

به نام خدا



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

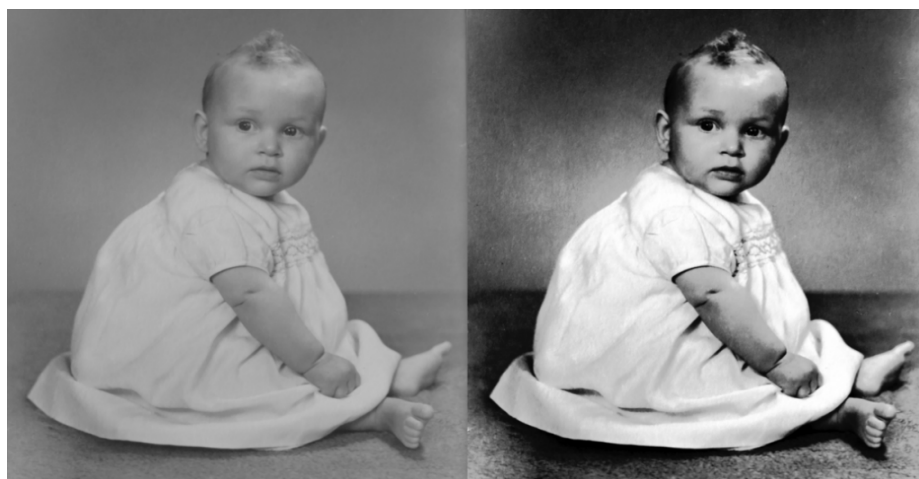
دانشکده مهندسی کامپیوتر

سیستم‌های چندرسانه‌ای نیمسال دوم ۱۴۰۰-۱۴۰۱

پروژه متعادل‌سازی هیستوگرام تصویر

مهلت تحویل ۱۷ فروردین ۱۴۰۱

در این پروژه قصد داریم الگوریتم متعادل‌سازی هیستوگرام^۱ که در درس با آن آشنا شدیم را پیاده‌سازی کنیم. در این روش سعی می‌شود کنتراست^۲ کلی تصاویر را افزایش دهیم و رنگ‌های با تکرار بیشتر را پخش کنیم. این روش برای تصاویری که بازه رنگ فشرده‌تر و محدودتری دارند، موثرتر عمل می‌کند. به عنوان مثال تصویر سمت چپ را در نظر بگیرید. همانطور که مشاهده می‌شود این تصویر، بازه رنگ محدود و فشرده‌ای دارد؛ به این صورت که هر پیکسل خاکستری کم‌رنگ یا پررنگ است. حال اگر الگوریتم متعادل‌سازی هیستوگرام را اجرا کنیم تصویر سمت راست به دست می‌آید که بازه رنگ گسترده‌تری دارد و تعداد رنگ‌های هر پیکسل به خوبی پخش شده است.



¹ Histogram Equalization

² Contrast

در ادامه به تشریح مراحل مورد نیاز پیاده‌سازی الگوریتم می‌پردازیم.

مرحله اول) خواندن تصویر و ذخیره کردن رنگ‌های هر پیکسل

قبل از هر چیز شما باید ابتدا آدرس تصویر مورد نظر را از کاربر دریافت و رنگ هر پیکسل از آن را بخوانید. کتابخانه پیشنهادی ما برای خواندن تصاویر کتابخانه Pillow³ است.

توجه کنید که عکس‌های ورودی را باید به grayscale تبدیل کنید اما استفاده از کتابخانه جهت تبدیل RGB به grayscale مجاز نیست و باید این کار دستی انجام شود.

مرحله دوم) ساختن هیستوگرام

در این مرحله باید تعداد رخداد‌های هر رنگ را ذخیره کنید. سپس هیستوگرام آن را رسم نمایید. برای راحتی کار با رنگ‌های ذخیره شده، می‌توانید از Numpy⁴ استفاده کنید و مانعی ندارد. همچنین برای رسم هیستوگرام می‌توانید از Matplotlib⁵ استفاده کنید.

مرحله سوم) محاسبه جمع تجمعی

در این بخش لازم است که جمع تجمعی تعداد رخداد‌های هر رنگ که در مرحله قبل بدست آوردید را نیز محاسبه کنید. این جمع در مرحله بعد استفاده خواهد شد. به عنوان مثال جمع تجمعی آرایه [1, 2, 3, 4, ...] برابر با [3, 6, 10, ...] خواهد بود.

مرحله چهارم) ایجاد یک نگاشت

در این مرحله لازم است یک نگاشت ایجاد کنید که با استفاده از آن رنگ موجود در تصویر اولیه با کنتراست پایین، به رنگ تصویر جدید با کنتراست بالا نگاشت شود. جهت پخش بهتر رنگ‌ها با تعداد رخداد‌های متفاوت، لازم است که هر رنگ را به مقدار گرد شده جمع نرمال شده آن نگاشت کنیم. برای درک بهتر به مثال زیر دقت کنید:

³ <https://pypi.org/project/Pillow/>

⁴ <https://numpy.org/doc/stable/>

⁵ <https://matplotlib.org/>

4	1	3	2
3	1	1	1
0	1	5	2
1	1	2	2

input image

فرض کنید تصویر ورودی ما در هر پیکسل رنگی مطابق شکل روبرو داشته باشد.
پس از طی کردن مراحل گفته شده و به دست آوردن تعداد رخداد هر رنگ و جمع
تجمعی هر رنگ، لازم است که نگاشتی ایجاد کنیم.
نگاشت ایجاد شده، هر رنگ را به مقدار گرد شده جمع نرمال شده آن نگاشت می‌کند.

جدول زیر تعداد رخداد، جمع تجمعی و جمع نرمال‌شده هر رنگ را نشان می‌دهد:

color	intensity	sum	normalized sum
0	1	1	$5*1/16=0.3125$
1	7	8	2.5
2	4	12	3.75
3	2	14	4.375
4	1	15	4.6875
5	1	16	5.0

پس می‌توان فرمول کلی زیر را برای نگاشت ارائه کرد:

$$T(c) = \text{round}((\#color_levels - 1) * \text{cumulative_sum}(c) / (\text{image_height} * \text{image_width}))$$

در این مثال هر پیکسل می‌تواند رنگی بین 0 تا 5 داشته باشد بنابراین تعداد رنگ‌های مجاز 6 خواهد بود: #color_levels

c: جمع تجمعی برای رنگ: cumulative_sum(c)

ارتفاع و عرض تصویر: image_height, image_width

مرحله پنجم) اعمال نگاشت و ذخیره تصویر نهایی

در ادامه مثال بالا پس از اعمال نگاشت بر روی تصویر اولیه، خروجی روبرو را خواهیم داشت:

5	3	4	4
4	3	3	3
1	3	5	4
3	3	4	4

output image

پس در این مرحله لازم است ابتدا نگاشت را به تصویر اولیه اعمال کنید و در نهایت تصویر نهایی را ذخیره کنید.

پرسش

- ۱- پس از اینکه کدهای خود را تکمیل کردید، تصویر image.png که در کورسز به همراه صورت پروژه قرار داده شده است را به برنامه خود بدهید و خروجی را بدست آورید.
- ۲- هیستوگرام تصویر ورودی و خروجی را رسم کنید و نتیجه بدست آمده را تحلیل کنید.
- ۳- نمودار جمع تجمعی تصویر ورودی و خروجی را نیز رسم و نتیجه را تحلیل کنید.

توضیحات تکمیلی

- انجام این پروژه باید به صورت انفرادی باشد. بنابراین در صورت مشاهده هرگونه تقلب، برای همه افراد نمره صفر لحاظ خواهد شد.
- شما می‌توانید با استفاده از هر زبان دلخواهی این پروژه را پیاده‌سازی کنید ولی زبان پیشنهادی ما پایتون است.
- استفاده از کتابخانه‌ها تنها در مواردی که ذکر شده مجاز است و در موارد دیگر استفاده از کتابخانه‌ها مجاز نیست. بدیهی است در صورت عدم رعایت این مسئله نمره‌ای دریافت نخواهید کرد.
- توضیح مختصری از کد خود را به همراه پاسخ به پرسش‌ها و تصویر خروجی و نمودارهای خواسته‌شده، در قالب یک گزارش با فرمت MM_HE_Prj_studentID.pdf آماده کنید.
- فایل گزارش و کد خود را در قالب یک فایل زیپ با فرمت MM_HE_Prj_studentID.zip در سامانه درس بارگذاری کنید.
- سوالات و ابهامات خود را می‌توانید از طریق ایمیل esrafilianm@gmail.com مطرح کنید. حتما در موضوع ایمیل کلمه سیستم‌های چندرسانه‌ای را ذکر کنید.
- این پروژه تحویل آنلاین نیز دارد و بخشی از نمره شما به تسلط شما هنگام ارائه وابسته است.
- ددلاین این تمرین ۱۷ فروردین ۱۴۰۱ ساعت ۲۳:۵۵ است و امکان ارسال با تاخیر وجود ندارد، بنابراین بهتر است انجام تکلیف را به روزهای پایانی موکول نکنید.

موفق باشید.