

تمرین اول – بینایی ماشین

دانشجو: سایین اعلا

استاد: دکتر حانیه نادرید

شماره دانشجویی: ۱۵۹۴۰۴۰۰۲

نیمسال اول ۱۴۰۵-۱۴۰۴

۱ سوال اول: Bit-Plane Effects in Image Enhancements

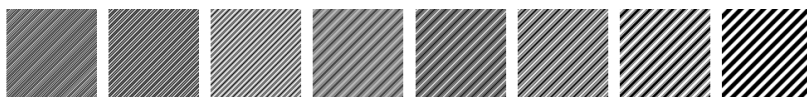
۱.۱ بخش ۱: استخراج و تحلیل صفحات بیت (plane Extraction)

۱.۱.۱ استخراج بیت پلین‌ها

برای هر تصویر خاکستری، بیت پلین‌های B_0 تا B_7 استخراج شدند. هر بیت پلین 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.



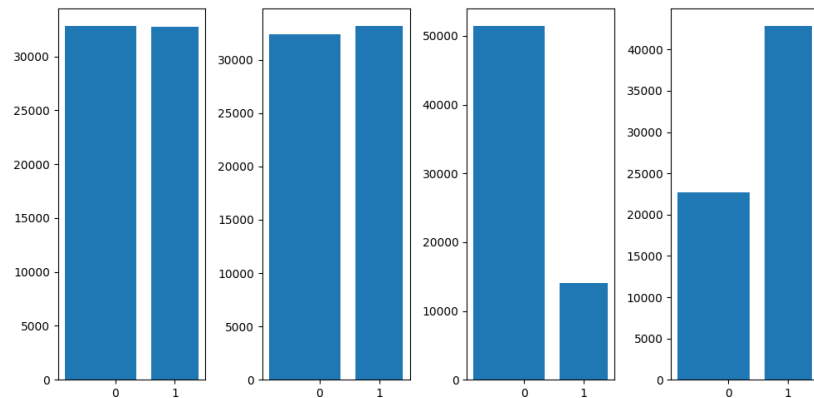
شکل ۱: Bit-planes تصویر طبیعی Cameraman



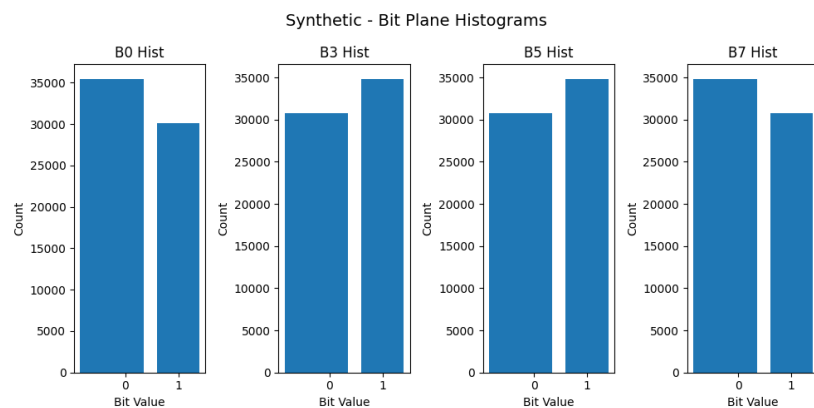
شکل ۲: Bit-planes تصویر مصنوعی Sinusoidal Synthetic

۲.۱.۱ هیستوگرام بیت پلین‌ها

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 مقایسه‌ی 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 تکرار شونده 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.

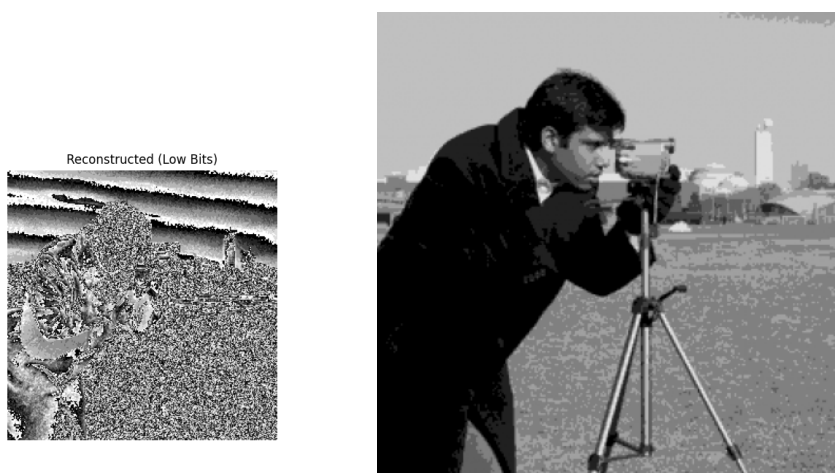
۲.۱ بخش ۲: بازسازی تصویر و تحلیل حساسیت بیت پلین‌ها

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

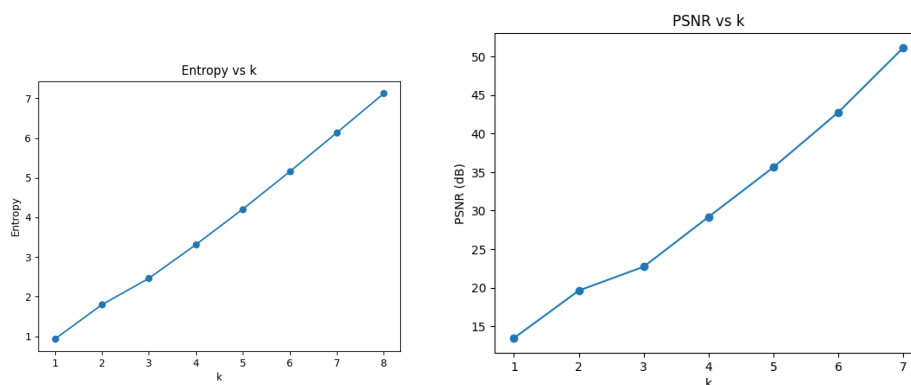
نتایج برای تصویر طبیعی و مصنوعی به ترتیب در جدول‌های زیر آمده است:

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	۰۷.۳۴۸	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	∞	۰۰.۰	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	۰.۱۶۲۵۴	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 Entropy و PSNR بر حسب تعداد بیت‌ها پس از

۳.۲.۱ تحلیل نتایج عددی

- با افزایش تعداد بیت‌های مورد استفاده، مقادیر Entropy و PSNR افزایش می‌یابند که نشان‌دهنده‌ی افزایش کیفیت بازسازی است.
- بیت‌های بالایی (MSB) بیشترین تأثیر را در کیفیت تصویر دارند، زیرا وزن عددی بالاتری در بازسازی دارند.
- بیت‌های پایین‌تر (LSB) 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 عمدتاً شامل جزئیات ریز و نویز هستند.
۳. با افزایش تعداد بیت‌های مورد استفاده، PSNR و Entropy افزایش یافته و تصویر بازسازی‌شده 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

۱.۰.۲ 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 هم‌اندازه 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.

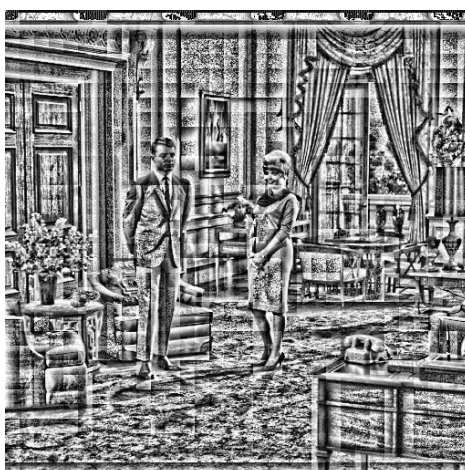
اندازه بلوک‌ها/پنجره‌ها برای هر دو روش برابر با $\{16, 32, 64\}$ انتخاب شد.

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)



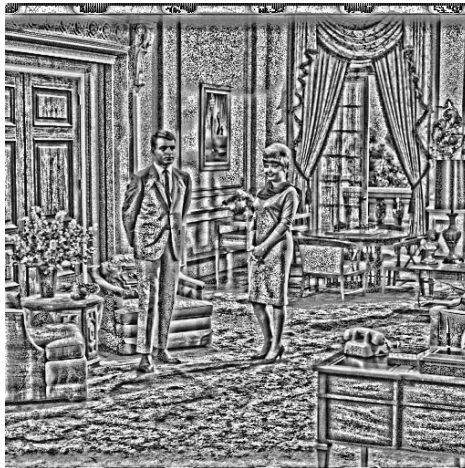
شکل ۸: نتیجه Tiling AHE با بلوک 16×16

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)

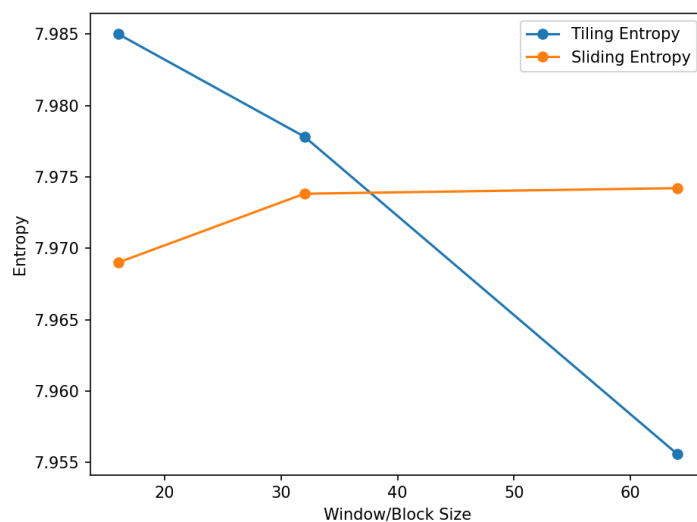


شکل ۱۰: نتیجه Sliding Window AHE با پنجره 16×16

۴.۰.۲ تحلیل عددی

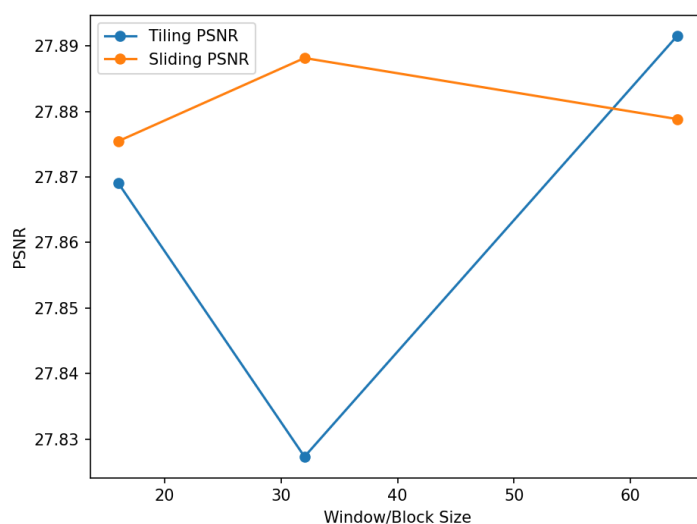
□ برای هر تصویر خروجی، Entropy و PSNR محاسبه و با تصویر اصلی مقایسه شد.

□ 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، کنتراست کلی تصویر را بهبود می‌دهد ولی جزئیات محلی را کمتر نمایش می‌دهد.

□ روش Sliding Window با پنجره‌های کوچک، جزئیات محلی را بهتر حفظ می‌کند و Entropy 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.

۶.۰.۲ جمع‌بندی

۱. هر دو روش Adaptive Histogram Equalization، نسبت به Global HE کنتراست 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.