

به نام خدا

گزارش تمرین 3

نیما کمبرانی ۹۸۵۲۱۴۲۳

مبانی بینایی کامپیوتر

سوال ۱)

تعداد اولیه هر عدد در هیستوگرام در جدول ۱ آمده است. با توجه به تعداد کل خانه های تصویر که ۳۰ می باشد، ۵ درصد برابر ۱/۵ خواهد بود که بصورت تقریبی برابر ۲ می گیریم. در نتیجه برای برش هیستوگرام، ۲ مقدار از بزرگترین و ۲ مقدار از کوچکترین تعداد پیکسل ها کم می کنیم که هیستوگرام بدست آمده پس از برش در جدول ۲ قرار دارد.

مقدار پیکسل	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
تعداد	2	1	2	0	3	2	3	7	8	2

جدول ۱. مقادیر اولیه هیستوگرام تصویر

مقدار پیکسل	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
تعداد	0	1	2	0	3	2	3	7	8	0

جدول ۲. مقادیر هیستوگرام پس از برش هیستوگرام

پس از برش هیستوگرام برای متعادل سازی با توجه به حذف ۴ پیکسل از مجموعه پیکسل ها، ۲۶ پیکسل باقی می ماند. در ابتدا برای محاسبه متعادل سازی هیستوگرام احتمال هر مقدار برای یک پیکسل را بصورت N_k/N بدست می آوریم که در آن N_k تعداد تکرار مقدار k در بین پیکسل ها و N تعداد پیکسل ها برابر ۲۶ است.

در نتیجه برای بدست آوردن تبدیل مقادیر پیکسل ها با توجه به فرمول زیر عمل می کنیم:

$$s_k = T(r_k) = (L - 1) \sum_{j=0}^k p_r(r_j) = \frac{L - 1}{n} \sum_{j=0}^k n_j$$

که $L-1$ برابر ۹ و n برابر ۲۶ است. در نتیجه مقادیر بصورت زیر بدست می آیند:

$$S_0 = 9/26 * (0) = 0$$

$$S_1 = 9/26 * (0 + 1) = 9/26 = 0$$

$$S_2 = 9/26 * (1 + 2) = 27/26 = 1$$

$$S_3 = 9/26 * (1 + 2) = 27/26 = 1$$

$$S_4 = 9/26 * (3 + 3) = 54/26 = 2$$

$$S_5 = 9/26 * (6 + 2) = 72/26 = 3$$

$$S_6 = 9/26 * (8 + 3) = 109/26 = 4$$

$$S_7 = 9/26 * (11 + 7) = 162/26 = 6$$

$$S8 = S9 = 9/26 * (26) = 9$$

حال با استفاده از تبدیل بدست آمده مقادیر جدید را جایگذاری می کنیم و هیستوگرام بدست آمده در جدول ۳ آمده است. در این حالت با توجه به برش هیستوگرام تعداد ۹ و ۰ در ابتدا ۰ بوده است و در نتیجه به ترتیب با ۱ و ۸ ترکیب شده اند و همچنین اعداد ۷ و ۸ که تعداد بیشتری نسبت بقیه پیکسل ها داشته اند فاصله بیشتری با بقیه رنگ ها پیدا کرده اند.

مقدار پیکسل	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
تعداد	3	2	3	2	3	0	7	0	0	10

جدول ۳. هیستوگرام بدست آمده برای مقادیر تصویر پس از اعمال متعادل سازی تصویر

سوال (۲)
(الف)

تصاویر پردازش شده توسط هر دو تابع نوشته شده و opencv نتایج یکسانی داشتند و تفاوت قابل توجهی نداشتند. در این تصویر با انجام متعادل سازی هیستوگرام تصویر اولیه که تصویری با کنتراست پایین و در محدوده خاکستری است به تصویری با کنتراست بالاتر و گستره رنگی بیشتر تبدیل می شود به طوری که جزئیات آن ساده تر قابل تشخیص است.



شکل ۱. بخش چپ تصویر اولیه و بخش راست تصویر پس از اعمال متعادل سازی هیستوگرام است

(ب)

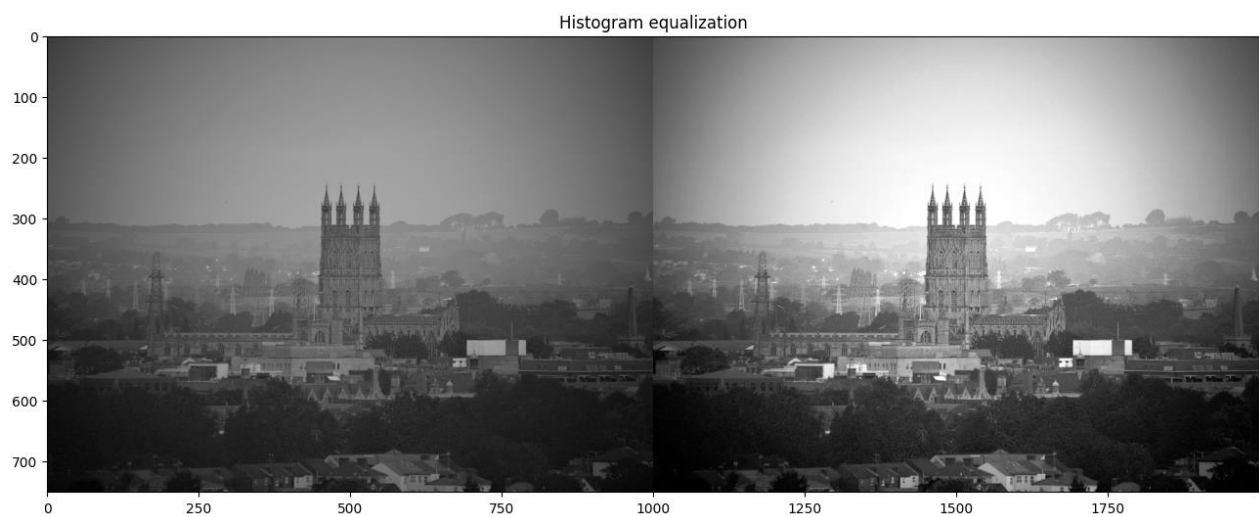
با تنظیم اندازه پنجره در الگوریتم کلاسه به مقدار ۱ نتیجه مشابه با متعادل سازی هیستوگرام می شود اما با افزایش این مقدار به ۸ با اعمال کلاسه بر روی تصویر، کنتراست در نواحی دارای بافت مانند آجر ها و شاخه ها بشکل بهتر و شفاف تری نسبت به متعادل سازی تصویر به نظر می رسد اما نواحی با ساختار یکنواخت (تماما سیاه یا سفید) باعث ایجاد و تقویت نویز و کاهش کیفیت تصویر می شود.



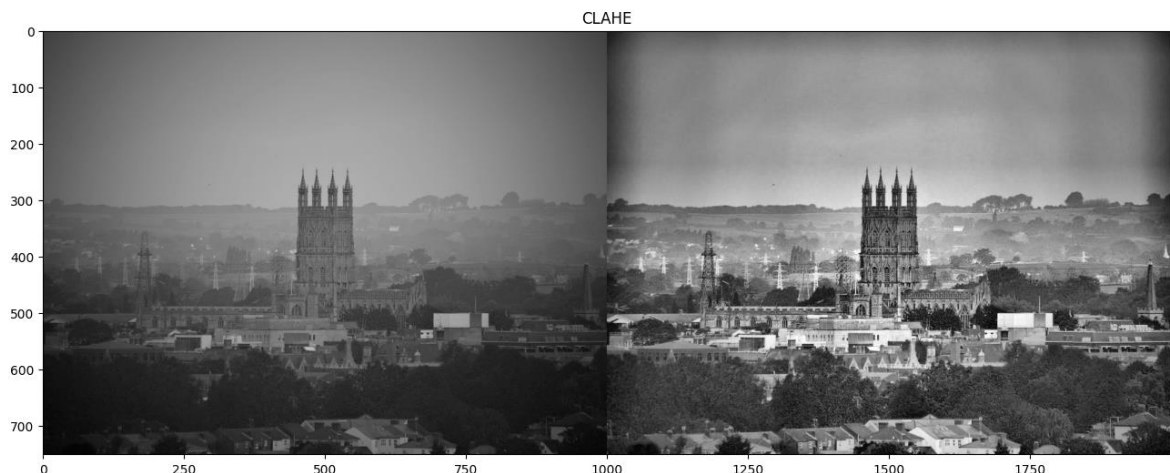
شکل ۲. تصویر پس از اعمال عملیات CLAHE با اندازه پنجره ۸

(ج)

مشابه با بخش های قبل با اعمال histogram equalization کنتراست بصورت کلی بهبود پیدا کرده است اما تصویر بصورت کلی همچنان محو است اما با اعمال CLAHE بر روی تصویر جزئیات ساختمان ها و بخش های کوچکتر با کنتراست بهتر و شفافیت بیشتری دیده می شوند.



شکل ۳. تصویر قبل و بعد از اعمال HISTOGRAM EQUALIZATION



شکل ۴. تصویر قبل و بعد از اعمال CLAHE

(د)

در تصویر های رنگی، باتوجه به اینکه هر کانال از تصویر دارای هیستوگرام متفاوت از بقیه است کانال های است اعمال متعادل سازی بصورت جداگانه بر روی هر کانال باعث تغییر ترکیب رنگی تصویر و ایجاد رنگ های ناخواسته در تصویر خواهد شد. برای بهبود این تصاویر می توانیم میانگین کانال ها را بعنوان مقدار آن در نظر بگیریم و سپس با اعمال متعادل سازی هیستوگرام تمامی کانال های یک پیکسل را به یک نسبت تغییر دهیم، در نتیجه مقدار روشنایی پیکسل ها تنظیم خواهد شد. همچنین با تغییر فضای تصویر از RGB به HSV و تغییر مقدار Value برای پیکسل ها می توان کیفیت تصویر را بهبود داد.

(سوال ۳)

(الف)

با توجه به تصویر plague که از بخش های نسبتاً سفید تشکیل شده است هیستوگرام آن در مناطق بالا تجمع بیشتری دارد و توزیع کانال های آن نسبتاً یکسان است اما برای تصویر hades که از نقاط تیره و رنگی تشکیل شده است برای رنگ قرمز مقادیر بالاتر و برای رنگ های دیگر تجمع نزدیک به ۰ است. در نتیجه با تطبیق این دو هیستوگرام باعث می شود که بخش های تیره در تصویر hades افزایش یافته و بطور کلی تصویر روشن تر و با ترکیب رنگ های مایل به سفید شوند.



شکل ۵. با استفاده از تابع histogram_match هیستوگرام تصویر منبع بر مرجع تطبیق پیدا کرده است

(ب)

برای تطبیق هیستوگرام در ابتدا باید تبدیل هر یک از تصاویر را برای متعادلسازی بدست آوریم سپس تصویر اول را ابتدا متعادل سازی کرده و در مرحله با تبدیل معکوس متعادلسازی برای تصویر دوم، هیستوگرام آن را به هیستوگرام تصویر دوم تطبیق می‌دهیم. برای بدست آوردن هیستوگرام تصاویر با توجه به رنگی بودن تمامی کانال های تصویر rgb را در هنگام ساخت هیستوگرام جمع می‌کنیم و در نتیجه هیستوگرام نهایی از مجموعه ۳رنگ تشکیل شده است. با توجه به هیستوگرام بدست آمده عملیات تطبیق را انجام می‌دهیم.

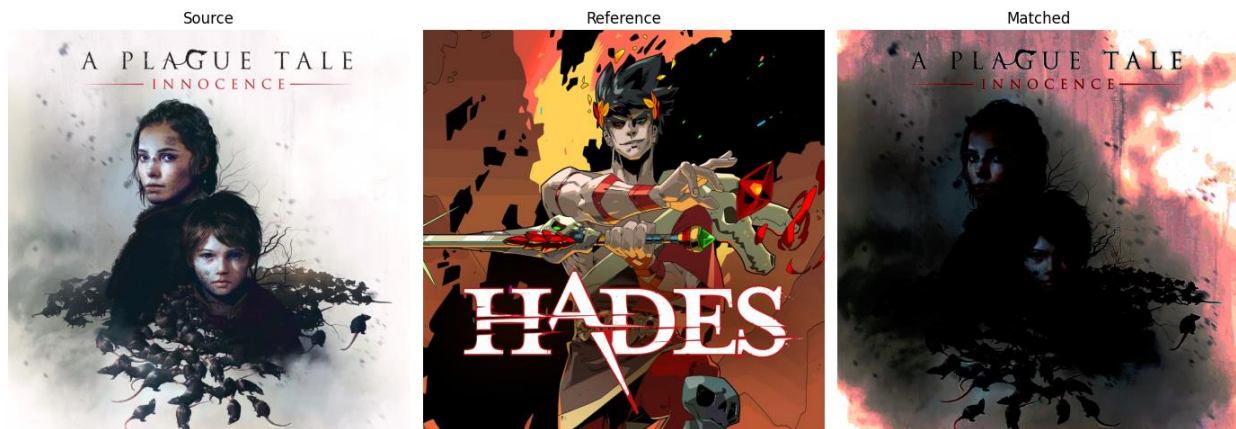
با توجه به اینکه همه رنگ های پیکسل ها در هیستوگرام تاثیر دارند، در این بخش نسبت به تابع کتابخانه تغییر کمتری شاهد هستیم اما همچنان تصویر پس از تطبیق به حالت روشن در آمده است.



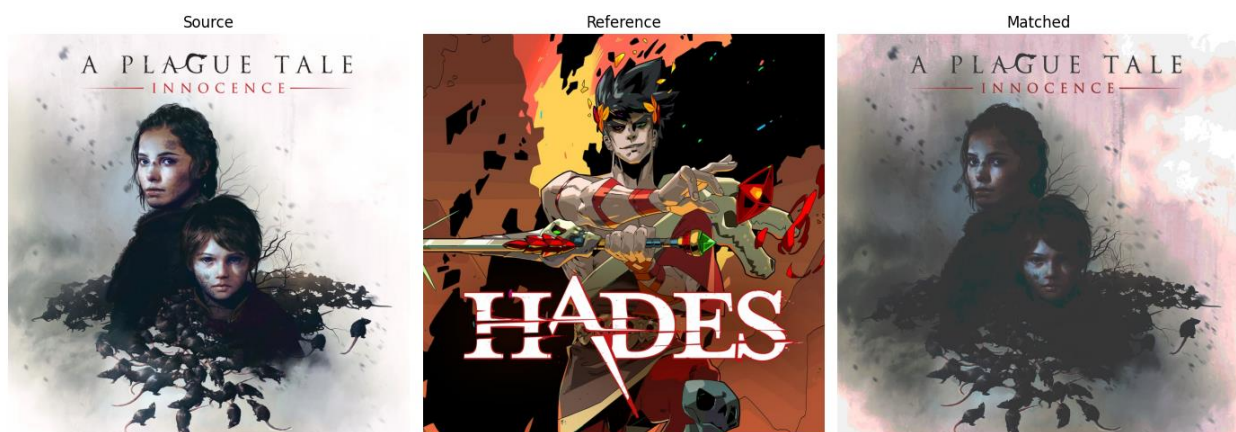
شکل ۶. نتیجه تطبیق هیستوگرام با استفاده از تابع نوشته شده

(ج)

در این حالت با توجه به تیره بودن تصویر مرجع تطبیق هیستوگرام باعث تیره شدن و کاهش روشنایی تصویر می‌شود. همچنین مشابه با بخش قبل تابع کتابخانه نسبت به تابع پیاده شده بیشتر تصویر را تیره کرده است.



شکل ۷. نتایج استفاده از تابع `match_histograms` بر روی تصاویر



شکل ۸. نتیجه استفاده از تابع پیاده سازی شده پس از تطبیق هیستوگرام

Reference: https://en.wikipedia.org/wiki/Histogram_matching