

Contrast Adjustment

شیوا رادمنش

اطلاعات گزارش	چکیده
تاریخ: ۱۳۹۹/۸/۲۳	در این گزارش به بررسی مفاهیم هیستوگرام و کنتراست و نحوهی بهبود کنتراست با استفاده از روش متعادل‌سازی هیستوگرام سراسری و محلی و تأثیر هر روش بر تصویر و همچنین بررسی و مقایسه‌ی برخی توابع بهبود کنتراست متلب پرداخته شده است.
واژگان کلیدی:	هیستوگرام
متداول‌سازی هیستوگرام	
کنتراست	
تبديل نمایی	

۲- شرح تکنیکال

۱- مقدمه

هر یک از تصاویر بررسی شده در این گزارش با استفاده ازتابع imread کتابخانهی opencv پایتون خوانده شده و به شکل یک numpy array ذخیره می‌شود. تنها در سوال ۲،۱،۳ از نرم افزار متلب استفاده شده است. این پروژه شامل چهار بخش کلی است که در ادامه به هر یک از این بخش‌ها پرداخته می‌شود.

۲- سوال ۲،۱،۱

هیستوگرام هر تصویر تعداد پیکسل‌هایی را نشان می‌دهد که هر یک از مقادیر سطوح خاکستری (در اینجا بازه‌ی ۰ تا ۲۵۵) را دارند.

این شاخص نشان دهنده‌ی این است که پیکسل‌های تصویر مربوطه بیشتر در چه بازه‌ای از مقادیر قرار دارند. هیستوگرام تصاویر تیره بیشتر در مقادیر کوچک سطوح خاکستری متتمرکز و تعداد بیشتری از پیکسل‌ها را در بازه‌ی مقادیر کوچک سطوح خاکستری نشان می‌دهد. این شاخص برای

نوشتار حاضر به بررسی نحوهی بهبود کنتراست با استفاده از روش‌های متعادل‌سازی هیستوگرام سراسری، متعادل‌سازی هیستوگرام محلی و تبدیلات نمایی با استفاده از زبان پایتون و نرم‌افزار متلب و همچنین پیاده سازی آنها می‌پردازد. بسیاری از موقع وجود دارند که تصاویر گرفته شده توسط دوربین‌های عکاسی، کیفیت مطلوب ما را ندارند و مشکلاتی از قبیل تاری، تیرگی، روشنی پیش از حد و یا کنتراست پایین دارا می‌باشند. در این پروژه با استفاده از روش‌های همسان‌سازی سراسری هیستوگرام، همسان‌سازی محلی هیستوگرام و تبدیلات گاما به تصحیح این تصاویر پرداخته خواهد شد. کنتراست هر تصویر معادل واریانس آن تصویر و نشان دهنده‌ی میزان پراکندگی سطوح خاکستری در تصویر است. هدف این پروژه بهبود کنتراست یا به عبارتی افزایش کنتراست تصویر برای بدست آوردن اطلاعات بیشتر از تصویر می‌باشد. تصاویر داده شده همگی دارای کیفیت و مقدار جزئیات پایینی می‌باشند که با استفاده از روش‌های مذکور، واریانس یا همان کنتراست این تصاویر بهبود داده خواهد شد.

تصویر را پیمایش کرده و مقادیر خاکستری بدست آمده از تبدیل CDF را جایگزین مقادیر خاکستری اولیه می‌کنیم.

۲-۱-۳ سوال

در این بخش به مقایسه‌ی دوتابع imadjust و histeq در نرم‌افزار متلب پرداخته شده است.

۲-۳-۱ تابع imadjust

این تابع برای تنظیم شدت خاکستری یا رنگ استفاده می‌شود و کنتراست را به گونه‌ای افزایش می‌دهد که به طور پیش فرض ۱٪ بالای تمام مقادیر و ۱٪ پایین تمام مقادیر اشباع می‌شوند.

این تابع برای تصاویر gray scale پارامترهایی به عنوان ورودی می‌پذیرد. این پارامترها عبارتند از:

- [low_in high_in] — Contrast limits for input image
- [low_out high_out] — Contrast limits for output image
- gamma

این تابع مقدار شدت خاکستری پیکسل‌های تصویر ورودی را با استفاده از یک تابع نمایی به گونه‌ای به مقدار شدت خاکستری تصویر خروجی به گونه‌ای تغییر می‌دهد که مقادیر بین low_in و high_in نقشه به مقادیر بین low_out و high_out باشد.

پارامتر gamma نشان دهنده‌ی تابع نمایی ای است که رابطه‌ی بین مقادیر ورودی و خروجی را مشخص می‌کند.

$$s = cr^\lambda$$

در این فرمول r مقدار سطح خاکستری پیکسل، λ (gamma) توان تبدیل نمایی و c مقدار ثابتی است که به

تصاویر روش در مقادیر بزرگ سطوح خاکستری متمرکز است.

همچنین هیستوگرام نشان دهنده‌ی واریانس سطوح خاکستری تصویر است. زمانی که اکثریت مقادیر سطوح خاکستری در بازه‌ی کوچکی از سطوح خاکستری باشد، واریانس و در نتیجه کنتراست کم است و بالعکس.

برای محاسبه‌ی هیستوگرام تصویر همه‌ی پیکسل‌های تصویر را پیمایش کرده و تعداد پیکسل‌های هر سطح خاکستری شمرده شده است. برای نمایش stem plot از تابع `stem` در کتابخانه‌ی `matplotlib` پایتون استفاده شده است.

۲-۱-۲ سوال

هدف از معادلسازی هیستوگرام، یکنواخت کردن هیستوگرام و افزایش واریانس و کنتراست است به گونه‌ای که تعداد سطوح خاکستری زیاد شوند و در واقع مقدار پیکسل‌ها در بازه‌ی بزرگتری از سطوح خاکستری قرار بگیرند، تا جزئیات سطوح خاکستری افزایش یابد.

برای انجام این کار باید تابع تبدیلی به هیستوگرام تصویر اعمال شود. این تابع باید در بازه‌ی ۰ تا ۱ صعودی باشد همچنین به ازای مقادیر بین ۰ تا ۱ خروجی این تابع نیز باید بین ۰ تا ۱ باشد. تابع `CDF`(فراوانی تجمعی نسبی) یک تابع تبدیل مناسب برای این کار است.

برای محاسبه‌ی فراوانی نسبی هر سطح خاکستری فراوانی آن را بر تعداد همه‌ی پیکسل‌ها(ابعاد تصویر) تقسیم می‌کنیم. فراوانی تجمعی نسبی هر سطح خاکستری برابر با مجموع فراوانی نسبی تمام سطوح خاکستری کوچکتر و مساوی آن سطح خاکستری می‌باشد. تا اینجا این تبدیل برای هر سطح خاکستری مقداری بین ۰ تا ۱ ارائه می‌دهد. مقادیر خروجی را در ۰۵۵(بیشترین مقدار سطح خاکستری در بازه‌ی ۰ تا ۰۵۵) ضرب می‌کنیم تا مقادیر پیشنهاد شده برای هر سطح خاکستری در بازه‌ی ۰ تا ۰۵۵ قرار گیرد. تمام پیکسل‌های

پارامتر hgram یک بردار است و بیانگر هیستوگرام است. در صورتی که به این پارامتر مقدار داده شود،تابع هیستوگرام عکس ورودی را با این هیستوگرام تطبیق می‌دهد و به عنوان خروجی بر می‌گرداند.

پارامتر n تعداد سطوح خاکستری در تصویر خروجی را مشخص می‌کند.

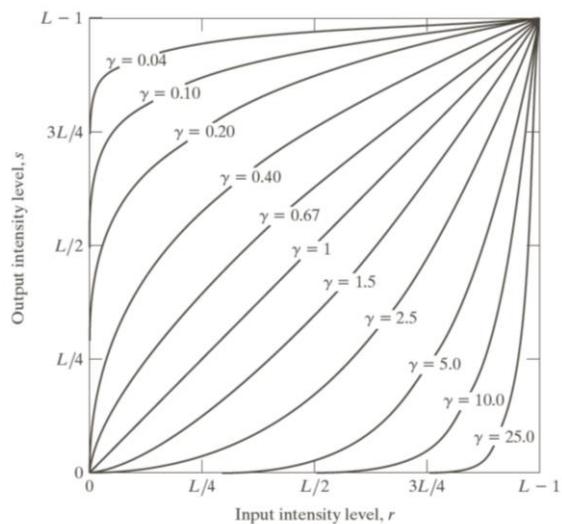
۲-۲-۴ سوال ۲۲۱

در متعادل سازی هیستوگرام سراسری مقدار جدید هر پیکسل با استفاده از اعمال تابع تبدیل بر هیستوگرام کل تصویر بدست می‌آید. در متعادل‌سازی هیستوگرام محلی به جای محاسبه‌ی هیستوگرام کل تصویر هر بار هیستوگرام قطعه‌ای کوچک از تصویر(ماسک) محاسبه‌شده و با استفاده از تابع تبدیل مقدار جدید پیکسل مرکزی آن قطعه از تصویر محاسبه می‌شود، سپس ماسک را حرکت داده و این عمل برای همه‌ی پیکسل‌های تصویر انجام می‌شود.

به دلیل اینکه حاصل فقط بر روی پیکسل مرکزی ماسک اعمال می‌شود پس باید در طرفین تصویر از padding با اندازه‌ی نصف سایز ماسک استفاده کرد. در اینجا از روش edge acrossreflect استفاده شده است.

با افزایش سایز ماسک، بار محاسباتی و در نتیجه زمان اجرا به طور نمایی افزایش می‌یابد(به عنوان مثال برای تصاویر این تمرين، متعادل‌سازی هیستوگرام محلی با ماسک 91×91 حدود ۴۷ دقیقه و برای ماسک 61×61 حدوداً ۲۹ دقیقه طول کشید!). به همین دلیل روش دیگری وجود دارد که در هر پیمایش به جای محاسبه‌ی مقدار جدید تنها برای پیکسل مرکزی ماسک، مقدار جدید را برای تمام پیکسل‌های ماسک محاسبه کرده و این کار را به جای اینکه روی کل پیکسل‌های تصویر تکرار کنیم، روی قطعاتی که با هم همپوشانی ندارند انجام می‌دهیم. این روش باعث ایجاد مربع‌هایی روی تصویر

منظور نرمالایز کردن دامنه مقادیر سطوح خاکستری استفاده می‌شود. و S مقدار نهایی سطح خاکستری پیکسل می‌باشد. مقدار γ در این فرمول نرمال شده و در بازه‌ی ۰ تا ۱ قرار دارد.



شکل ۱- نمودار تبدیلات نمایی

اگر gamma بیشتر از ۱ باشد، با توجه به اینکه مقدار γ بین ۱ تا ۱ است، مقدار خاکستری خروجی بیشتر از ورودی خواهد شد. در نتیجه تصویر باید روشن تر شود.

اگر gamma کمتر از ۱ باشد، با توجه به اینکه مقدار γ بین ۰ تا ۱ است، مقدار خاکستری خروجی کمتر از ورودی خواهد شد. در نتیجه تصویر باید تیره‌تر شود.

۲-۳-۲ تابع histeq

این تابع کنتراست را با استفاده از متعادل‌سازی هیستوگرام افزایش می‌دهد.

این تابع برای تصاویر gray scale پارامترهایی را به عنوان ورودی می‌پذیرد. این پارامترها عبارتند از:

- hgram — Target histogram
- n — Number of discrete gray levels



شکل ۲- تصویر CameraMan

همانطور که در شکل ۲ قابل مشاهده است، تعداد پیکسل ها با مقادیر ۲۰۰ تا ۲۵۵ که نشان دهنده رنگ سفید است بسیار کم است. مقدار بیشتر پیکسل ها در بازه‌ی ۱۰۰ تا ۱۹۰ قرار دارد که نشان دهنده رنگ بازه‌ی میانی خاکستری است. در شکل ۳ نیز مشخص است که رنگ قالب در زمینه‌ی تصویر در بازه‌ی خاکستری میانی است. همچنین تعداد قابل توجهی از پیکسل ها در بازه‌ی ۰ تا ۲۰ می‌باشد که بیانگر رنگ‌های تیره است. در شکل ۲ قابل مشاهده است که این پیکسل های تیره مربوط به لباس و موهای مرد عکاس و بخش‌هایی از پایه‌ی دوربین در تصویر می‌باشد.

۲,۱,۲- سوال ۳-۲

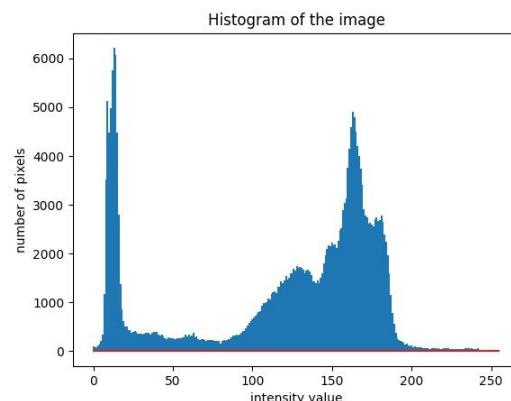
نتیجه‌ی متعادل‌سازی هیستوگرام تصویر CameraMan در شکل ۴ قابل مشاهده است.

خروجی می‌شود. این مربع‌ها همان قطعات غیر همپوشانی هستند که متعادل‌سازی هیستوگرام بر روی آنها اعمال شده. در این تمرین عمل متعادل‌سازی هیستوگرام محلی برای هر عکس در روش اول با ماسک‌هایی به اندازه‌های 21×21 و 41×41 و 61×61 و 91×91 پیکسل و در روش دوم با ماسک‌هایی به اندازه‌ی $1/4$ و $1/8$ و $1/16$ و $1/64$ اندازه‌ی تصویر انجام شده است.

۳- شرح نتایج

۲,۱,۱- سوال ۳-۱

نمودار هیستوگرام تصویر CameraMan.bmp در شکل ۲ قابل مشاهده است.



شکل ۲- نمودار هیستوگرام تصویر CameraMan



شکل ۵- تصویر CameraMan پس از متعادل سازی هیستوگرام با استفاده از تابع equalizeHist کتابخانه opencv پایتون

مشاهده می شود نتیجه هیستوگرام با پیاده سازی انجام شده بسیار نزدیک به نتیجه حاصل از خروجی تابع equalizeHist کتابخانه opencv پایتون می باشد.



شکل ۴- مقایسه تصویر CameraMan قبل از متعادل سازی هیستوگرام(تصویر بالا) و پس از آن(تصویر پایین)

قابل مشاهده است که کنترast تصویر پس از متعادل سازی هیستوگرام بهتر است. جزئیات مانند دست مرد و جزئیات لباس مرد عکاس و همچنین سایه هی کت عکاس روی شلوار آن به طور نسبتا واضحی مشاهده می شود.

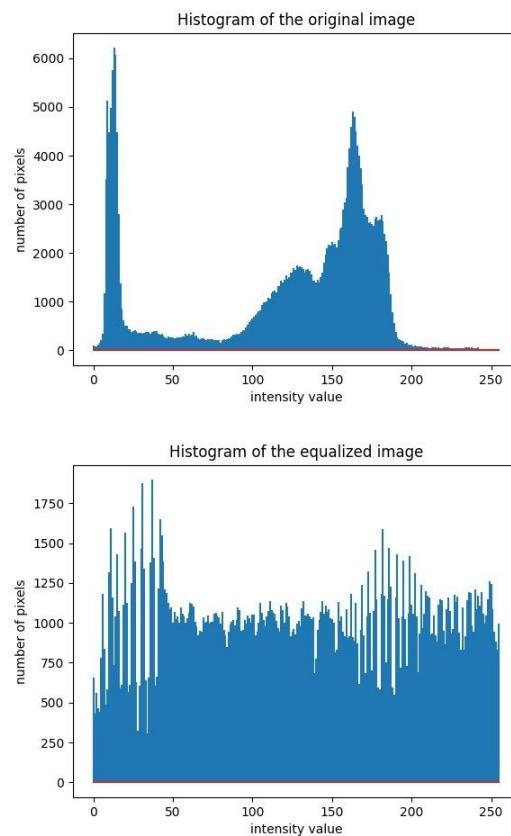
در تصویر اصلی به طور ناملموس خطوطی افقی در قسمت بالای تصویر مشاهده می شود که این خطوط پس از متعادل سازی هیستوگرام (تصویر پایین در شکل ۴) واضح تر هستند.

۲،۱،۳ - سوال ۳-۳

خروجی تابع histeq برای تصویر cameraMan در شکل ۸ قابل مشاهده است.



شکل ۷- تصویر اصلی CameraMan



شکل ۶- مقایسه‌ی هیستوگرام تصویر CameraMan قبل از متعادل سازی هیستوگرام(تصویر بالا) و پس از آن(تصویر پایین)

در شکل ۶ مشاهده می‌شود که پس از متعادل سازی هیستوگرام در تصویر CameraMan تعداد سطوح خاکستری افزایش یافته و بازه‌ی سطوح خاکستری موجود در تصویر بزرگ شده (قریباً ۰ تا ۲۵۵) در حالی که در تصویر اصلی سطوح خاکستری با مقدار زیاد (حدوداً ۲۱۰ تا ۲۵۵) وجود نداشت.

همچنین پس از متعادل سازی هیستوگرام در تصویر CameraMan، هیستوگرام یکنواخت شده است و به طور میانگین فراوانی تعداد قابل توجهی از سطوح خاکستری بین ۱۰۰۰ تا ۱۱۵۰ پیکسل می‌باشد.



شکل ۸- خروجی تابع histeq

همانطور که مشاهده می‌شود در این تصویر کنترast افزایش یافته است و جزئیاتی که از نظر بصری در تصویر اصلی واضح

تغییرات مشاهده شده از تاثیرات متعادل سازی هیستوگرام می باشد.

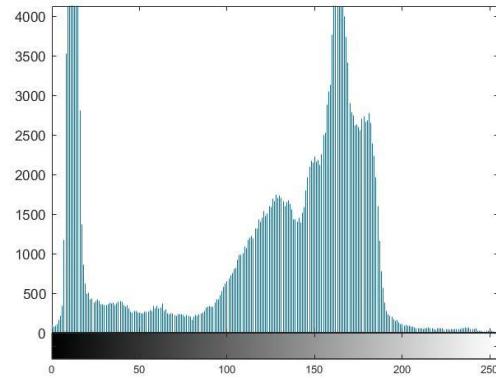


شکل ۱۱- خروجی تابع imadjust با مقدار $1=\text{gamma}$

خروجی تابع imadjust با پارامتر $1=\text{gamma}$ از نظر بصری تقریبا نزدیک به تصویر اصلی بوده فقط کمی کنتراست آن بهبود یافته است. همچنین جزئیاتی که در تصویر خروجی histeq واضح بود در این تصویر قابل مشاهده نیست.

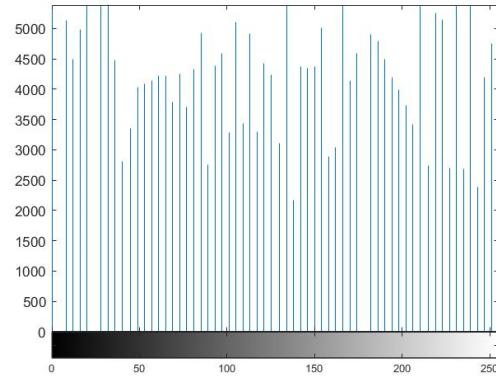
در واقع با مقدار $1=\text{gamma}$ تابع از یک تبدیل خطی برای مپ کردن ورودی به خروجی استفاده کرده است. نتیجه جزئیات زیادی را نشان نمی هد.

نیستند، در عکس خروجی قابل تشخیص است. مانند جزئیات لباس مرد عکاس و خطوط افقی بالای تصویر و ...



شکل ۹- نمودار هیستوگرام تصویر اصلی CameraMan

در مورد نمودار شکل ۹ در بخش ۳-۱ توضیح داده شده است.

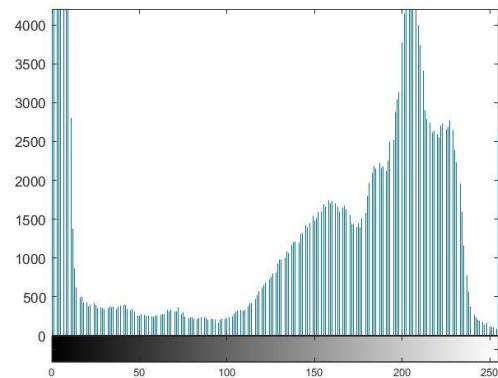


شکل ۱۰- نمودار هیستوگرام تصویر خروجی تابع histeq(شکل ۸)

همانطور که مشاهده می شود تعداد سطوح خاکستری در تصویر خروجی تابع histeq افزایش یافته است و بازه هی سطوح خاکستری بزرگتر شده و به عبارتی واریانس افزایش یافته است. و همچنین هیستوگرام برای سطوح خاکستری مختلف تقریبا یکنواخت شده است. همانطور که در بخش ۲-۳ ذکر شد این تابع کنتراست را با انجام عمل متعادل سازی هیستوگرام افزایش می دهد. و

اصلی(شکل ۷) تصویر روشن تری است. این تغییر به این دلیل است که وقتی مقدار λ در تابع $s = cr^\lambda$ کمتر از یک باشد مقدار خروجی نسبت به ورودی افزایش می‌یابد(مقادیر λ بین ۰ و ۱ هستند) و تصویر روشن تر می‌شود. نمودار این تابع در شکل ۱ گویای این مسئله است.

همچنین در شکل ۱۳ مشاهده می‌شود که جزئیات قسمت های تیره‌تر تصویر واضح تر شده است. به عنوان مثال دست مرد عکاس و جزئیات لباس او کاملاً قابل تشخیص است. همچنین قابل مشاهده است که جزئیات بخش های روشن تر تصویر خیلی مشخص نیست و حتی نسبت به تصویر اصلی(شکل ۷) کمتر واضح است، مثلا خطوط افقی بالای تصویر خیلی واضح نیستند. دلیل این تغییر آن است که با توجه به نمودار شکل ۱، تابع نمایی با مقدار $1 < \lambda$ مقادیر کوچکتر را به بازه‌ی بزرگتری در خروجی مپ می‌کند و به نوعی واریانس یا کنتراست را برای مقادیر کوچکتر که همان بخش‌های تیره‌ی تصویر هستند افزایش می‌دهد و به طور عکس مقادیر بزرگتر که همان بخش‌های روشن تر تصویر هستند را به بازه‌ی کوچکی از مقادیر خاکستری مپ می‌کند. در نتیجه کنتراست قسمت‌های تیره‌ی تصویر افزایش یافته و جزئیات این بخش‌ها واضح تر می‌شود.

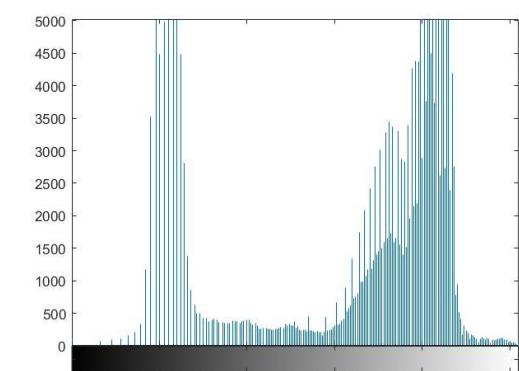


شکل ۱۲- نمودار هیستوگرام خروجی تابع imadjust با مقدار $0.5=\text{gamma}$ (تصویر شکل ۱۱)

همانطور که در شکل ۱۲ مشاهده می‌شود شکل کلی نمودار بسیار شبیه شکل نمودار هیستوگرام تصویر اصلی(شکل ۹) است. با این تفاوت که سطوح خاکستری تصویر خروجی تابع imadjust (شکل ۱۱) بازه‌ی وسیع تری را در بر می‌گیرد و به عبارتی واریانس افزایش یافته است.



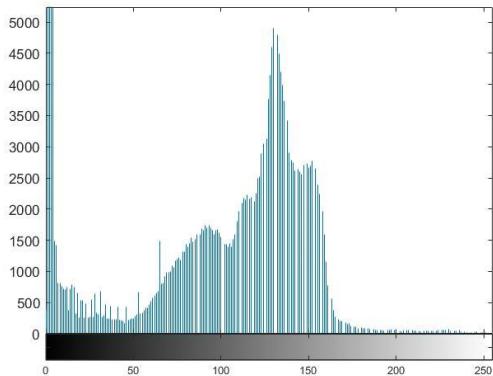
شکل ۱۳- خروجی تابع imadjust با مقدار $0.5=\text{gamma}$



شکل ۱۴- نمودار هیستوگرام خروجی تابع imadjust با مقدار $0.5=\text{gamma}$ (تصویر شکل ۱۳)

همانطور که در شکل ۱۳ قابل مشاهده است تصویر خروجی تابع imadjust با مقدار $0.5=\text{gamma}$ نسبت به تصویر

همچنین مشاهده می‌شود که جزئیات بخش‌های روشن تر تصویر در شکل ۱۵ بیشتر از تصویر اصلی (شکل ۷) است. مثلا ساخنمان‌ها و خطوط افقی قسمت بالای تصویر واضح‌تر هستند. از طرفی جزئیات تصویر در بخش‌های تیره کمتر قابل مشاهده هستند. مثلا لباس مرد عکاس از نظر بصری کاملا سیاه است. دلیل این تغییر آن است که با توجه به نمودار شکل ۱، تابع نمایی با مقدار $\lambda > 1$ مقادیر بزرگ‌تر را به بازه‌ی بزرگ‌تری در خروجی مپ می‌کند و به نوعی واریانس یا کنتراست را برای مقادیر بزرگ‌تر که همان بخش‌های روشن تصویر هستند افزایش می‌دهد و به طور عکس مقادیر کوچک‌تر که همان بخش‌های تیره‌تر تصویر هستند را به بازه‌ی کوچکی از مقادیر خاکستری مپ می‌کند. در نتیجه کنتراست قسمت‌های روشن تصویر افزایش یافته و جزئیات این بخش‌ها واضح‌تر می‌شود.



شکل ۱۶- نمودار هیستوگرام خروجی تابع imadjust با مقدار ۱.۵=gamma (تصویر شکل ۱۵)

مشاهده می‌شود که نمودار هیستوگرام خروجی تابع imadjust با مقدار ۱.۵=gamma بیشتر از یک باشد مقدار خروجی نسبت به ورودی کاهش می‌یابد (مقادیر ۰ و ۱ هستند). در نتیجه تصویر تیره‌تر می‌شود. نمودار این تابع در شکل ۱ گویای این مسئله است.

همانطور که در نمودار شکل ۱۴ قابل مشاهده است، شکل کلی نمودار هیستوگرام خروجی تابع imadjust با مقدار ۰.۵=gamma، شبیه به نمودار هیستوگرام تصویر اصلی (شکل ۹) بوده با این تفاوت که این نمودار در مقادیر بزرگ‌تر فشرده‌تر شده که نشان دهنده‌ی کاهش واریانس در بخش روشن تصویر می‌باشد. همچنین مشاهده می‌شود که آن قسمت از نمودار در شکل ۹ که مربوط به مقادیر کوچک سطوح خاکستری است در نمودار جدید در بازه‌ی وسیع‌تری از سطوح خاکستری قرار گرفته است و در واقع واریانس مقادیر کوچک‌تر سطوح خاکستری افزایش یافته است.



شکل ۱۵- خروجی تابع imadjust با مقدار ۱.۵=gamma

مشاهده می‌شود که تصویر خروجی تابع imadjust با مقدار ۱.۵=gamma نسبت به تصویر اصلی (شکل ۷) تیره‌تر شده است.

دلیل این تغییر است که وقتی مقدار λ در تابع $s = cr\lambda$ بیشتر از یک باشد مقدار خروجی نسبت به ورودی کاهش می‌یابد (مقادیر ۰ و ۱ هستند). در نتیجه تصویر تیره‌تر می‌شود. نمودار این تابع در شکل ۱ گویای این مسئله است.

بزرگ سطوح خاکستری است در نمودار جدید در بازه‌ی وسیع‌تری از سطوح خاکستری قرار گرفته است و در واقع واریانس مقادیر بزرگتر(بخش روشن‌تر) سطوح خاکستری افزایش یافته است.

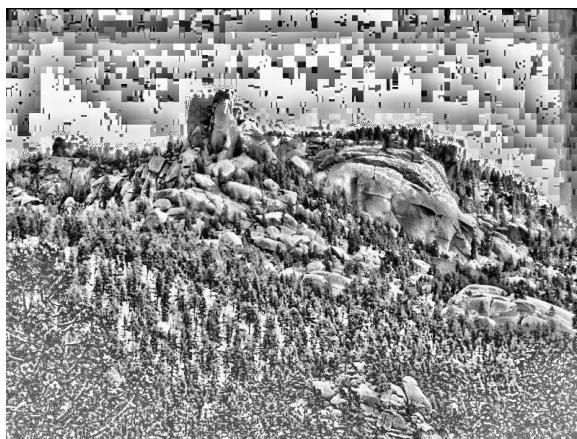
۲،۲،۱ - سوال

خروجی حاصل از هیستوگرام محلی با استفاده از هر دو روش ذکر شده در بخش ۴-۲ در ادامه قابل مشاهده است.

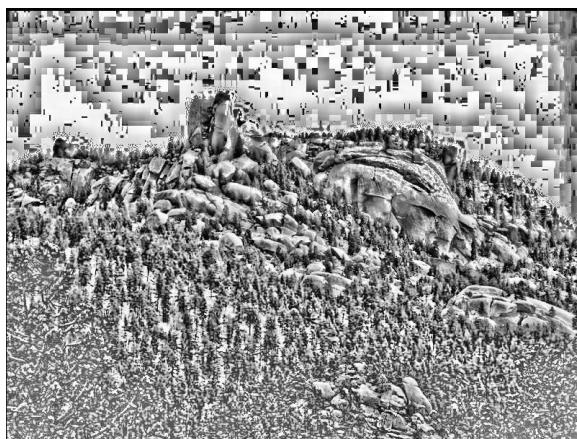
۳-۴-۱ - تصویر HE1.jpg



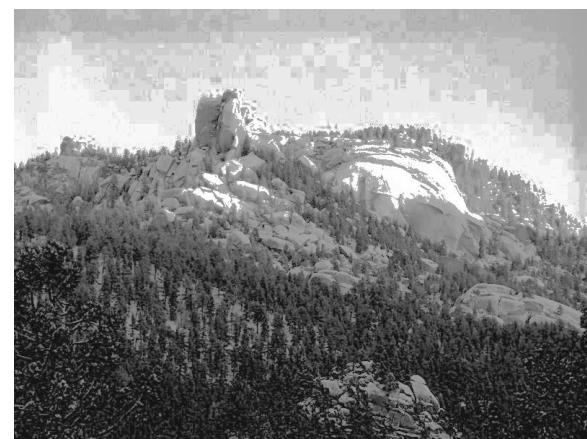
شکل ۱۷ - تصویر 1HE



شکل ۲۰ - متعادل‌سازی محلی هیستوگرام با روش اصلی با اندازه‌ی ماسک 61×61

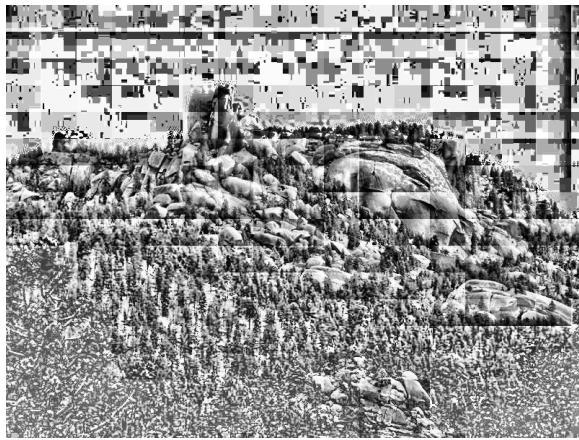


شکل ۲۱ - متعادل‌سازی محلی هیستوگرام با روش اصلی با اندازه‌ی ماسک 41×41

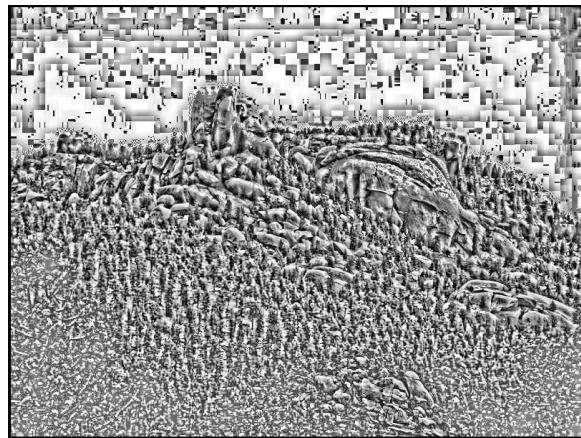


شکل ۱۸ - تصویر 1PS از متعادل‌سازی سراسری هیستوگرام

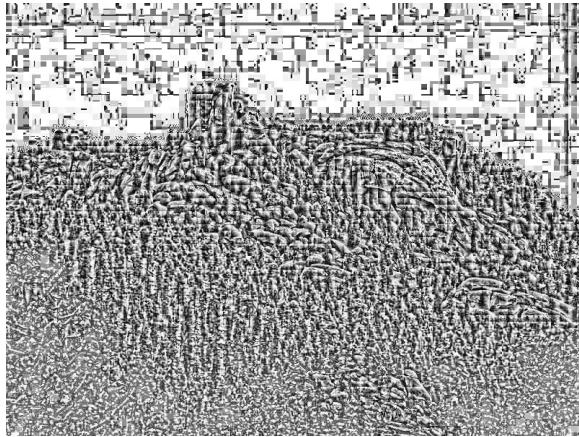
همانطور که مشاهده می‌شود جزئیات عکس در قسمت‌هایی که در عکس اصلی تیره‌تر بودند واضح‌تر است.



شکل ۲۵- متعادل سازی محلی هیستوگرام با استفاده از روش قطعات غیر همپوشان با اندازه‌ی ماسک $1/16$ اندازه‌ی تصویر



شکل ۲۶- متعادل سازی محلی هیستوگرام با روش اصلی با اندازه‌ی ماسک $21*21$



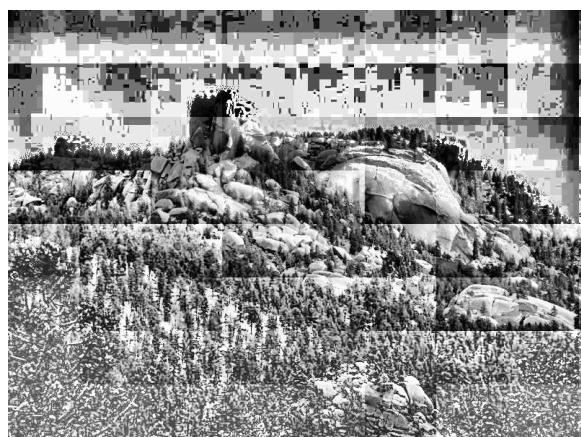
شکل ۲۷- متعادل سازی محلی هیستوگرام با استفاده از روش قطعات غیر همپوشان با اندازه‌ی ماسک $1/16$ اندازه‌ی تصویر



شکل ۲۸- متعادل سازی محلی هیستوگرام با استفاده از روش قطعات غیر همپوشان با اندازه‌ی ماسک $1/4$ اندازه‌ی تصویر

در تصاویر بالا مشاهده می‌شود که متعادل سازی محلی هیستوگرام جزئیات بیشتری را نسبت به متعادل سازی سراسری هیستوگرام در تصویر نمایان می‌کند. اما تصویر حاصل از متعادل سازی محلی هیستوگرام بسیار وابسته به نویز است و این نویز با کاهش سایز ماسک افزایش می‌یابد تا جایی که در شکل ۲۶ و شکل ۲۷ مشاهده می‌شود که به طور کلی چیزی از تصویر از نظر بصری مشخص نیست.

HE2.jpg - تصویر ۳-۴-۲



شکل ۲۹- متعادل سازی محلی هیستوگرام با استفاده از روش قطعات غیر همپوشان با اندازه‌ی ماسک $1/8$ اندازه‌ی تصویر



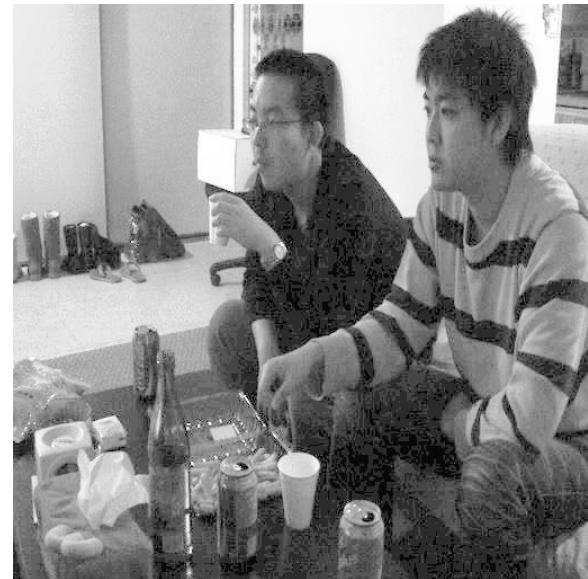
شکل ۲۹- متعادل‌سازی محلی هیستوگرام با روش اصلی با
اندازه‌ی ماسک ۹۱*۹۱



شکل ۲۷- تصویر 2HE



شکل ۳۰- متعادل‌سازی محلی هیستوگرام با روش اصلی با
اندازه‌ی ماسک ۶۱*۶۱



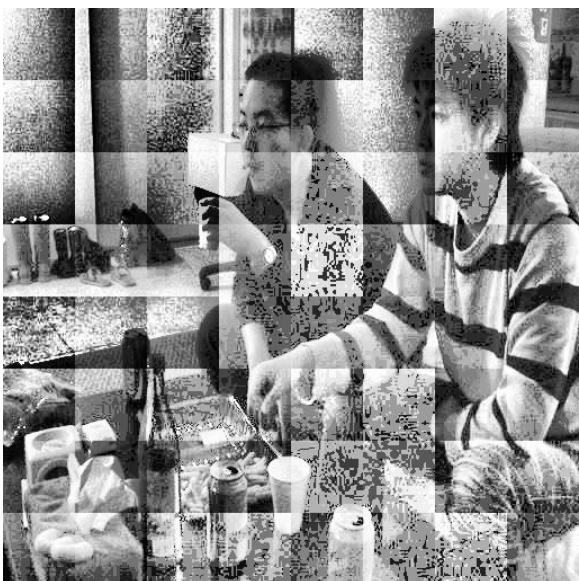
شکل ۲۸- تصویر 2HE ۲پس از متعادل‌سازی سراسری
هیستوگرام



شکل ۳۳- متعادل سازی محلی هیستوگرام با استفاده از روش
قطعات غیر همپوشان با اندازه‌ی ماسک $1/4$ اندازه‌ی تصویر



شکل ۳۱- متعادل سازی محلی هیستوگرام با روش اصلی با
اندازه‌ی ماسک $41*41$



شکل ۳۴- متعادل سازی محلی هیستوگرام با استفاده از روش
قطعات غیر همپوشان با اندازه‌ی ماسک $1/8$ اندازه‌ی تصویر



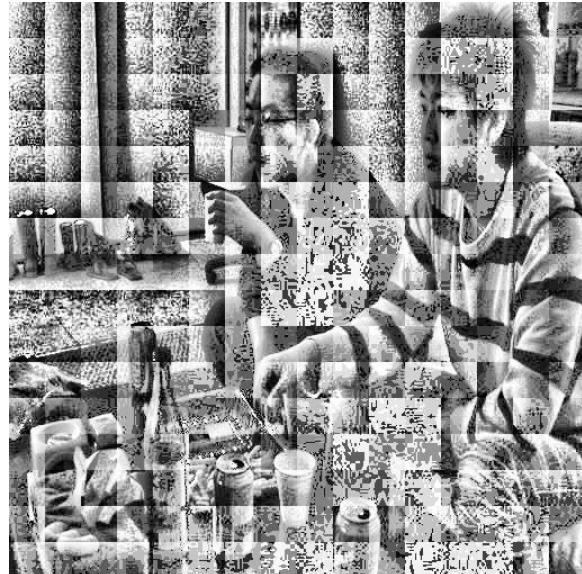
شکل ۳۲- متعادل سازی محلی هیستوگرام با روش اصلی با
اندازه‌ی ماسک $21*21$

کیفیت عکس از نظر بصری شده است. با کاهش سایز ماسک نویز به شدت افزایش می‌یابد.

HE3.jpg - تصویر ۳-۴-۳



شکل ۳۷ - تصویر 3HE

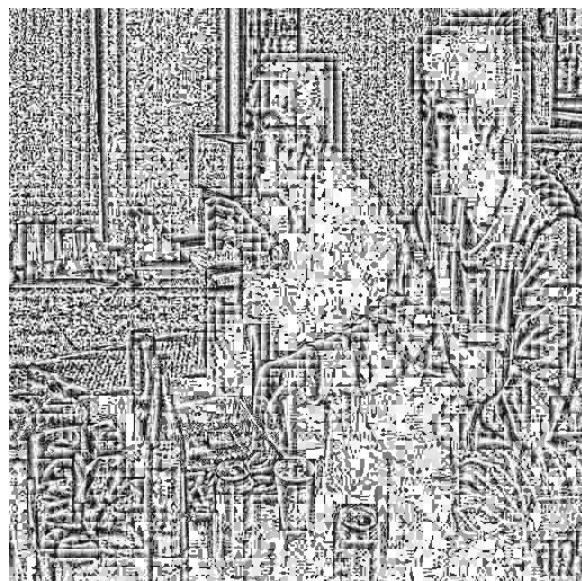


شکل ۳۵ - متعادل سازی محلی هیستوگرام با استفاده از روش قطعات غیر همپوشان با اندازه‌ی ماسک ۱/۱۶ اندازه‌ی تصویر



شکل ۳۸ - تصویر 3PS از متعادل سازی سراسری هیستوگرام

مشاهده می‌شود که متعادل سازی سراسری هیستوگرام بر روی قسمت‌های تیره تأثیر بهتری گذاشته و جزئیات قابل توجهی را در قسمت‌های تیره‌ی عکس نمایان می‌کند.



شکل ۳۶ - متعادل سازی محلی هیستوگرام با استفاده از روش قطعات غیر همپوشان با اندازه‌ی ماسک ۱/۶۴ اندازه‌ی تصویر

مشاهده می‌شود که در این تصویر با استفاده از متعادل سازی سراسری هیستوگرام جزئیات به خوبی نمایان می‌شوند. نتیجه حاصل از متعادل سازی محلی هیستوگرام به شدت وابسته به نویز است. مثلاً در شکل ۲۹ کنتراست تصویر به میزان خوب و قابل توجهی افزایش یافته ولی وجود نویز باعث کاهش



شکل ۴۲- متعادل سازی محلی هیستوگرام با روش اصلی با
اندازه‌ی ماسک 21×21



شکل ۳۹- متعادل سازی محلی هیستوگرام با روش اصلی با
اندازه‌ی ماسک 91×91



شکل ۴۳- متعادل سازی محلی هیستوگرام با استفاده از روش
قطعات غیر همپوشان با اندازه‌ی ماسک $1/4$ اندازه‌ی تصویر



شکل ۴۰- متعادل سازی محلی هیستوگرام با روش اصلی با
اندازه‌ی ماسک 61×61



شکل ۴۴- متعادل سازی محلی هیستوگرام با استفاده از روش
قطعات غیر همپوشان با اندازه‌ی ماسک $1/8$ اندازه‌ی تصویر



شکل ۴۱- متعادل سازی محلی هیستوگرام با روش اصلی با
اندازه‌ی ماسک 41×41



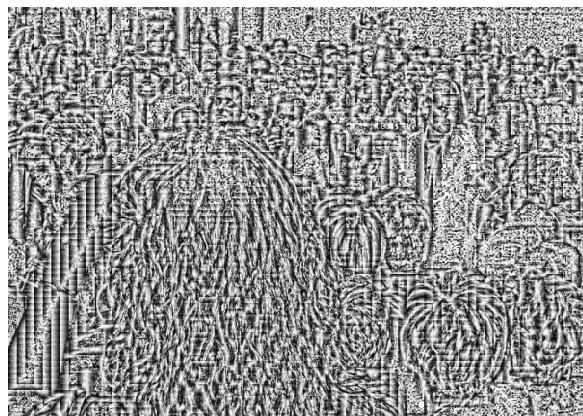
شکل ۴۷- تصویر 4HE



شکل ۴۵- متعادل سازی محلی هیستوگرام با استفاده از روش قطعات غیر همپوشان با اندازه‌ی ماسک $1/16$ اندازه‌ی تصویر



شکل ۴۸- تصویر 4HE ۴ پس از متعادل سازی سراسری هیستوگرام



شکل ۴۶- متعادل سازی محلی هیستوگرام با استفاده از روش قطعات غیر همپوشان با اندازه‌ی ماسک $1/64$ اندازه‌ی تصویر



شکل ۴۹- متعادل سازی محلی هیستوگرام با روش اصلی با اندازه‌ی ماسک 91×91

مشاهده می‌شود در این تصویر تاثیر نویز بر روی عملکرد متعادل سازی هیستوگرام نسبت به دو عکس قبلی کمتر بوده. مثلا در تصاویر شکل ۴۳ و شکل ۴۶ نویز بسیار کم دیده می‌شود. در اینجا نیز با کاهش سایز ماسک نویز افزایش می‌یابد.

HE4.jpg - تصویر ۴-۳-۴



شکل ۵۳- متعادل سازی محلی هیستوگرام با استفاده از روش
قطعات غیر همپوشان با اندازه‌ی ماسک $1/4$ اندازه‌ی تصویر



شکل ۵۰- متعادل سازی محلی هیستوگرام با روش اصلی با
اندازه‌ی ماسک $61*61$



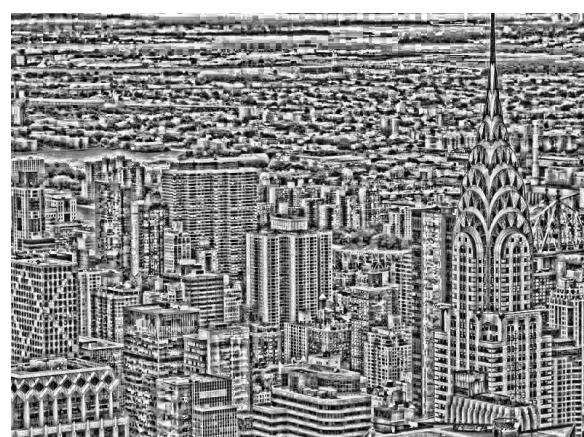
شکل ۵۴- متعادل سازی محلی هیستوگرام با استفاده از روش
قطعات غیر همپوشان با اندازه‌ی ماسک $1/8$ اندازه‌ی تصویر



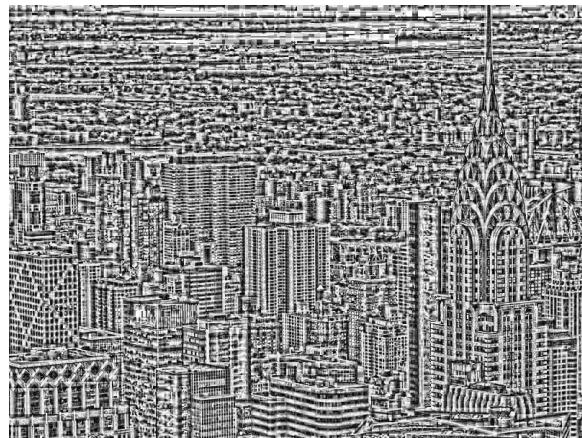
شکل ۵۱- متعادل سازی محلی هیستوگرام با روش اصلی با
اندازه‌ی ماسک $41*41$



شکل ۵۵- متعادل سازی محلی هیستوگرام با استفاده از روش
قطعات غیر همپوشان با اندازه‌ی ماسک $1/16$ اندازه‌ی تصویر



شکل ۵۲- متعادل سازی محلی هیستوگرام با روش اصلی با
اندازه‌ی ماسک $21*21$



شکل ۵۶- متعادل سازی محلی هیستوگرام با استفاده از روش قطعات غیر همپوشان با اندازه ماسک $1/64$ اندازه تصویر

مشاهده می شود که تصویر حاصل از متعادل سازی محلی هیستوگرام جزئیات بیشتری نسبت به متعادل سازی سراسری هیستوگرام ارائه می دهد. همچنین نویز در قسمت روشن بالای تصویر بسیار بیشتر از سایر قسمت های عکس است.

مراجع:

- [1] Digital Image Processing, Rafael C. Gonzalez, Rechard E. Wood
- [2] <https://www.mathworks.com/help/images/ref/imadjust.html>
- [3] <https://www.mathworks.com/help/images/ref/histeq.html>

Appendix

```
import numpy as np
import cv2
import matplotlib.pyplot as plt
```

```

#-----
# this method compute the histogram of a grayscale image (assuming 256
levels of gray)
# returns a numpy array of histogram
def histogram(img):
    histogram = np.zeros(256, dtype = int)

    for i in range(np.size(img, 0)):
        for j in range(np.size(img, 1)):
            gray_level = img[i, j]
            histogram[gray_level] += 1

    return histogram
#-----

# this method draws a stem plot of the input histogram
# saves the stem plot as an images <plotnamr.jpg>
def write_plot(h, plot_name):

    r = np.array(([i for i in range(256)]))
    plt.figure(plot_name)
    plt.stem(r, h, markerfmt = "None")
    plt.xlabel("intensity value")
    plt.ylabel("number of pixels")
    plt.title('Histogram of the image')
    plt.savefig(plot_name + ".jpg")
#-----

def histeq(img):
    #this method performs histogram equalization on the input image
    #returns histogram equalized image as the output
    # n is the histogram of the image, p is normalized histogram, and n is the
    total number of pixels
    n = histogram(img)
    r = np.array(([i for i in range(256)]))
    size = np.size(img, 0) * np.size(img, 1)
    p = np.true_divide(n, size)
    cdf = np.zeros_like(p)

    for i in range(np.size(r, 0)):
```

```

        for j in range(i + 1):
            cdf[i] += p[j]

        out = 255 * cdf
        discrete_out = np.round(out)

        his_equ = np.zeros_like(img)

        for i in range(np.size(img, 0)):
            for j in range(np.size(img, 1)):
                origine_intensity = img[i][j]
                his_equ[i, j] = discrete_out[origine_intensity]

```

```

import numpy as np
import cv2

img = cv2.imread('image/HE4.jpg', 0)
#print img
img_size=img.shape
#print img_size

img_mod = np.zeros_like(img)
window_size = 41

for i in range(0,img_size[0]-window_size):
    for j in range(0,img_size[1]-window_size):
        kernel = img[i:i+window_size,j:j+window_size]
        rank = 0
        for k in range(0,window_size):
            for l in range(0,window_size):

                center = int(window_size /2)
                if(kernel[center, center] >= kernel[k, l]):
                    rank = rank + 1

        img_mod[i + center, j + center] = ((rank * 255 )/(window_size*window_size))

im = np.array(img_mod, dtype = np.uint8)
cv2.imwrite('target4_41.jpg',im)

```

```

import numpy as np
import cv2
from math import floor

img = cv2.imread('image/HE4.jpg', 0)
img_mod = np.zeros_like(img)
r, c = img.shape
window_size = 41
img_mod = np.zeros((r + 2 * floor(window_size / 2), c + 2 * floor(window_size / 2)))
img2 = np.pad(array=img, pad_width=floor(window_size / 2), mode='reflect')
img2[floor(window_size / 2): r + floor(window_size / 2), floor(window_size / 2): c + floor(window_size / 2)] = img
img_size = img2.shape

for i in range(0, img_size[0]-window_size):
    for j in range(0, img_size[1]-window_size):
        kernel = img2[i:i+window_size, j:j+window_size]
        rank = 0
        for k in range(0, window_size):
            for l in range(0, window_size):
                center = int(window_size / 2)
                if(kernel[center, center] >= kernel[k, l]):
                    rank = rank + 1
        img_mod[i + center, j + center] = ((rank * 255) / (window_size * window_size))
im = np.array(img_mod, dtype = np.uint8)
cv2.imwrite('target4_41.jpg', im)

```