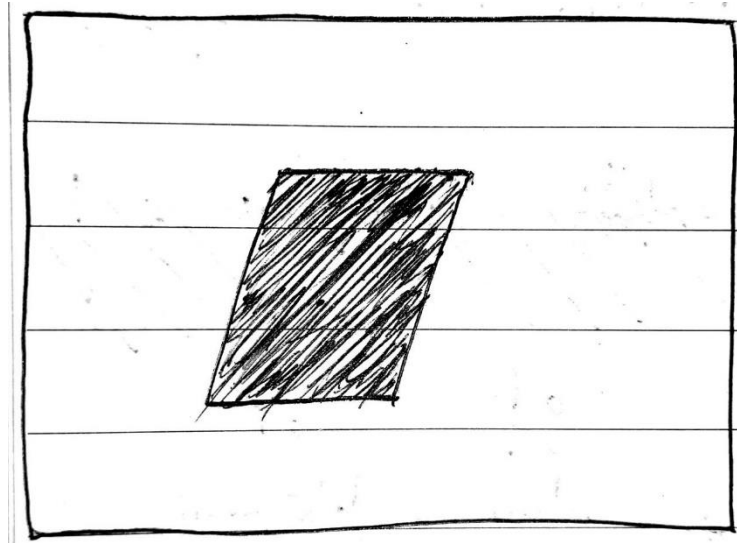
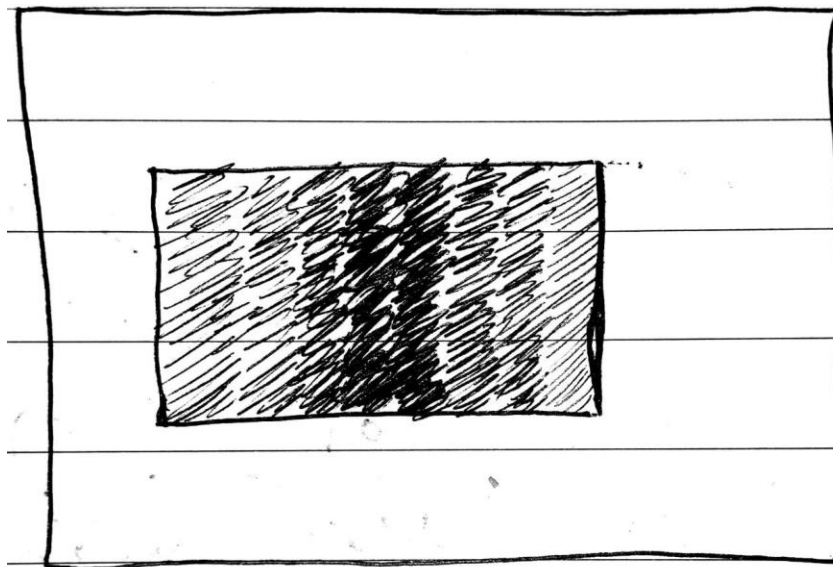


الف) در روش **rolling shutter** حسگر از بالا به سمت پایین حرکت می کند و به صورت خط به خط تصویر را ثبت می کند. در صورتی که تصویر ما با سرعت در حال حرکت به سمت چپ باشد.. با پایین آمدن سنسور تصویر ما نیز در ناحیه ای چپ تر از ناحیه قبلی قرار دارد. پس این حرکت به سمت چپ باعث می شود انتهای مستطیل به سمت چپ مایل شود. در واقع تصویر ما مانند زیر خواهد شد:



ب) در روش **global shutter** در همه ی نقاط حسگر وجود دارد و با باز و بسته شدن **shutter** حسگرها از همه نقاط همزمان تصویر برداری می کنند. در صورتی که تصویر ما به سمت چپ در حال حرکت باشد.. با باز شدن **shutter** و رسیدن نور به سنسور ها.. در ناحیه های وسط مستطیل.. سنسور ها مدت بیشتری مستطیل را می بینند و نور دریافت می کنند. اما در سمت راست و چپ مستطیل حسگر ها مدت زمان کمتری مستطیل را می بینند و از آن نقاط نور دریافت می کنند. در نتیجه در نقاط مرکزی مستطیل تصویر پررنگ تر ثبت می شود و در ناحیه سمت چپ و راست مستطیل تصویر کم رنگ تر ثبت می شود. همچنین طول مستطیلی که ثبت می شود بزرگتر از مستطیل واقعی است و مستطیل کمی به سمت چپ کشیده می شود. در واقع تصویر ما مانند زیر خواهد شد:



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \quad \text{بسیال} \quad V = 10 \text{ cm} \quad u = 70 \text{ cm} \quad (2)$$

$$\rightarrow f_{\text{بسیال}} = \frac{0}{f} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{10} + \frac{1}{70} \rightarrow f = \frac{70}{8} \text{ cm}$$

— توپ بسیکال:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{10} + \frac{1}{\infty - 10} \rightarrow f = 8 \text{ cm}$$

برای واضح شدن تصویر توپ بسیکال، فاصله کانونی باید $(\frac{70}{8} - 8)$ کم شود. (۷۵، ۷۵ سانتی متر)

— توپ فوکیال:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{10} + \frac{1}{60 + 50 - 10} \rightarrow f = \frac{100}{11} \text{ cm}$$

برای واضح شدن تصویر توپ فوکیال، فاصله کانونی باید $(\frac{100}{11} - \frac{70}{8})$ زیاد شود.

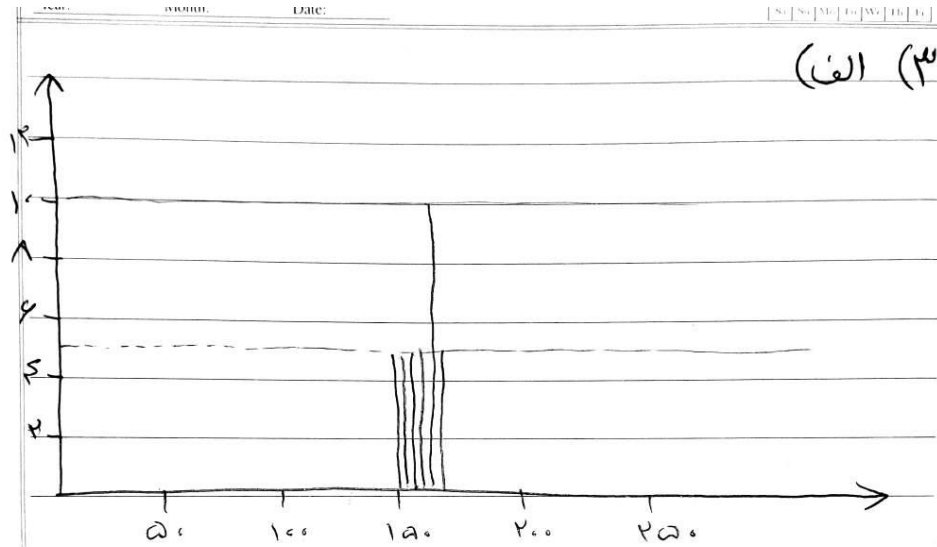
SHAHKAR

ب) دریچه (aperture) یکی از عناصر اصلی در دوربین‌های عکاسی است که به شکل یک سوراخ در قسمت جلویی لنز قرار دارد. این دریچه قطر سوراخی است که نور وارد لنز و به داخل دوربین می‌شود. در واقع، دریچه تعیین کننده مقدار نوری است که به دوربین وارد می‌شود و در نتیجه نقش بسیار مهمی در تنظیم عمق میدان دارد.

عمق میدان (depth of field) به فاصله‌ای از تصویر که در آن اجسام در تصویر به صورت واضح و شفاف دیده می‌شوند، اطلاق می‌شود. با تنظیم دریچه دوربین، می‌توانید عمق میدان را تغییر دهید و به عبارت دیگر، می‌توانید میزان فاصله بین نقاطی که در تصویر شفاف هستند و نقاطی که در تصویر مبهم و کم شفاف هستند را تغییر دهید.

با افزایش قطر دریچه، نور بیشتری وارد دوربین می‌شود و عمق میدان کمتر می‌شود. به عنوان مثال، در عکاسی پرتره، اگر باز کن را به حداکثر اندازه باز کنید، فقط قسمتی از تصویر که در نزدیکی سوژه قرار دارد، شفاف خواهد بود و پس‌زمینه و فضایی که دور از سوژه است، مبهم خواهد شد. این دریچه بزرگ، به دور از تصویر کمترین شفافیت را برای نواحی دور از سوژه ایجاد می‌کند.

با کوچک کردن قطر دریچه، عمق میدان بیشتر می‌شود و بیشتر از تصویر شفاف می‌شود. در عکاسی چشم انداز، ممکن است با تنظیم دریچه، به حداقل، تمام تصویر از نزدیکی تا دوربین شفاف شود و با این کار، می‌توانید تمامی جزئیات در تصویر را به دست آورید و تنظیمات دقیق‌تری را برای عمق میدان داشته باشید. اما باید توجه داشت که کوچک کردن دریچه، می‌تواند باعث کاهش نور ورودی به دوربین شود که باید با تنظیم سرعت شاتر و یا حساسیت ISO جبران شود.



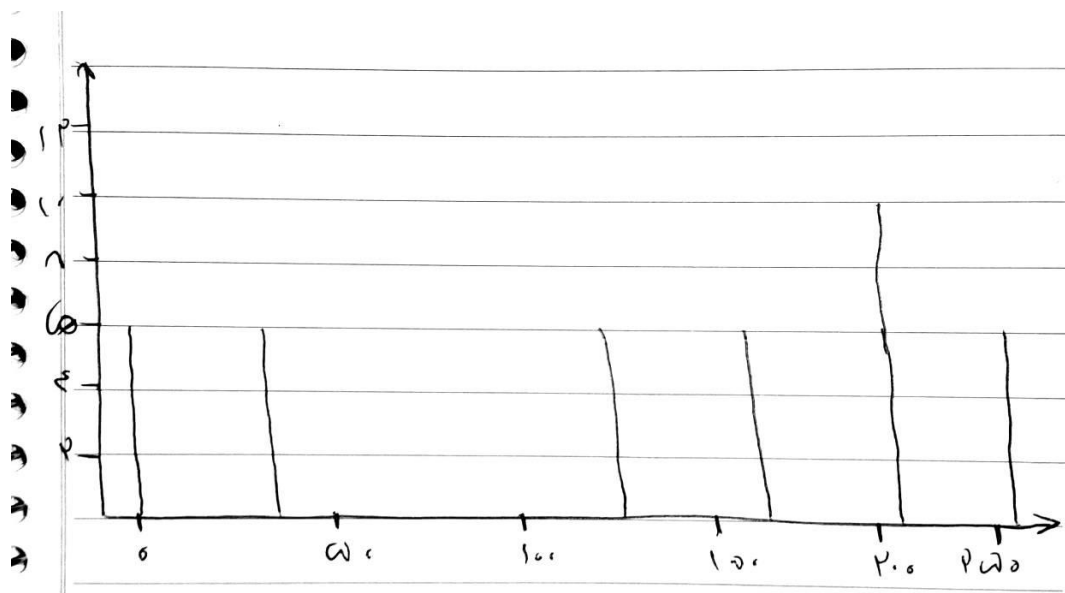
$$g(x, y) = \text{stretch}[f(x, y)] = \left(\frac{f(x, y) - f_{\min}}{f_{\max} - f_{\min}} \right) (\text{MAX} - \text{MIN}) + \text{MIN}$$

$$g(120) = \left(\frac{120 - 120}{124 - 120} \right) (140 - 0) + 0 = 0$$

$$g(121) = \left(\frac{121 - 120}{124 - 120} \right) (140 - 0) + 0 = 25$$

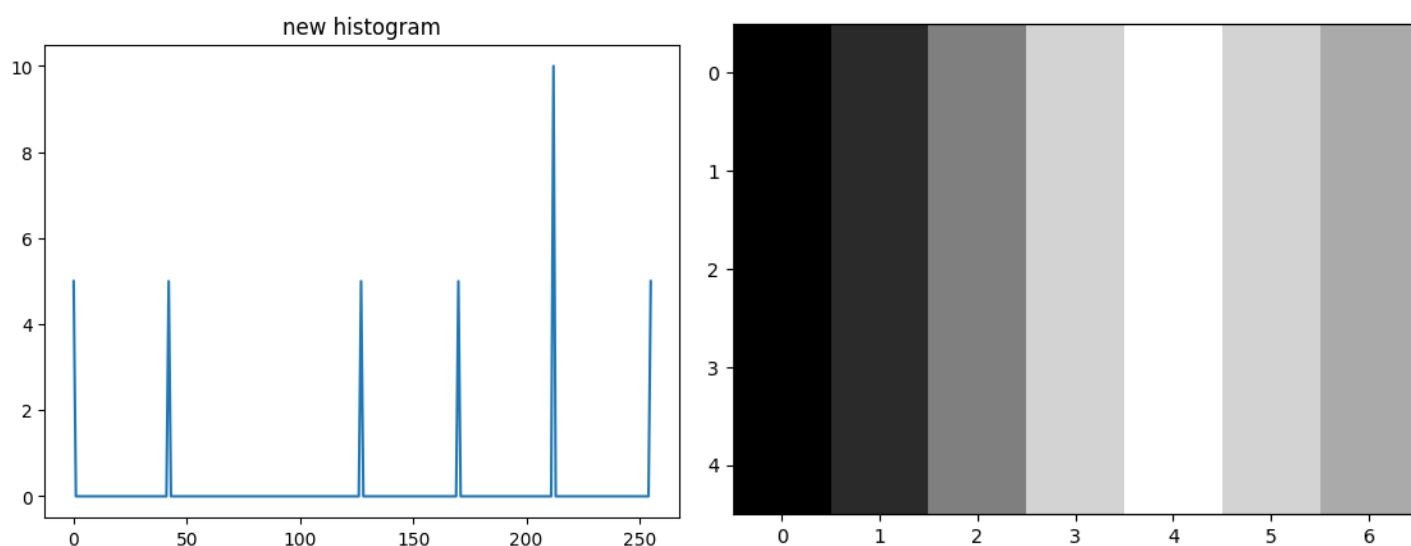
$$g(122) = 50 \quad , \quad g(123) = 75 \quad , \quad g(124) = 100$$

$$g(125) = 125 \quad , \quad g(126) = 150$$

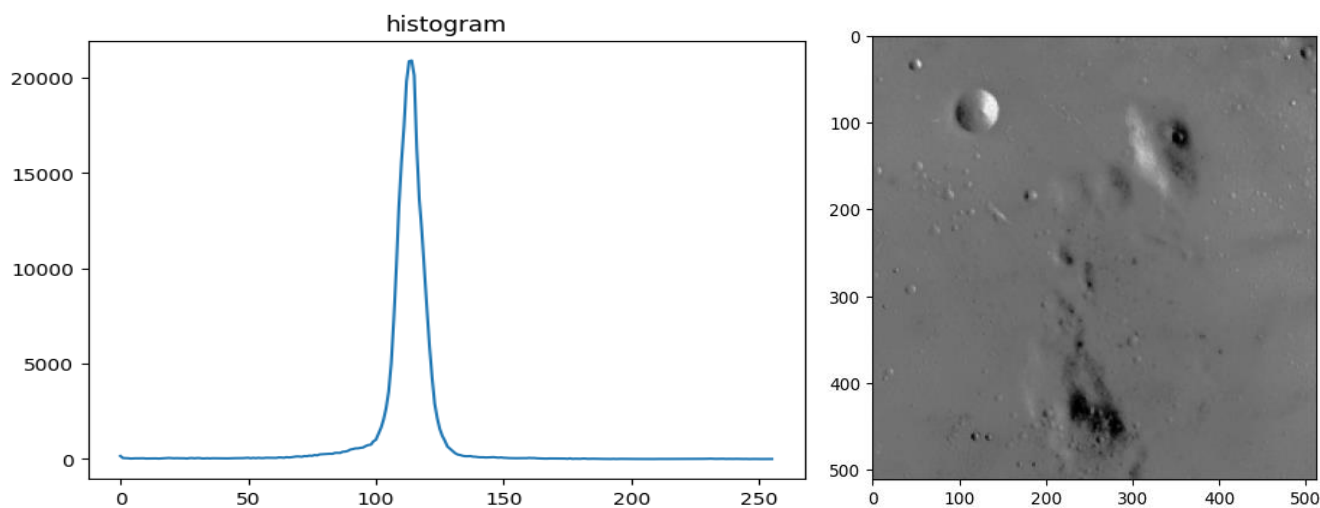


ب) توضیح تابع stretch:

این کد یک تابع به نام `stretch_hist` تعریف می‌کند که عمل کشیدن هیستوگرام را بر روی یک تصویر ورودی انجام می‌دهد. ابتدا یک کپی از تصویر ورودی ساخته می‌شود تا از تغییرات آن جلوگیری شود، سپس با استفاده از یک تابع جداگانه به نام `calc_hist`، هیستوگرام تصویر ورودی محاسبه می‌شود. سپس حداقل و حداکثر مقادیر پیکسل به ترتیب برابر با ۰ و ۲۵۵ قرار داده می‌شوند. در مرحله بعد، مقادیر کمینه و بیشینه شدتی را که در تصویر ورودی وجود دارند با پیمایش هیستوگرام پیدا می‌کند. سپس، با استفاده از مقادیر کمینه و بیشینه شدتی، تابع انتقالی ای محاسبه می‌شود که تصویر ورودی را به تصویر خروجی نگاشت می‌کند. این کار با استفاده از یک آرایه `numpy` با صفرها انجام می‌شود و بدون استفاده از حلقه `for` انجام می‌شود. در نهایت، تابع انتقالی به هر پیکسل در تصویر ورودی اعمال می‌شود تا تصویر خروجی را تولید کند. در نهایت، تصویر کشیده شده توسط تابع بازگردانده می‌شود. در کل، این تابع با تنظیم مقادیر شدتی یک تصویر، محدوده‌ی کاملی از شدت‌های موجود را ایجاد می‌کند و عمل کشیدن هیستوگرام را انجام می‌دهد:

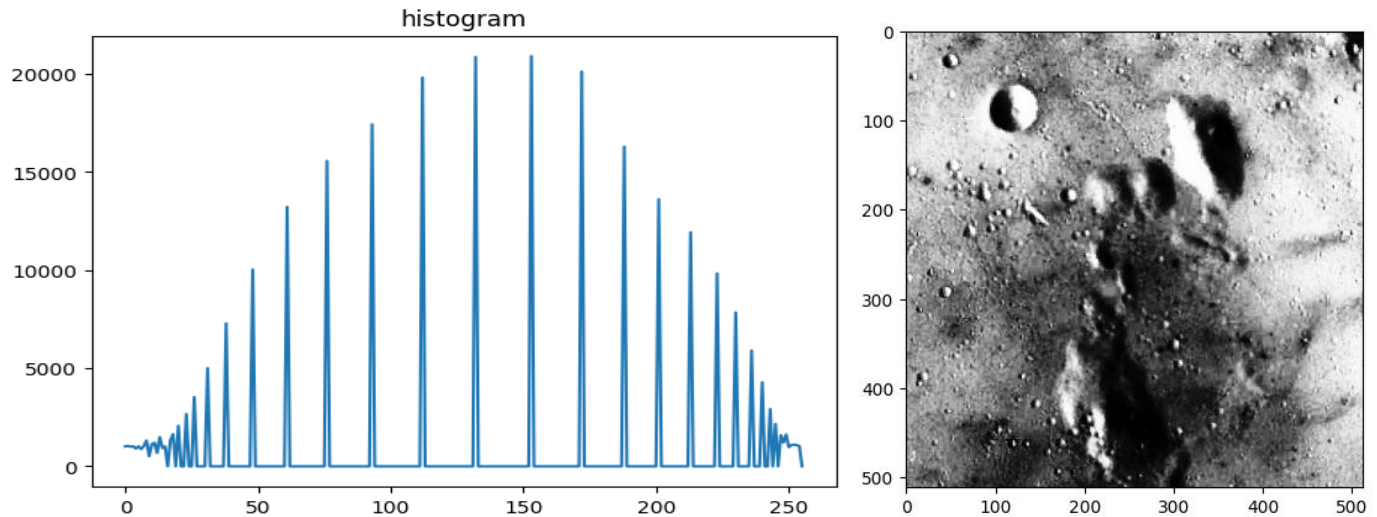


ج) خیر. در واقع عمل کشش هیستوگرام، در نمودار هیستوگرام، اولین رنگی که تعداد تکرار آن در تصویر بیشتر از ۰ است را به عنوان `f_min` و آخرین رنگی که تعداد تکرار آن در تصویر بیشتر از ۰ است را به عنوان `f_max` در نظر می‌گیرد. حال اگر `f_min` نزدیک ۰ و `f_max` نزدیک ۲۵۵ باشد، عمل کشش هیستوگرام تقریباً تغییری در هیستوگرام ایجاد نمی‌کند:



د) برای پیاده سازی `modified_stretch_hist` از روش متعادل سازی هیستوگرام استفاده می کنیم. توضیح تابع:

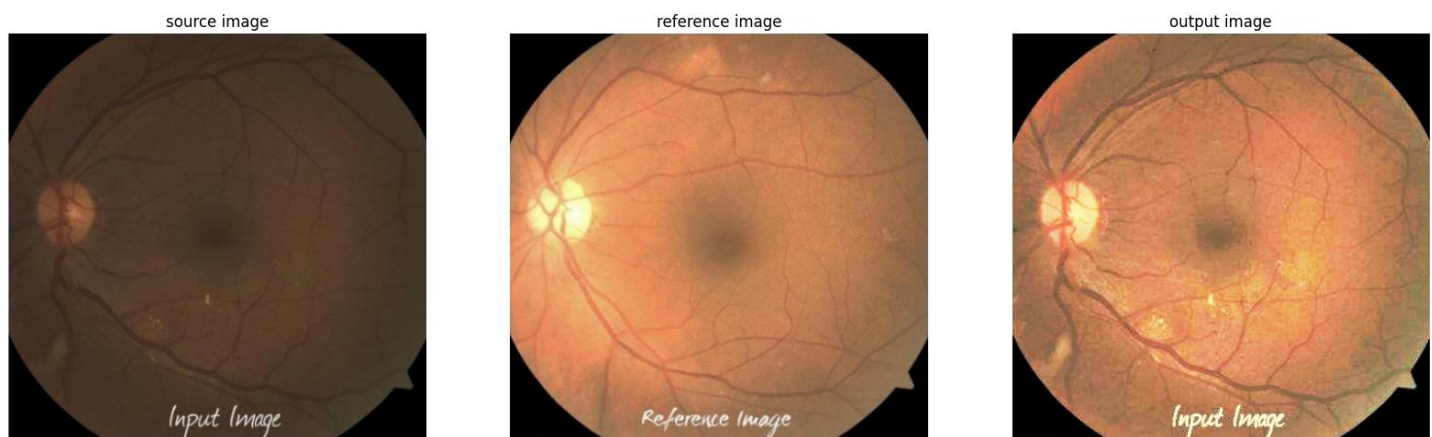
این کد یک تابع با نام `modified_stretch_hist` را تعریف می کند که یک عملکرد متعادل سازی هیستوگرام را روی تصویر ورودی انجام می دهد. ابتدا تابع یک نسخه از تصویر ورودی را ایجاد می کند و هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی (`cdf`) تصویر را محاسبه می کند. سپس یک تابع انتقال را به هر پیکسل در تصویر ورودی اعمال کرده و تصویر خروجی را تولید می کند. در نهایت، تصویر کشیده شده برگردانده می شود. تابع متعادل سازی هیستوگرام برای افزایش کنتراست تصویر ورودی با افزایش دامنه دینامیکی ارزش پیکسل ها طراحی شده است:



■ سوال ۴

الف) توضیح تابع `hist_matching`:

تابع `hist_matching` دو تصویر به عنوان ورودی دریافت می کند: تصویر منبع و تصویر مرجع و یک تصویر تبدیل شده از تصویر منبع با توجه به توزیع هیستوگرام تصویر مرجع باز می گرداند. عملکرد این تابع به شرح زیر است: یک نسخه از تصویر منبع به منظور جلوگیری از تغییر تصویر اصلی ایجاد می شود. کانال های استفاده شده به عنوان `RGB` تعریف می شوند. تابع برای هر کانال تکرار می شود. برای هر کانال، تابع توزیع تجمعی (`CDF`) برای تصویر منبع و مرجع محاسبه می شود. `CDF` ها با تقسیم بر مقدار بیشینه (۲۵۵) نرمال شده اند. تطبیق بین `CDF` تصویر منبع و مرجع محاسبه می شود. تطبیق به تصویر منبع برای هر کانال اعمال می شود. تصویر منبع تبدیل شده برگشت داده می شود. این تابع از تابع `calc_cdf` برای محاسبه `CDF` استفاده می کند:



ب) تطبیق هیستوگرام، که به عنوان یکسان سازی هیستوگرام یا مشخصات هیستوگرام شناخته می شود، تکنیکی است که در پردازش تصویر برای تنظیم کنتراست و روشنایی یک تصویر استفاده می شود. این شامل تغییر مقادیر پیکسل یک تصویر برای مطابقت با هیستوگرام مشخص است، معمولاً هیستوگرام که توزیع ایده آل یا دلخواه مقادیر پیکسل را نشان می دهد. تطبیق هیستوگرام را می توان در کارهای مختلف پردازش تصویر استفاده کرد، از جمله:

۱. افزایش کنتراست تصویر: تطبیق هیستوگرام را می توان برای افزایش کنتراست تصویر با پخش کردن مقادیر پیکسل در محدوده وسیع تری از سطوح شدت استفاده کرد. این می تواند تصویر را واضح تر و واضح تر نشان دهد.

۲. تصحیح رنگ: در تصاویر رنگی می توان از تطبیق هیستوگرام برای تنظیم تعادل رنگ یک تصویر استفاده کرد. برای مثال، اگر تصویری بیش از حد آبی به نظر می رسد، می توان از تطبیق هیستوگرام برای تغییر توزیع رنگ به سمت رنگ های گرم تر استفاده کرد.

۳. ثبت تصویر: هنگام ترکیب چندین تصویر در یک تصویر ترکیبی، می توان از تطبیق هیستوگرام برای اطمینان از اینکه تصاویر دارای سطوح روشنایی و کنتراست مشابهی هستند استفاده کرد.

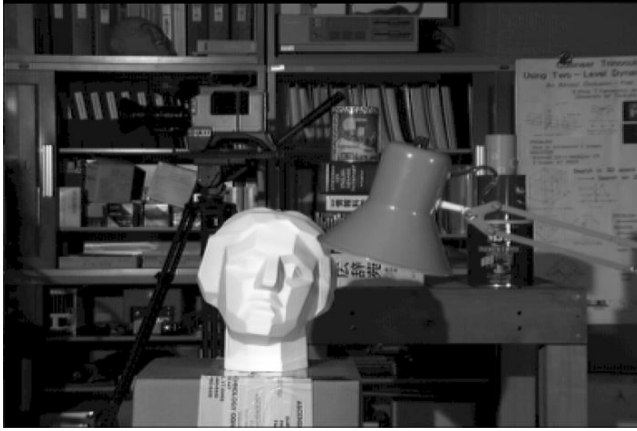
۴. تقسیم بندی تصویر: تطبیق هیستوگرام می تواند برای تقسیم بندی یک تصویر به مناطق مجزا بر اساس توزیع مقادیر پیکسل استفاده شود. به عنوان مثال، اگر یک تصویر حاوی دو شی مجزا باشد که سطوح روشنایی متفاوتی دارند، می توان از تطبیق هیستوگرام برای تفکیک آنها به دو ناحیه مجزا استفاده کرد.

۵. حذف نویز: در برخی موارد می توان از تطبیق هیستوگرام برای کاهش اثر نویز در تصویر استفاده کرد. با تنظیم هیستوگرام برای تأکید بر سیگنال زیرین و سرکوب نویز، می توان کیفیت کلی تصویر را بهبود بخشید.

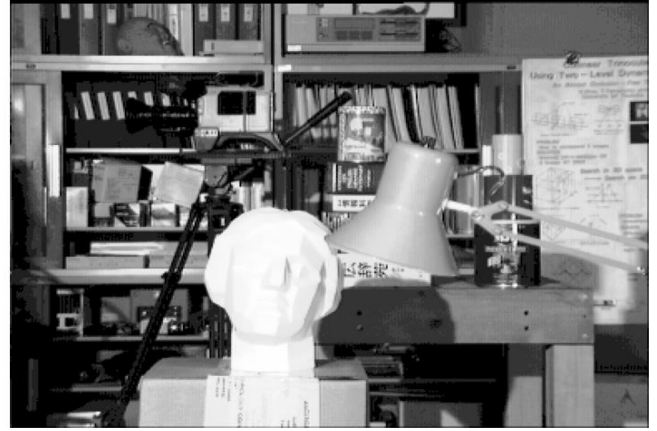
■ سوال ۵

الف) متعادل سازی هیستوگرام، با توزیع مجدد شدت پیکسل های یک تصویر کار می کند تا هیستوگرام تصویر حاصل توزیع یکنواخت تری داشته باشد. این می تواند در افزایش کنتراست تصاویر با محدوده دینامیکی پایین، که در آن مقادیر پیکسل در محدوده باریکی متمرکز شده اند، موثر باشد. با این حال، متعادل کردن هیستوگرام ممکن است برای تصاویری که دارای نواحی روشن و تاریک هستند، به خوبی کار نکند، زیرا می تواند منجر به تأکید بیش از حد بر کنتراست در یک ناحیه از تصویر و به ضرر ناحیه دیگر شود. به عنوان مثال، اگر یک تصویر دارای یک آسمان روشن و یک پیش زمینه تاریک باشد، تعادل هیستوگرام می تواند منجر به تصویری با آسمانی بسیار روشن و پیش زمینه ای بسیار تاریک شود. این به این دلیل است که این تکنیک بر روی کل هیستوگرام تصویر بدون در نظر گرفتن توزیع فضایی شدت پیکسل عمل می کند. برای غلبه بر این محدودیت می توان از تکنیک های پیشرفته تری مانند تساوی هیستوگرام تطبیقی استفاده کرد. تساوی هیستوگرام تطبیقی، تساوی هیستوگرام را به صورت محلی در مناطق مختلف تصویر اعمال می کند، که امکان حفظ بهتر کنتراست محلی تصویر را فراهم می کند. روش دیگر، تکنیک دیگری مانند CLAHE است برای افزایش کنتراست در تصاویر با مناطق روشن و تاریک و در عین حال حفظ ظاهر طبیعی آنها استفاده شود. علت این که تصویر آورده شده در سوال پس از متعادل سازی هیستوگرام نتیجه مطلوبی نداده است نیز همین است (مجسمه بسیار روشن و پس زمینه تیره):

main image

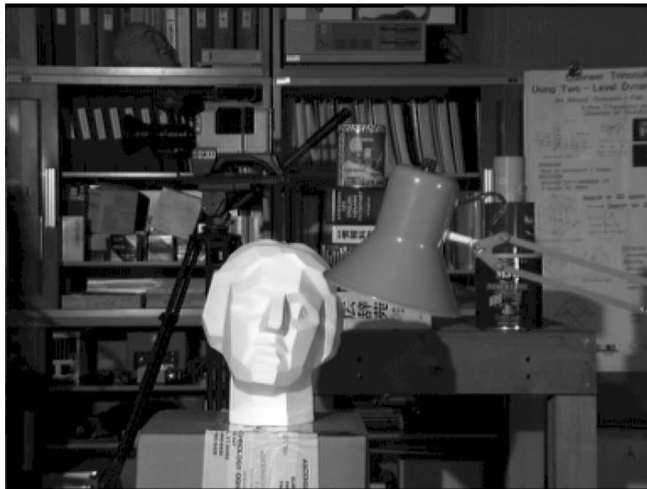


equalized image



ب) در این روش ما به جای این که متعادل سازی هیستوگرام را به صورت کلی بر تصویر اعمال کنیم، تصویر را به بخش های کوچکتری تقسیم می کنیم و عمل متعادل سازی رو روی هر کدام از بخش ها اعمال می کنیم. در روش AHE1 ما تصویر را به چند بخش تقسیم می کنیم که در این سوال به ۴۸ بخش تقسیم شده است. اما این تعداد برای بخش بندی تصویر کم است و باعث می شود مرز های grid بسیار تفکیک شده و شفاف باشند و تصویر نازیبایی تولید کند:

main image

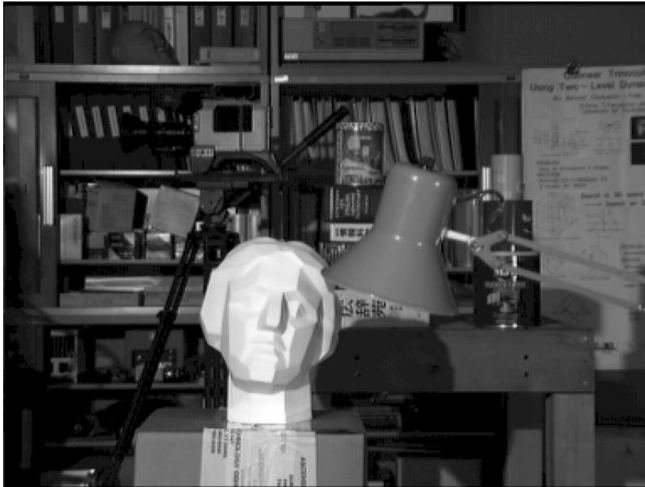


equalized image

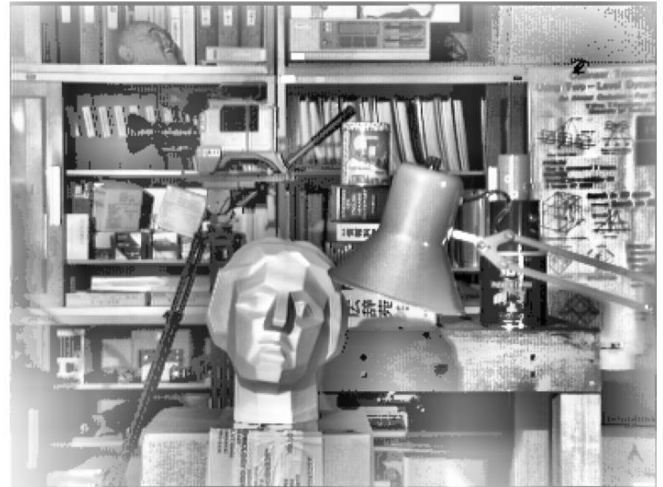


ج) در این روش نیز ما به جای این که متعادل سازی هیستوگرام را به صورت کلی بر تصویر اعمال کنیم، برای هر پیکسل از تصویر یک grid اطراف آن با سایز مشخص تعیین می کنیم و عمل متعادل سازی هیستوگرام را برای آن grid انجام می دهیم و فقط مقدار متعادل شده پیکسل وسط را جایگزین می کنیم. در این روش مرز ها دیگر مثل روش قبل شفاف نیست. اما این روش باعث می شود که نویز ها به شدت نمایان شوند و همچنان تصویر مطلوبی رو نشان ندهد. همچنین این روش سرعت کمتری نسبت به روش قبل دارد:

main image

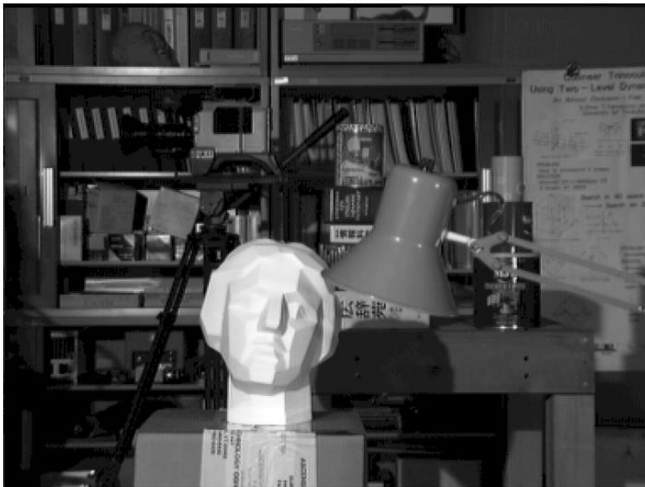


equalized image



د) روش CLAHE با اضافه کردن یک `clip_limit`، از افزایش کنتراست تا حدی که نویز زیاد شود جلوگیری می‌کند. در این روش ما اجازه نمی‌دهیم که مقدار تابع هیستوگرام از یک حدی بیشتر شود و اگر بیشتر شد، آن را بین همه‌ی شدت‌روشنایی‌ها پخش می‌کنیم. معایب این روش شامل افزایش نویز تصویر در برخی موارد و تأثیر آن بر کیفیت تصویر در بعضی از قسمت‌های تصویر می‌باشد. همچنین، اگر مقدار `clip_limit` به درستی انتخاب نشود، تصویر خروجی ممکن است بسیار روشن یا تاریک شود. اگر مقدار آن بسیار زیاد باشد، در واقع این روش می‌شود همان روش AHE2 و همچنین اگر خیلی کم باشد، این روش می‌شود همان روش یکسان‌سازی هیستوگرام که هر کدام معایب خود را دارند:

main image



equalized image

