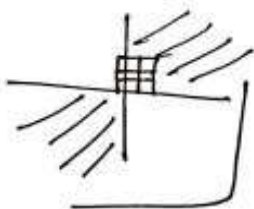


حالت دوم: ۴ پیکسل از ماسک درشت روشن و ۵ پیکسل در قست قهوه قرار بگیرند.
 $(\frac{4}{9})(L-1)$

حالت سوم: ۵ پیکسل از ماسک درشت روشن و ۴ پیکسل در قست قهوه قرار بگیرند.
 $(\frac{5}{9})(L-1)$

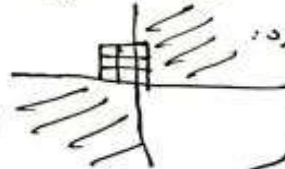


حالت چهارم: ۳ پیکسل از ماسک درشت روشن و ۶ پیکسل در قست قهوه قرار بگیرند.
 $(\frac{1}{3})(L-1)$



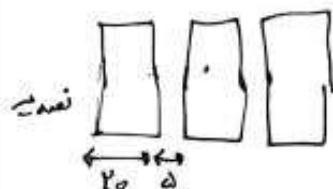
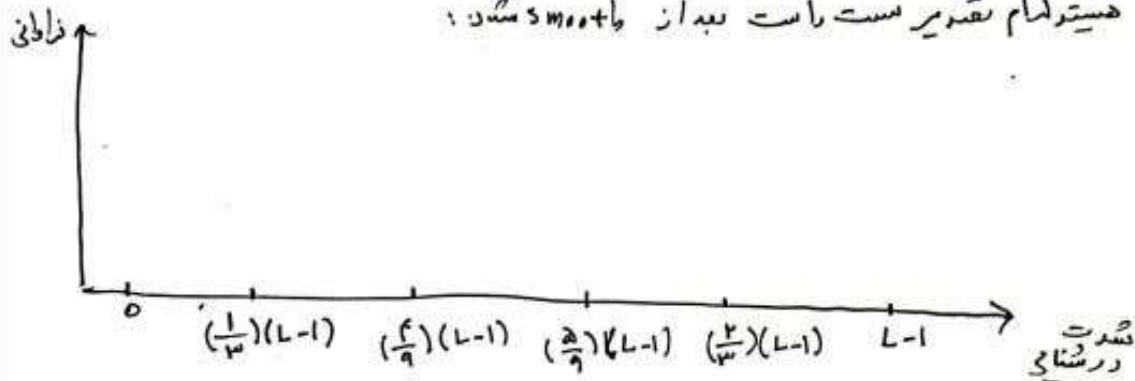
حالت پنجم: ۶ پیکسل از ماسک درشت روشن و ۳ پیکسل در قست قهوه قرار بگیرند.

$(\frac{2}{3})(L-1)$



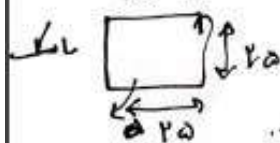
نتیجه: هیستوگرام حاصل از

هستند گام به گام مست راست به از Δx شدن:



3.21) چون ضخامت هر ~~مستطیل~~ یکسان و نامساوی Δx یکسان و نامساوی

بین ~~مستطیلات~~ مستطیل ها Δx یکسان است.



هر طرز هم که ~~ما~~ ماسک به گستره را جابجایی کند هست

خطوط ورودی به ماسک با خطوط خروجی از ماسک هماهنگ هستند و تغییر یکسان ها با طول ماسک هماهنگ است. یعنی ماسک اصلی ترانه تفاوت را در هنگام جابجایی حس کند. و برای دو ماسک دیگر اینطور نیست و بدیهه. سکون شدن اتفاق نمی افتد.

$$3.28) \nabla^2 f(x, y) = f(x, y+1) + f(x, y-1) + f(x+1, y) + f(x-1, y) - 4f(x, y)$$

$$f(x, y) - \nabla^2 f(x, y) = 4f(x, y) - (f(x, y+1) + f(x, y-1) + f(x+1, y) + f(x-1, y))$$

$$f(x, y) - \nabla^2 f(x, y) = 4f(x, y) - [f(x, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1) + f(x+1, y) + f(x-1, y)]$$

$$= 3f(x, y) - [f(x, y+1) + f(x, y-1) + f(x+1, y) + f(x-1, y)]$$

①

$$4\sigma \text{ sharp masking} = f(x,y) + w (f(x,y) - f'(x,y))$$



که $f'(x,y)$ تصویر smooth شده است.

$$(w+1) f(x,y) - w f'(x,y)$$

یکی از روش‌های ساختن $f'(x,y)$ به شکل زیر است:

$$f'(x,y) = f(x,y) + f(x+1,y) + f(x-1,y) + f(x,y+1) + f(x,y-1)$$

II

I

بر اساس I و II می‌توان نوشت:

$$f(x,y) - \nabla^2 f(x,y) = \Delta (1/4 f(x,y) - 1/2 f'(x,y))$$

پس در اینجا اگر $w = 0.2$ در نظر بگیریم لاپلاسیان تقریب شده از تصویر اصلی

با unsharp masking تصویر مناسب است.

$$f(x,y) - \nabla^2 f(x,y) = \Delta \times \text{unsharp masking } (w=0.2)$$

3.33 وقتی سایر هیستوگرام‌ها نیز یابند، شرطی به الگوریتم تشخیص‌دهنده می‌شود. پس همانایی تشخیص‌دهنده‌ها و ضعیف افزایش می‌یابد.

پیوست ۱: روند اجرای برنامه

پوشه تصاویر در فایل کدها قرار داده شده است و با انجام `set path` کدها اجرا خواهند شد. بخش‌های مختلف هر کد با %% از هم تفکیک شده‌اند. در صورت نیاز توضیحاتی در خود کد نوشته شده است. متأسفانه ورژن فعلی متلب سیستم من مشکل دارد و در ساخت تابع به مشکل می‌خورم. امیدوارم با آپدیت کردن متلب این مشکل برطرف شود.

- [1] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital image processing." Prentice hall Upper Saddle River, NJ, 2002.
- [2] MATLAB help