

به نام خدا

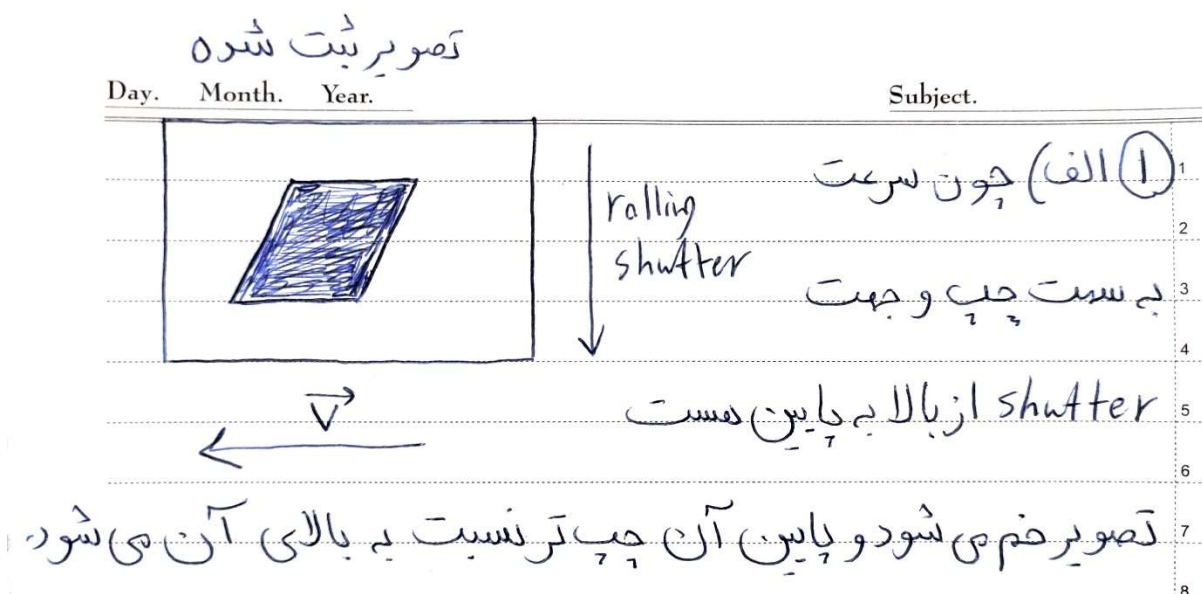
گزارش تمرین سری یک درس بینایی کامپیوتر

نام مدرس: دکتر محمدرضا محمدی

فرزان رحمانی ۹۹۵۲۱۲۷۱

سوال ۱

(الف)

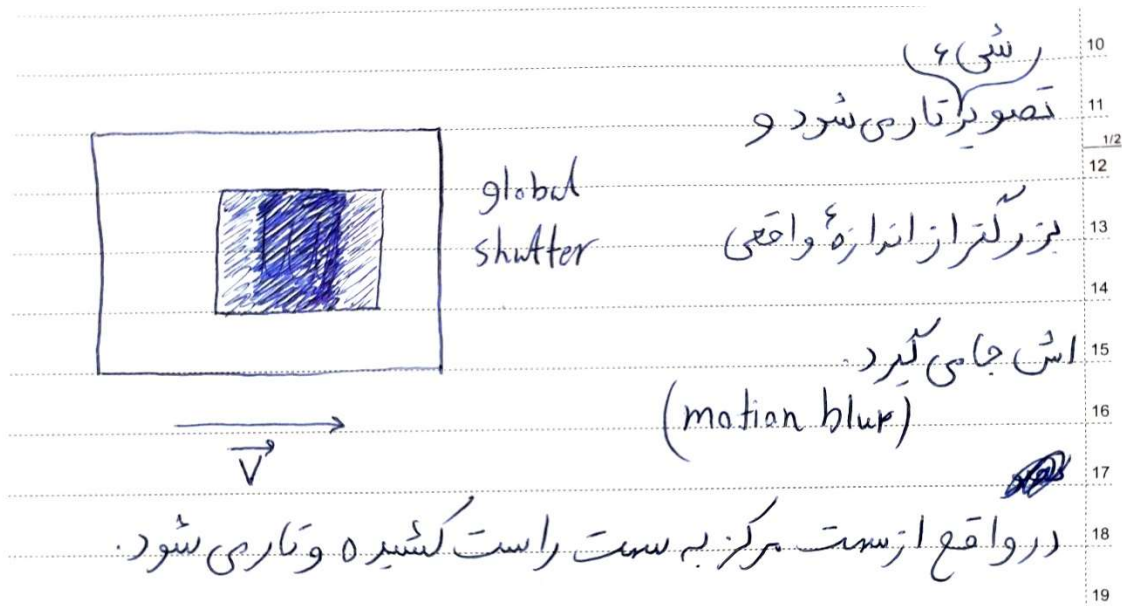


rolling shutter یک فناوری در دوربینهای دیجیتال است که برای گرفتن تصاویر از تصویرساز CMOS استفاده میکند. در این روش، صفحه حسگر دوربین به صورت تدریجی از بالا به پایین خوانده میشود و هر بخش از صفحه حسگر، تصویر را در زمانهای متفاوتی گرفته و به هم میچسباند.

در صورتی که شیء با سرعت به سمت چپ در حال حرکت باشد و از روش rolling shutter برای گرفتن تصویر استفاده کنیم، هر قسمت از تصویر در زمان متفاوتی گرفته میشود. بنابراین، اگر شیء در حال حرکت به سمت چپ باشد، پایینترین قسمت تصویر چپ تر از بالاترین قسمت گرفته میشود. این باعث میشود که شیء در تصویر خم شده و به نوعی افقی شده و از شکل خود در واقعیت خارج شود.

در نتیجه، استفاده از روش rolling shutter برای گرفتن تصاویر از شیء در حال حرکت با سرعت بالا توصیه نمیشود و ممکن است باعث ایجاد خطا و اشتباه در تصویر شود.

(ب)



وقتی از یک global shutter با سرعت پایین برای ثبت تصویر استفاده میکنیم، تصویر به صورت مرحله‌هایی ثبت میشود. در هر مرحله، شاتر باز میشود، تصویری از سنسور گرفته میشود، و سپس شاتر بسته میشود. به این ترتیب، تصویر در هر لحظه، فقط به میزانی که در طول آن شاتر باز است، ثبت میشود.

حال اگر یک شیء با سرعت زیاد به سمت راست حرکت کند و در همان زمان، ما از global shutter با سرعت پایین استفاده کنیم، در هر مرحله، تصویر تنها به میزانی که در طول آن شاتر باز است، ثبت میشود. به عبارت دیگر، هر بخش از تصویر، که شامل بخشی از حرکت شیء است، تنها به اندازه‌ی شاتر باز بودن در آن لحظه ثبت خواهد شد و بخشی از حرکتی که در طی بسته بودن شاتر اتفاق میافتد، در تصویر محو خواهد شد.

بنابراین، در نتیجه، تصویری که در نهایت حاصل میشود، شیء با سرعت زیاد به سمت راست در تصویر به صورت خمیده به راست و تاری نشان داده میشود. این پدیده به نام (motion blur) معروف است.

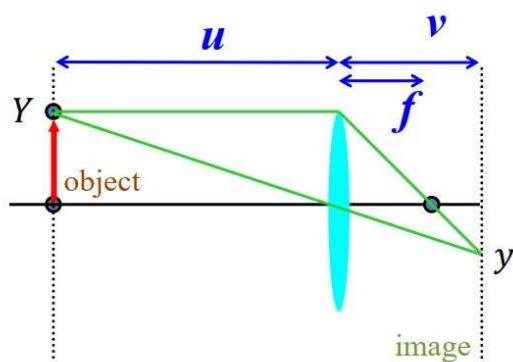
سوال ۲

(الف)

از فرمول زیر استفاده میکنیم:

معادلات لنز نازک

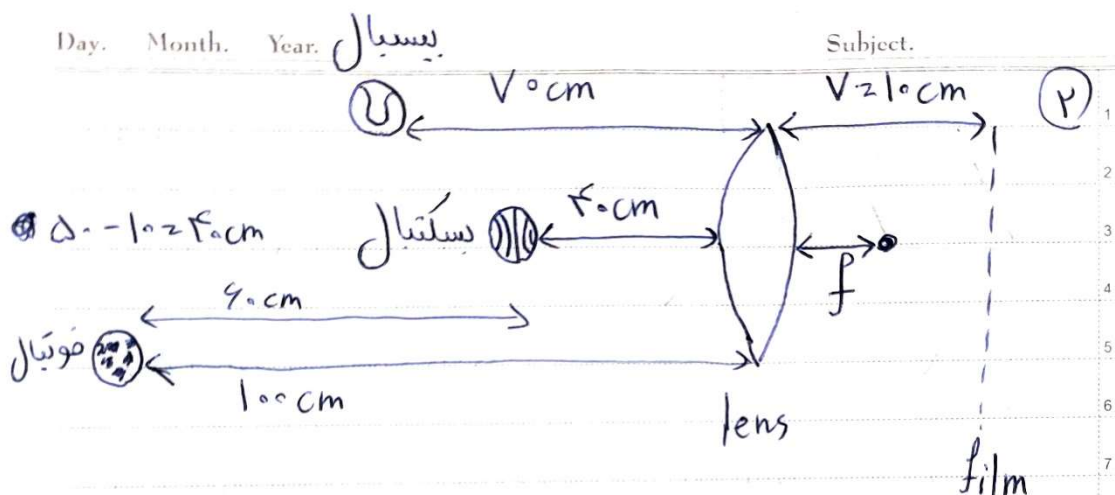
• فرض کنید یک شیء در فاصله u از لنز قرار دارد



$$\frac{y}{Y} = \frac{v}{u}$$

$$\frac{y}{Y} = \frac{v - f}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$$



$$\text{بیسیال: } \frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \rightarrow f = \frac{10}{2} = 5\text{ cm}$$

$$\text{بسیکتاب: } \frac{1}{f} = \frac{1}{10} + \frac{1}{40} \Rightarrow f = \frac{40}{1+4} = 8\text{ cm}$$

$$\text{فوتبال: } \frac{1}{f} = \frac{1}{10} + \frac{1}{100} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{11}{100} \Rightarrow f = \frac{100}{11} \approx 9.09\text{ cm}$$

کاهش
افزایش

(ب)

دریچه (aperture) یکی از پارامترهای اصلی در تنظیم دوربین است که باعث تعیین میزان نور وارده به دوربین و همچنین عمق میدان تصویر میشود. عمق میدان، فاصله ی بین نقاط فوکوس شده و عدم فوکوس شده در تصویر را نشان میدهد.

وقتی که دریچه را باز میکنیم (عدد f کوچکتر میشود)، میزان نور وارده به دوربین افزایش مییابد و عمق میدان کاهش مییابد. به عبارت دیگر، هر چقدر دریچه بازتر باشد، عمق میدان کمتر میشود و فقط قسمتی از تصویر (به نام ناحیه ی فوکوس) در فاصله ی مناسبی فوکوس میشود و بخشهای دیگر تصویر نیز نسبتاً فازی و کم وضوح خواهند بود.

با بستن دریچه (عدد f بزرگتر میشود)، میزان نور وارده کمتر میشود و عمق میدان بیشتر میشود، به عبارت دیگر، در این حالت، بیشتر از تصویر (از نزدیک تا دور) فوکوس خواهد شد و ناحیه ی فوکوس نیز بزرگتر خواهد شد.

بنابراین، با استفاده از دریچه، میتوانیم عمق میدان تصویر را تنظیم کنیم و براساس شرایط نوری و نوع تصویری که میخواهیم بگیریم، تنظیمات مناسب را انجام دهیم. مثلاً در عکسهای پرتره، برای تمرکز بر روی شخص، معمولاً دریچه را باز میکنیم تا ناحیه ی فوکوس بسیار کوچک شود و شخص در قسمت فوکوس قرار گیرد. در عکسهای منظره، به دلیل نیاز به فوکوس بر روی انداز در فواصل مختلف، باید دریچه را بسته تر کرد تا ناحیه ی فوکوس بیشتر شود و تمامی عناصر تصویر در فاصله های مختلف، از نزدیک تا دور، فوکوس شوند. در این حالت، از فاصله ی کانونی بزرگ استفاده میشود تا عمق میدان بیشتر شود.

انداز در فواصل مختلف، باید دریچه را بسته تر کرد تا ناحیه ی فوکوس بیشتر شود و تمامی عناصر تصویر در فاصله های مختلف، از نزدیک تا دور، فوکوس شوند. در این حالت، از فاصله ی کانونی بزرگ استفاده میشود تا عمق میدان بیشتر شود.

عمق میدان (DOF)

- در دوربین‌ها معمولاً هم از لنز استفاده می‌شود و هم از دریچه استفاده می‌شود و می‌توان عمق میدان را کنترل کرد

دیتا داک
دریچه

	Aperture Size	Exposure	Depth of Field
f/1.4	Very large	Lets in a lot of light	Very thin
f/2.0	Large	Half as much light as f/1.4	Thin
f/2.8	Large	Half as much light as f/2	Thin
f/4.0	Moderate	Half as much light as f/2.8	Moderately thin
f/5.6	Moderate	Half as much light as f/4	Moderate
f/8.0	Moderate	Half as much light as f/5.6	Moderately large
f/11.0	Small	Half as much light as f/8	Large
f/16.0	Small	Half as much light as f/11	Large
f/22.0	Very small	Half as much light as f/16	Very large



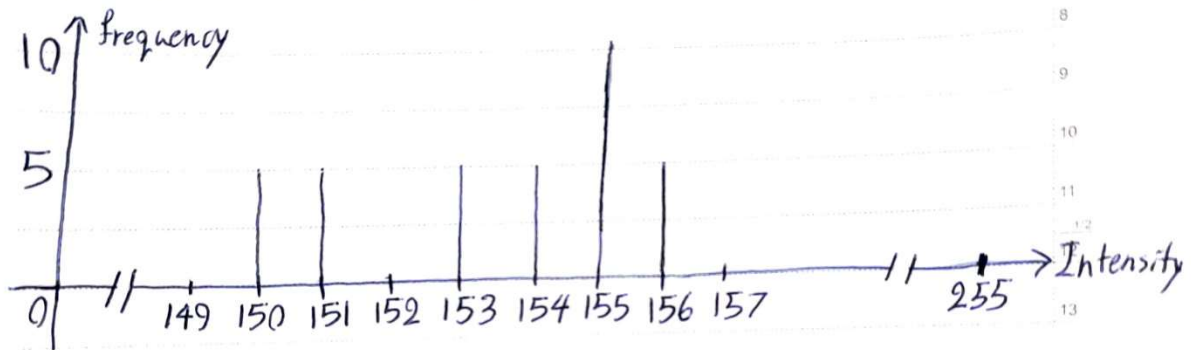
<https://photographylife.com/what-is-aperture-in-photography/>

Day. Month. Year. Subject.

۳- الف) $L = 256 \Rightarrow \text{سطوح روشنایی} \in [0, 255]$

r_k	0	...	149	150	151	152	153	154	155
$h(r_k) = n_k$	0	0	0	5	5	0	5	5	10

r_k	156	157	...	255
n_k	5	0	0	0



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

$$f_{\min} = 150, f_{\max} = 156, MAX = 255, MIN = 0$$

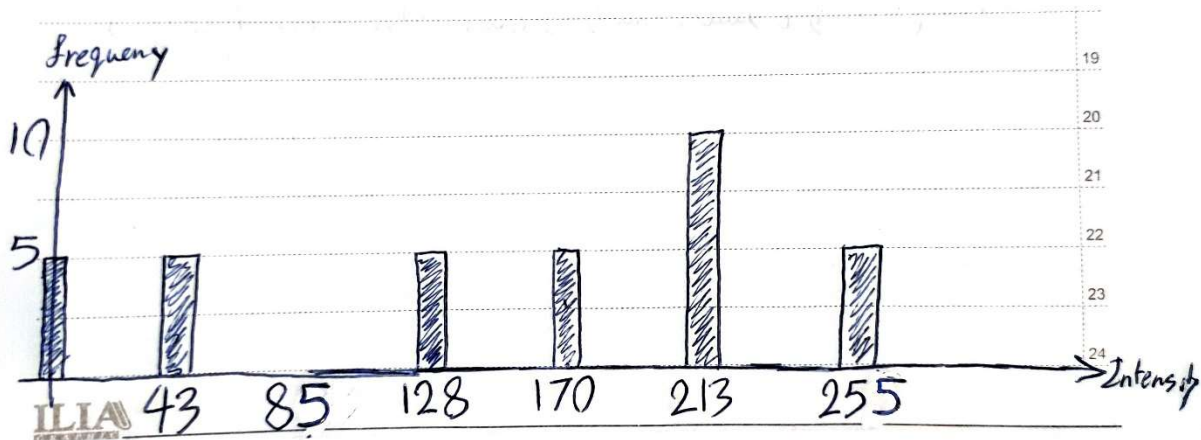
$$r'_{150} = \frac{150 - 150}{156 - 150} \times 255 + 0 = 0, r'_{151} = \frac{151 - 150}{156 - 150} \times 255 + 0 = \frac{1}{6} \times 255$$

$$r'_{152} = \frac{2}{6} \times 255 = 85$$

$$r'_{151} = \frac{255}{6} = 42.5 \approx 43$$

$$r'_{153} = \frac{3}{6} \times 255 = 127.5 \approx 128, r'_{154} = \frac{4}{6} \times 255 = 170$$

$$r'_{155} = \frac{5}{6} \times 255 = 212.5 \approx 213, r'_{156} = \frac{6}{6} \times 255 = 255$$



ب) ابتدا آرایه مورد نظر را تعریف کردیم سپس با سرچ توی گوگل تابع محاسبه هیستوگرام کتابخانه cv را پیدا کردیم و از آن استفاده کردیم. برای کشیدن هیستوگرام هم عین فرمول اسلاید ها رو پیدا سازی کردم.

ج) خیر تصویر بهبود نیافت و کشیده نشد. دلیل این اتفاق این است که روشنایی های نزدیک ۰ و ۲۵۵ دارای تکرار کمی هستند به همین دلیل باعث می شوند که

$$f_{\max} = 255, f_{\min} = 0$$

شوند و عملاً هیستوگرام تصویر کشیده نشود.

با توجه به فرمول کشش هیستوگرام می توان به این موضوع پی ببریم

برای بهبود می توانیم بجای کشش هیستوگرام از برش هیستوگرام استفاده کنیم

histogram_steching --> histogram_clipping

در برش هیستوگرام، بخشی از مولفه های پائین و بالا در نمودار هیستوگرام را قطع میکنیم.

Histogram stretching is a technique used to enhance the contrast of an image by stretching its histogram over the full range of intensity values. While this technique can be effective in many cases, there are situations where it may not work as expected. Here are a few reasons why this may happen:

1. Limited dynamic range: If the image has a limited dynamic range, histogram stretching may not be effective. This is because there may not be enough information in the image to stretch the histogram over a significant range of intensity values.

2.Saturation: If the image is already highly saturated, histogram stretching may not work. This is because stretching the histogram will not bring back information that is already lost due to saturation.

3.Non-linear histogram: If the image has a non-linear histogram, histogram stretching may not work as expected. This can happen when the image has a complex distribution of intensity values, such as when there are multiple peaks in the histogram.

4.Noise: If the image has significant noise, histogram stretching may not be effective. This is because stretching the histogram can amplify the noise, leading to an image that appears even more noisy.

5.Incorrect parameter settings: If the parameters used for histogram stretching are not appropriate for the image, the technique may not work. For example, if the stretching is too aggressive, it can lead to artifacts in the image, making it look unnatural.

Overall, while histogram stretching can be a useful tool for enhancing image contrast, it is not a universal solution and may not work in all cases. It is important to understand the limitations of this technique and to use it appropriately.

د) از برش هیستوگرام که داخل اسلاید ها هم دیدیم استفاده مردم تا بهبود یابد کنتراست تصویر و هیستوگرام آن پخش تر شود.

Histogram clipping is a technique used to adjust the intensity values of an image by limiting the range of values that are displayed. This technique involves setting a minimum and maximum intensity value and then mapping all values outside that range to either the minimum or maximum value.

Histogram clipping is often used to reduce the impact of extreme pixel values in an image. For example, if an image has a few pixels with very high intensity values, these pixels can dominate the histogram and make it difficult to see details in the rest of the image. By clipping the histogram, these extreme values are mapped to a less extreme value, allowing other details in the image to become more visible.

Histogram clipping can also be used to adjust the contrast of an image. By setting the minimum and maximum values appropriately, the range of intensities in the image can be expanded or contracted, leading to a change in overall contrast.

However, it's important to note that histogram clipping can lead to loss of information in an image, particularly if a large proportion of pixels are clipped. In addition, the specific implementation of histogram clipping can vary depending on the software or algorithm used, so it's important to carefully evaluate the results of histogram clipping to ensure that the desired effect has been achieved

سوال ۴

(الف)

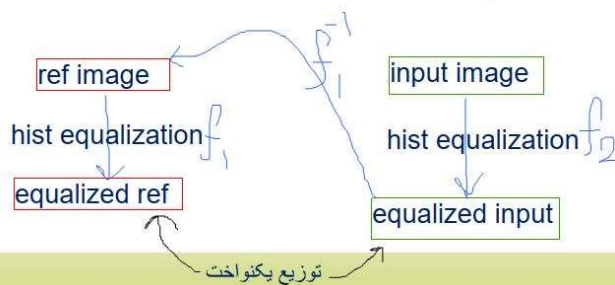
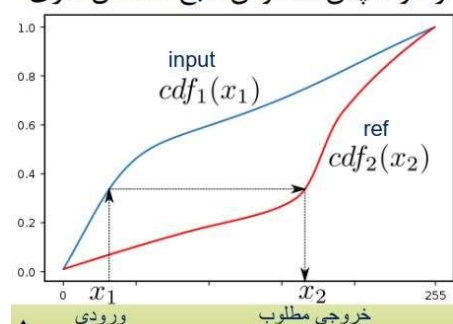
ابتدا با فور های ساده توابع محاسبه هیستوگرام و cdf را پیاده سازی کردم. سپس با استفاده از تابع های numpy (unique, cumsum) بدون حلقه پیاده سازی کردم. سپس برای پیاده سازی histogram matching از اسلاید ها کمک گرفتم. برای محاسبه آرگومان هم با سرچ از تابع numpy استفاده کردم.



تطبيق هیستوگرام Histogram matching

$$T(r) = (L-1) \Pr(r)$$

- کاربردهایی وجود دارد که ارتقاء تصویر به روش یکنواخت ساختن هیستوگرام بهترین راه حل نیست
- در برخی موارد لازم است که هیستوگرام تصویر مورد پردازش مشابه با یک هیستوگرام از پیش تعیین شده باشد
- می توان ابتدا تابع متعادل سازی هیستوگرام تصویر ورودی را اعمال کرد و سپس معکوس تابع متعادل سازی تصویر مرجع را بر آن اعمال نمود



(ب)

Histogram matching is a technique used to adjust the pixel intensity values of an image to match a specified target histogram. This technique has several applications in image processing and computer vision, including:

1. Image enhancement: Histogram matching can be used to enhance the visual appearance of an image by adjusting its contrast and brightness. By matching the image histogram to a target histogram with a desired distribution of intensity values, details in the image can become more visible.

2. Color correction: Histogram matching can be used to adjust the color balance of an image by matching the histograms of its color channels to a specified target histogram. This technique can be useful in applications such as photography, where images may have a color cast due to lighting conditions.

3. Image registration: Histogram matching can be used to align two images with different lighting conditions or color balance. By matching the histograms of the two images, the intensity values of corresponding pixels can be made more similar, facilitating image registration.

4. Medical imaging: Histogram matching is commonly used in medical imaging applications to normalize the intensity values of images taken from different imaging modalities or from different patients. This technique can help ensure that the intensity values of corresponding pixels have a consistent meaning across different images.

5. Object recognition: Histogram matching can be used to preprocess images for object recognition applications by normalizing the intensity values of different images to a common distribution. This can help improve the accuracy of object recognition algorithms by reducing the impact of variations in lighting or color balance.

Overall, histogram matching is a powerful technique that can be used to adjust the pixel intensity values of an image to achieve a desired effect or to normalize images for further processing or analysis.

سوال ۵

توضیح جواب سوال های تشریحی این بخش: داخل نوت بوک
(الف)

سرچ کردم تا تابع مورد نظر رو پیدا کنم و استفاده کنم.
(ب)

روش اول که داخل اسلاید ها بود رو پیاده سازی کردیم فقط ابتدا با دو حلقه تصویر را بخش بخش کردیم و سپس برای هر کدام جدا تابع `cv2.equalizeHist` را صدا زدیم و داخل خروجی گذاشتیم.
(روش ۱: تصویر به چند زیرتصویر بخش بندی شود و هر بخش جداگانه ارتقاء بیابد)
(ج)

این سوال رو اول با روش اول پیاده سازی کردم نتیجه خوبی داشت ولی بعد با روش دوم پیاده سازی کردم و بنظرم نتیجه یکم بهتر شد. در زیر توضیح این تابع آمده است:
در این الگوریتم (ACE2)، تصویر ورودی به چند بخش تقسیم شده و برای هر بخش، تابع هیستوگرام برای تعداد پیکسل های هر شدت رنگ در آن بخش محاسبه شده و برای بهبود کنتر است تصویر، تابع توزیع کمولاتیو نرمال شده (CDF) محاسبه می شود. سپس تصویر اصلی با استفاده از تابع CDF بهبود می بخشد.

این تابع تصویر ورودی و اندازه گرید را به عنوان ورودی می گیرد و یک تصویر بهبود یافته را به عنوان خروجی باز می گرداند. این تابع برای پیاده سازی الگوریتم ACE2، تصویر ورودی را با استفاده از پدینگ (padding)، به گریدهای مشخص شده تقسیم می کند. برای هر پیکسل در تصویر اصلی، محاسبات هیستوگرام و تابع توزیع کمولاتیو نرمال شده برای گریدی که پیکسل در آن قرار دارد، محاسبه و با استفاده از تابع توزیع کمولاتیو نرمال شده، مقدار پیکسل جدید محاسبه می شود.
(روش ۲: برای هر نقطه، تابع تبدیل به طور جداگانه بر حسب پیکسل های همسایه محاسبه شود)

(د)

در این تابع، یک تصویر و سایز بخش بندی شده و سطح برش هیستوگرام (`clip_limit`) به عنوان ورودی گرفته می شود. سپس تابع ترانزیشن برای هر پیکسل محاسبه می شود و پس از آن، تابع پردازش برای هر بخش محاسبه می شود. تفاوت اصلی بین این دو تابع در حالتی است که در CLAHE، محدود کردن کانتر است (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization) اعمال می شود که تلاش می کند با اعمال محدودیت برش هیستوگرام، مشکل روش ACE را که در برخی موارد منجر به ایجاد نویز می شود، را حل کند. برای اینکه هر نقطه را بتوان در این روش استفاده کنیم نیاز به padding داریم چرا که پیکسل هایی که در گوشه هستند نیاز دارند. که از `cv2.copyMakeBorder` استفاده کردیم. سپس در پیکسل ها پیمایش کردیم و تابع مطلوب را برای هر پیکسل بدست آورده، با `clip_limit` برش دادیم و اعمال کردیم و در خروجی گذاشتیم.

بحث درباره سایز فیلتر و کلیپ سایز:

CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization) is a widely used technique for enhancing the contrast of images. It works by dividing an image into small regions, called tiles, and applying histogram equalization to each tile separately. However, to avoid over-amplifying noise and artifacts, it also limits the contrast enhancement by clipping the histogram at a certain level.

The size of the tile, or filter size, and the clip size are two important parameters in CLAHE. The filter size determines the size of the tile over which histogram equalization is applied. A larger filter size will produce smoother results, but it may also blur small details and edges. On the other hand, a smaller filter size will capture more details and edges, but it may also amplify noise and artifacts. Therefore, the choice of filter size depends on the specific application and the desired trade-off between detail preservation and noise suppression.

The clip size, on the other hand, determines the level at which the histogram is clipped. This is an important parameter, as it helps to limit the contrast enhancement and prevent the amplification of noise and artifacts. A smaller clip size will limit the contrast enhancement more aggressively, resulting in a more conservative enhancement that preserves more of the original image. A larger clip size, on the other hand, will allow more contrast enhancement, but it may also amplify noise and artifacts. The choice of clip size also depends on the specific application and the desired trade-off between contrast enhancement and noise suppression.

Overall, both the filter size and the clip size are important parameters in CLAHE, and their values should be chosen carefully depending on the specific application and the desired trade-off between detail preservation, noise suppression, and contrast enhancement.

منابع:

<https://chat.openai.com/chat>
<https://www.google.com/>
<https://en.wikipedia.org/>
<https://www.mathworks.com/>
<https://numpy.org/>
<https://opencv.org/>

پایان