



دانشکده مهندسی علوم و فناوری‌های میان رشته‌ای

بینایی ماشین

تمرین اول

استاد درس : دکتر حانیه نادری

نیمسال اول ۱۴۰۴-۱۴۰۵

[۱۴۰۴/۰۸/۱۱] : زمان تحویل بدون تاخیر :

[۱۴۰۴/۰۷/۲۷] : تاریخ ارسال تمرین :

TA Access : Sohail.mohamadian@ut.ac.ir

نکات گزارشی

- پیاده‌سازی‌ها به زبان پایتون انجام گیرد.
- در ارسال کدها، خروجی‌ها، حل سوالات تئوری و یا هرگونه فایل جدا، پوشه بندی مناسب انجام و به صورت مرتب ارسال شود.
- تمامی سوالات باید حتماً به همراه گزارش کامل شامل توضیحات (کد یا مباحث تئوری)، خروجی و تحلیل آنها تحویل داده شوند.
- قالب گزارش تمرينات را از دستيarian آموزشی دریافت کنيد.
- گزارش با ساختار مناسب و زبان ساده و تا حد ممکن بطور خلاصه نوشته شود و با فرمت PDF ارسال شود.
- تمامی فایل‌ها در قالب زیپ شده و تحت عنوان زیر ارسال گردد :

CV REPORT-HOMEWORK#-[Lastname]-[StudentNumber].zip

- ارسال تمرين در مهلت مقرر و در سامانه ايلرن انجام می‌پذيرد؛ در صورت بروز هرگونه خطأ میتوانید از ايميل دستيarian آموزشی مربوط که در صفحه اول هر تمرين قرار دارد نيز برای ارسال تمرين خود استفاده کنيد.
- برای هر سه تمرين موجود در اين درس، مجموعاً 10 روز تاخير مجاز در نظر گرفته شده است، نحوه مصرف اين تاخيرات بر عهده خود دانشجو و به هر شكل و تركيبی میتواند باشد، لطفا در نظر داشته باشيد که برای تمامي تمريناتي که به عنوان تاخير غير مجاز (بيشتر از 10 روز تاخير در مجموع) تلقى شوند، نمره‌اي در نظر گرفته نخواهد شد.
- در صورت مشاهده هرگونه تقلب يا کپی برداری به هر نحوی، برای تمامی افراد درگير نمره صفر در نظر گرفته خواهد شد.
- در صورت بروز هرگونه سوال و يا مشكل میتوانید از طريق ايميل يا گروه درسي با دستيarian آموزشی در ارتباط باشيد.

تمرین اول

بینایی ماشین

دستیار آموزشی : سهیل محمدیان

دکتر حانیه نادری

ددلاین : ۱۴۰۴/۰۸/۱۱

نیمسال اول ۱۴۰۵ - ۱۴۰۴



سوال ۱ - پیاده‌سازی : Bit-Plane Effects in Image Enhancements

(Bit-plane Extraction)

- یک تصویر خاکستری طبیعی با ابعاد 256×256 (*Cameraman.png*) و یک تصویر خاکستری مصنوعی ساده (*Sinusoidal-Synthetic.png*) در اختیار شما قرار گرفته است :

- برای هر سطح بیت $[0,7] \in i$, بیت‌پلین مربوطه را استخراج و رسم نمایید :

$$B_i(x, y) = \text{bit}_i(f(x, y))$$

که $f(x, y)$ مقدار شدت روشنایی پیکسل در مختصات (x, y) است.

بیت B_7 پرارزش‌ترین (MSB) و B_0 کم‌ارزش‌ترین (LSB) است.

- هیستوگرام :

هیستوگرام چهار بیت‌پلین نماینده را برای هر تصویر نمایش دهید:

$$B_7, B_5, B_3, B_0$$

- تحلیل و مقایسه :

1. کدام بیت‌پلین‌ها بیشترین اطلاعات ساختاری تصویر را حفظ می‌کنند و کدام‌ها بیشتر شامل جزئیات ریز و نویز هستند؟

2. تفاوت رفتار هیستوگرام بیت‌پلین‌ها در تصویر طبیعی و تصویر مصنوعی چیست؟
در مورد الگوی رفتارها بحث و بررسی نمایید.

3. آیا مشاهده هیستوگرام و بیت‌پلین‌ها به شما کمک می‌کند تفاوت تصویر طبیعی و مصنوعی را تشخیص دهید؟

تمرین اول

بینایی ماشین

دستیار آموزشی : سهیل محمدیان

دکتر حانیه نادری

ددلاین : ۱۴۰۴/۰۸/۱۱

نیمسال اول ۱۴۰۵ - ۱۴۰۴



بخش ۲) بازسازی تصویر و تحلیل حساسیت بیت‌پلین‌ها

دو تصویر طبیعی و مصنوعی بخش ۱ را در نظر بگیرید:

- تصویر بازسازی شده از مجموعه‌ای از بیت‌ها S به صورت زیر محاسبه شود:

$$f_{\text{recon}}(x, y) = \sum_{i \in S} 2^i \cdot B_i(x, y)$$

- دو نوع بازسازی انجام دهید:

$S = \{7, 6, 5\}$ ← با بیت‌های بالایی :

$S = \{0, 1, 2\}$ ← با بیت‌های پایینی :

- برای هر تصویر بازسازی شده، مقادیر زیر را نسبت به تصویر اصلی محاسبه و ثبت کنید:

$$\text{MSE} = \frac{1}{MN} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [f(x, y) - f_{\text{recon}}(x, y)]^2$$

$$\text{PSNR} = 20 \log_{10} \left(\frac{255}{\sqrt{\text{MSE}}} \right)$$

$$H = - \sum_{i=0}^{255} p_i \log_2(p_i)$$

که p_i احتمال وقوع شدت روشنایی i در تصویر بازسازی شده است.

این محاسبات را برای تعداد بیت‌های مورد استفاده ($k = 1, 2, \dots, 8$) انجام دهید و نتایج را در جدول ثبت کنید.

تمرین اول

بینایی ماشین

دستیار آموزشی : سهیل محمدیان

دکتر حانیه نادری

ددلاین : ۱۴۰۴/۰۸/۱۱

نیمسال اول ۱۴۰۵ - ۱۴۰۴



- برای هر بیت‌پلین B_i :

۱۵٪ از پیکسل‌ها را به صورت تصادفی معکوس (\leftrightarrow) کنید.

سپس تصویر را دوباره بازسازی کرده و PSNR و Entropy را محاسبه نمایید.

تفاوت PSNR و Entropy نسبت به حالت اصلی را گزارش و نمودارهای زیر را رسم نمایید:

○ نمودار PSNR بر حسب تعداد بیت‌های استفاده شده (k)

○ نمودار Entropy بر حسب تعداد بیت‌های استفاده شده (k)

○ نمودار تغییر PSNR پس از flip برای بیت‌های مختلف

- در گزارش خود به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

○ با افزایش تعداد بیت‌ها، PSNR و Entropy چگونه تغییر می‌کنند؟

○ کدام بیت‌پلین‌ها نقش بیشتری در بازسازی دارند؟

○ بیت‌های بالا (MSB‌ها) یا پایین (LSB‌ها) نسبت به flip حساس‌تر هستند؟

○ تفاوت رفتار بیت‌ها در تصاویر طبیعی و مصنوعی چیست؟

○ در تصویر مصنوعی آیا توزیع بیت‌ها منظم‌تر است؟

○ در تصویر طبیعی، کدام بیت‌ها بیشترین سهم در کیفیت بازسازی را دارند؟

تمرین اول

بینایی ماشین

دستیار آموزشی : سهیل محمدیان

دکتر حانیه نادری

ددلاین : ۱۴۰۴/۰۸/۱۱

نیمسال اول ۱۴۰۵ - ۱۴۰۴



سوال ۲ - پیاده‌سازی :

Histogram , Equalization, Metrics Comparisons (بخش ۱)

یک تصویر خاکستری طبیعی با ابعاد 256×256 (Tree.png) در اختیار شما قرار گرفته است :

هیستوگرام و هیستوگرام نرمال شدهٔ تصویر را محاسبه و رسم کنید. •

$$p(r_k) = \frac{n_k}{MN}, T(r_k) = \sum_{j=0}^k p(r_j)$$

عملیات Histogram Equalization را انجام دهید : •

○ بدون تابع آمده و به صورت دستی طبق رابطه:

$$s_k = (L - 1) \times T(r_k)$$

هیستوگرام تصویر اصلاح شده را رسم کرده و آن را با هیستوگرام تصویر اصلی مقایسه کنید.

• میانگین (μ) ، واریانس (σ^2) ، آنتروپی (H) و PSNR تصویر را قبل و بعد از Equalization محاسبه کرده و مقایسه و تحلیل کنید :

$$H = -\sum p_i \log_2 p_i$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right)$$



۲- پخشی Adaptive Histogram Equalization

یک تصویر خاکستری طبیعی که دارای جزئیات محلی زیاد است، با ابعاد 512×512 (Couple.tiff) در اختیار دارد. هدف این تمرین پرسی، و مقایسه‌ی اثر روش‌های مختلف Adaptive Histogram Equalization بر بهبود کنتراست تصویر است.

نکات مهم:

- محاسبه‌ی هیستوگرام در این بخش می‌تواند با توابع آمده کتابخانه‌هایی مانند (cv2.calcHist) یا NumPy انجام شود.

دو روش مختلف Adaptive Histogram را بیان می‌کنند. برای اینکار از اندازه بنجیرها / بلوک‌های زیر استفاده کنید:

[64x64 , 32x32 , 16x16]

• روشهای ترکیبی (Tiling Approach)

- پرای هر بلوک، **Histogram Equalization** محلی را اعمال کنید و تصاویر جدید را نمایش دهید.
 - تصویر را به بلوک‌های هماندازه با سایزهای داده شده تقسیم کنید.

روش ۲ : Sliding Window Approach

- در این روش به جای تقسیم تصویر، از یک پنجره‌ی متحرک با سایزهای داده شده استفاده کنید.
 - برای هر پیکسل، بر اساس ناحیه‌ی محلی اطراف آن (دروی پنجره)، Histogram Equalization انجام دهید و تصاویر جدید را نمایش دهید.

تمرین اول

بینایی ماشین

دستیار آموزشی : سهیل محمدیان

دکتر حانیه نادری

ددلاین : ۱۴۰۴/۰۸/۱۱

نیمسال اول ۱۴۰۵ - ۱۴۰۴



سپس :

- برای هر حالت، مقادیر Entropy و PSNR تصویر خروجی را محاسبه و ثبت کنید.
- نمودارهای زیر رارسم و تحلیل کنید:
 - نمودار تغییرات Entropy بر حسب اندازه‌ی پنجره برای هر روش
 - نمودار تغییرات PSNR بر حسب اندازه‌ی پنجره برای هر روش

مقایسه و نتیجه‌گیری

- تفاوت‌های بصری بین سه روش (Sliding Window, Tiling, Global) را با نمایش تصاویر مقایسه کنید.
- معیارهای ارزیابی محاسبه شده در بخش‌های قبلی سوال در این تصویر (طبیعی و با جزئیات محلی زیاد) را با یکدیگر مقایسه نمایید.
- تحلیل کنید که سایز پنجره در روش‌های Adaptive چه تاثیرات بصری و آماری ایجاد می‌کند؟
- در نهایت، جمع‌بندی کنید که برای تصاویر طبیعی با جزئیات محلی زیاد، کدام روش و اندازه‌پنجره بهترین نتیجه را ارائه می‌دهد؟

موفق باشید.