

تمرین اول – بینایی ماشین

دانشجو: سایین اعلا

استاد: دکتر حانیه نادرید

شماره دانشجویی : ۱۵۹۴۰۴۰۰۲

نیمسال اول ۱۴۰۴-۱۴۰۵

۱ سوال اول: Bit-Plane Effects in Image Enhancements

۱.۱ بخش ۱: استخراج و تحلیل صفحات بیت (plane Extraction)

۱.۱.۱ استخراج بیت‌پلین‌ها

برای هر تصویر خاکستری، بیت‌پلین‌های B_0 تا B_7 استخراج شدند. هر بیت‌پلین نشان‌دهنده‌ی مقدار یک بیت مشخص از شدت روشنایی پیکسل‌ها است. بیت B_7 بیشترین ارزش (MSB) و بیت B_0 کمترین ارزش (LSB) را دارد.



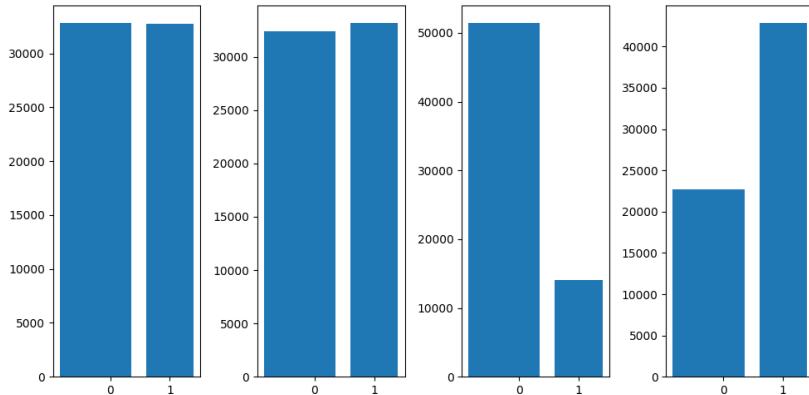
شکل ۱: تصویر طبیعی Bit-planes Cameraman



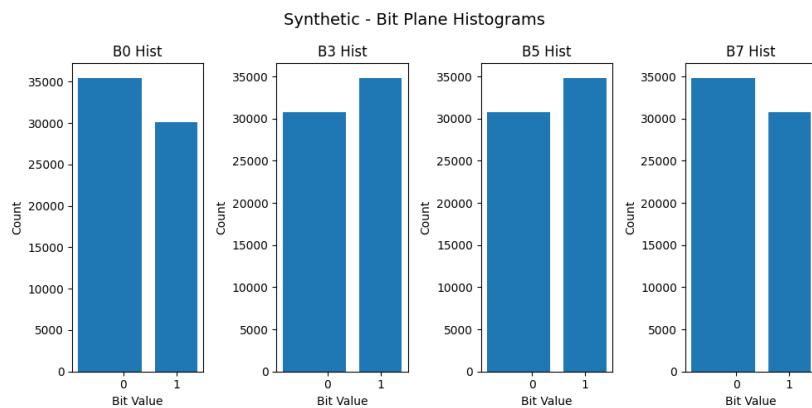
شکل ۲: تصویر مصنوعی Bit-planes Sinusoidal Synthetic

۲.۱.۱ هیستوگرام بیت‌پلین‌ها

هیستوگرام بیت‌های B_0, B_3, B_5, B_7 برای هر تصویر رسم شد:



شکل ۳: هیستوگرام بیت‌پلین‌ها برای تصویر طبیعی Cameraman



شکل ۴: هیستوگرام بیت‌پلین‌ها برای تصویر مصنوعی Sinusoidal Synthetic

۳.۱.۱ تحلیل و مقایسه بیت‌پلین‌ها

- ◻ بیت‌های بالاتر مانند B_7 و B_6 ساختار کلی و اطلاعات اصلی تصویر را حفظ می‌کنند، در حالی که بیت‌های پایین‌تر مانند B_0 و B_1 بیشتر شامل جزئیات ریز و نویز هستند.
- ◻ در تصاویر طبیعی، الگوی بیت‌ها نامنظم‌تر و پیچیده‌تر است، زیرا شدت روشنایی در پیکسل‌ها تنوع بیشتری دارد. در مقابل، در تصاویر مصنوعی (مانند تصویر سینوسی)، بیت‌ها ساختاری منظم و تکرارشونده دارند.
- ◻ مشاهده‌ی هیستوگرام‌ها نشان می‌دهد که توزیع شدت در تصویر طبیعی غیریکنواخت است، در حالی که در تصویر مصنوعی، به دلیل ماهیت سینوسی، توزیع منظم‌تر و متقارن‌تر است.
- ◻ بنابراین، بررسی بیت‌پلین‌ها و هیستوگرام‌ها می‌تواند برای تشخیص تفاوت بین تصاویر طبیعی و مصنوعی مفید باشد.

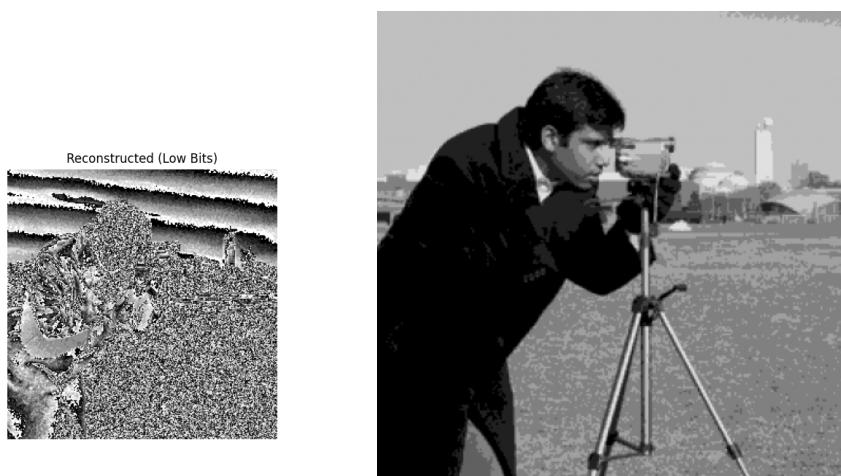
۲.۱ بخش ۲: بازسازی تصویر و تحلیل حساسیت بیت‌پلین‌ها

۱.۲.۱ بازسازی تصویر با بیت‌های منتخب

دو نوع بازسازی انجام شد:

۱. بازسازی با بیت‌های بالا: $S = \{7, 6, 5\}$

۲. بازسازی با بیت‌های پایین: $S = \{0, 1, 2\}$



شکل ۵: بازسازی تصویر با بیت‌های بالا (چپ) و پایین (راست)

۲.۲.۱ محاسبات MSE، PSNR و Entropy

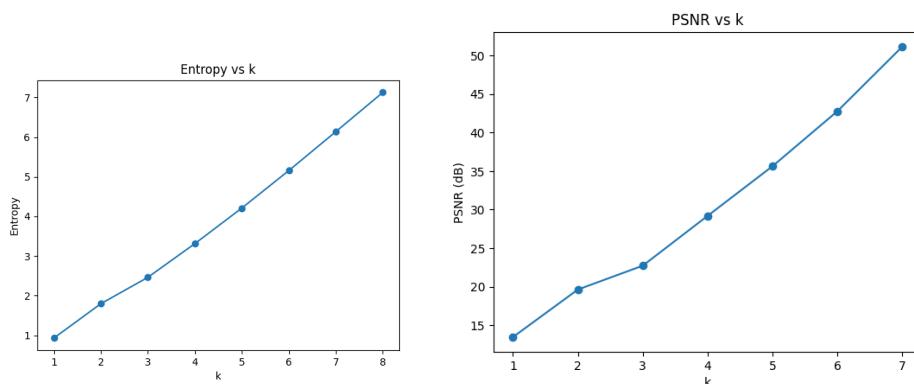
نتایج برای تصویر طبیعی و مصنوعی به ترتیب در جدول‌های زیر آمده است:

جدول ۱: نتایج برای تصویر طبیعی Cameraman

Entropy_flip	PSNR_flip	Entropy	PSNR (dB)	MSE	k
۹۷.۰	۲۳.۱۰	۹۳.۰	۴۵.۱۳	۴۲.۲۹۳۸	۱
۹۲.۱	۳۱.۱۲	۸۰.۱	۶۲.۱۹	۱۳.۷۱۰	۲
۸۰.۲	۷۱.۱۲	۴۶.۲	۷۱.۲۲	۰.۷۳۴۸	۳
۷۷.۳	۹۱.۱۲	۳۱.۳	۱۸.۲۹	۴۷.۷۸	۴
۷۵.۴	۹۶.۱۲	۲۱.۴	۶۳.۳۵	۷۹.۱۷	۵
۷۵.۵	۹۸.۱۲	۱۶.۵	۷۷.۴۲	۴۴.۳	۶
۷۴.۶	۹۸.۱۲	۱۴.۶	۱۵.۵۱	۵۰.۰	۷
۷۴.۷	۰۰.۱۳	۱۳.۷	∞	...	۸

جدول ۲: نتایج برای تصویر مصنوعی Sinusoidal Synthetic

Entropy_flip	PSNR_flip	Entropy	PSNR (dB)	MSE	k
۰۰.۱	۵۰.۸	۰۰.۱	۱۷.۱۰	۰.۶۲۵۴	۱
۹۷.۱	۱۸.۱۱	۸۹.۱	۴۴.۱۶	۲۵.۱۴۷۵	۲
۹۶.۲	۲۵.۱۲	۸۳.۲	۹۵.۲۲	۸۷.۳۲۹	۳
۹۴.۳	۵۴.۱۲	۵۹.۳	۰۴.۲۹	۱۹.۸۱	۴
۸۸.۴	۶۶.۱۲	۸۹.۳	۹۴.۳۴	۸۴.۲۰	۵
۷۷.۵	۶۷.۱۲	۹۸.۳	۱۲.۴۳	۱۷.۳	۶
۶۶.۶	۶۹.۱۲	۰۶.۴	۵۱.۵۱	۴۶.۰	۷
۵۰.۷	۶۷.۱۲	۱۲.۴	∞	۰۰.۰	۸



شکل ۶: تغییر PSNR و Entropy بر حسب تعداد بیت‌ها پس از ۰۰۰۰

۳.۲.۱ تحلیل نتایج عددی

- با افزایش تعداد بیت‌های مورد استفاده، مقادیر Entropy و PSNR افزایش می‌یابند که نشان‌دهندهٔ افزایش کیفیت بازسازی است.
- بیت‌های بالایی (MSB‌ها) بیشترین تأثیر را در کیفیت تصویر دارند، زیرا وزن عددی بالاتری در بازسازی دارند.
- بیت‌های پایین‌تر (LSB‌ها) در بازسازی نقش جزئی دارند و بیشتر به نویز و جزئیات مربوط می‌شوند.
- در آزمایش flip، مشاهده می‌شود که MSB حساس‌تر هستند و تغییر در آن‌ها باعث افت قابل توجه PSNR می‌شود.
- در تصویر مصنوعی، به دلیل ساختار منظم‌تر، تغییرات Entropy و PSNR نسبت به تصویر طبیعی کمتر است.
- در تصویر طبیعی، بیت‌های بالا بیشترین سهم در بازسازی و درک ساختار اصلی تصویر را دارند.

۳.۱ جمع‌بندی نهایی

نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که:

۱. بیت‌های بالایی حامل اطلاعات اصلی تصویر هستند و حذف آن‌ها منجر به افت شدید کیفیت می‌شود.
۲. بیت‌های پایین‌تر عمده‌تر شامل جزئیات ریز و نویز هستند.
۳. با افزایش تعداد بیت‌های مورد استفاده، PSNR و Entropy افزایش یافته و تصویر بازسازی شده به نسخه اصلی نزدیک‌تر می‌شود.
۴. تصاویر مصنوعی به دلیل توزیع منظم‌تر بیت‌ها، رفتار پایدارتر و تغییرات کمتری نسبت به flip دارند.
۵. بررسی بیت‌پلین‌ها ابزار مفیدی برای تحلیل ویژگی‌های آماری و ساختاری تصاویر در بینایی ماشین محسوب می‌شود.

۲ سوال ۲: Adaptive Histogram Equalization

۲.۰.۲ توضیح مسئله

در این بخش، تصویر خاکستری Couple.tiff با ابعاد 512×512 مورد استفاده قرار گرفت تا اثر روش‌های مختلف Adaptive Histogram Equalization بر بهبود کنتراست تصویر بررسی شود. دو روش پیاده‌سازی شد:

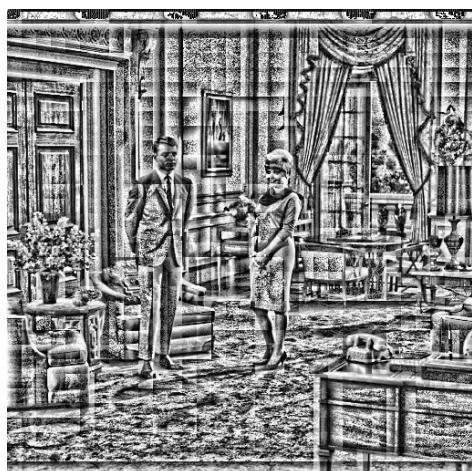
۱. روش Tiling Approach: تقسیم تصویر به بلوک‌های همان‌دمازه و اعمال Histogram Equalization محلی برای هر بلوک.
 ۲. روش Sliding Window Approach: استفاده از پنجره متحرک برای هر پیکسل و اعمال Histogram Equalization محلی.
- اندازه بلوک‌ها/پنجره‌ها برای هر دو روش برابر با $\{16, 32, 64\}$ انتخاب شد.

۲.۰.۲ نتایج روش Tiling

□ تصاویر حاصل از Tiling AHE با اندازه بلوک‌های مختلف نمایش داده شده‌اند.



شکل ۷: نتیجه Tiling AHE با بلوک‌های 64×64 (چپ) و 32×32 (راست)



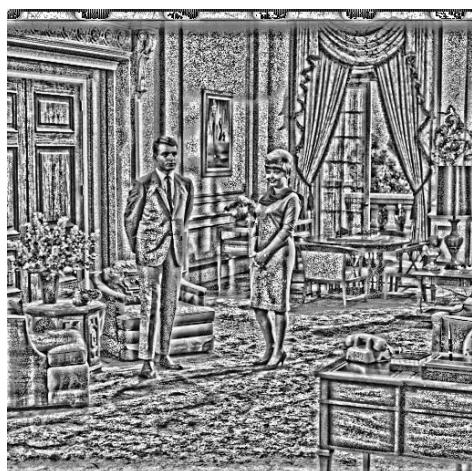
شکل ۸: نتیجه Tiling AHE با بلوک 16×16

۳.۰.۲ نتایج روش Sliding Window

تصاویر حاصل از Sliding Window AHE با اندازه پنجره‌های مختلف نمایش داده شده‌اند.



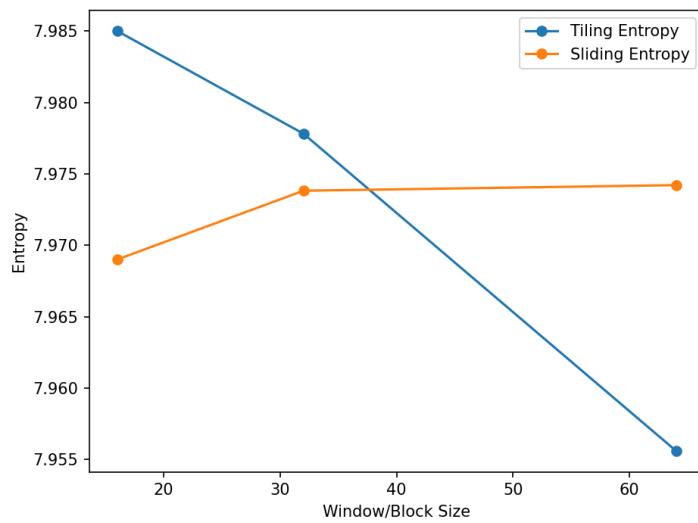
شکل ۹: نتیجه Sliding Window AHE با پنجره‌های 64×64 (چپ) و 32×32 (راست)



شکل ۱۰: نتیجه Sliding Window AHE با پنجره 16×16

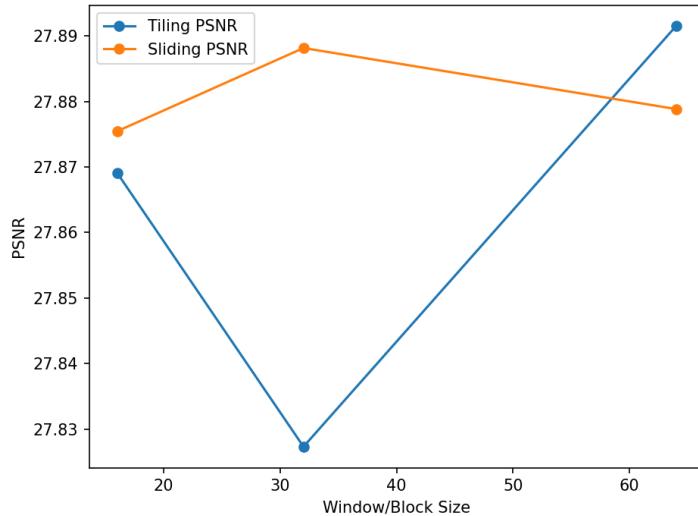
۴.۰.۲ تحلیل عددی

- برای هر تصویر خروجی، PSNR و Entropy محاسبه و با تصویر اصلی مقایسه شد.
- نمودار تغییرات Entropy بر حسب اندازه بلوک/پنجره برای دو روش رسم شد.



شکل ۱۱: تغییرات Entropy بر حسب اندازه بلوک/پنجره برای روش‌های Tiling و Sliding

□ نمودار تغییرات PSNR بر حسب اندازه بلوک/پنجره برای دو روش رسم شد.



شکل ۱۲: تغییرات PSNR بر حسب اندازه بلوک/پنجره برای روش‌های Tiling و Sliding

۵.۰.۲ تحلیل و مقایسه

□ روش Tiling برای بلوک‌های بزرگ، کنترast کلی تصویر را بهبود می‌دهد ولی جزئیات محلی را کمتر نمایش می‌دهد.

- روشن Sliding Window با پنجره‌های کوچک، جزئیات محلی را بهتر حفظ می‌کند و بالاتری دارد.
 - کاهش اندازه بلوک یا پنجره باعث افزایش Entropy و کاهش PSNR نسبت به تصویر اصلی می‌شود، زیرا تغییرات محلی بیشتر اعمال می‌شوند.
 - مقایسه بصری نشان می‌دهد که برای تصاویر با جزئیات محلی زیاد، روش Sliding Window با پنجره کوچک بهترین نتیجه بصری و آماری را ارائه می‌دهد.
- ## ٦.٠.٢ جمع‌بندی
۱. هر دو روش Global HE و Adaptive Histogram Equalization نسبت به کنترast محلی تصاویر را بهبود می‌دهند.
 ۲. روش Sliding Window برای جزئیات محلی بهتر عمل می‌کند و حساسیت بالاتری به اندازه پنجره دارد.
 ۳. روش Tiling ساده‌تر و سریع‌تر است ولی ممکن است در تصاویر با تغییرات محلی زیاد جزئیات را کاهش دهد.
 ۴. اندازه بلوک/پنجره تأثیر مستقیم بر Entropy و PSNR دارد و انتخاب مناسب بسته به نوع تصویر است.