

مخابرات دیجیتال

تمرین کامپیوتری شماره ۱

مهلت تحویل: سه شنبه ۳۰ آبان ۱۴۰۲، ساعت ۲۳:۵۵

استاد: دکتر سید محمد کرباسی

۱ آشنایی با الگوریتم‌های فشرده‌سازی تصویر و BMP

از ابتدای تصویربرداری دیجیتال، محققان به دنبال الگوریتم‌هایی بودند که حجم تصاویر را کاهش دهد؛ در حالی که کیفیت تصویر قابل قبول باقی بماند. توسعه این الگوریتم‌ها نقشی اساسی در گسترش تصویربرداری دیجیتال و اینترنت ایفا کرد. در این تمرین کامپیوتری قصد داریم تا الگوریتم فشرده‌سازی JPEG را پیاده‌سازی کنیم و با عملکرد آن آشنا شویم.

۱. تاریخچه‌ای مختصر از الگوریتم‌های فشرده‌سازی تصویر بیان کنید. به سه مورد از برتری‌های الگوریتم JPEG در مقایسه با الگوریتم‌های دیگر اشاره کنید.

۲. یکی از فرمت‌های فایل تصویر Bitmap است که از ذخیره کردن بدون فشرده‌سازی تصاویر خام به وجود می‌آید. درباره ساختار و محتوای تصاویر Bitmap تحقیق کنید.

۲ تولید تصویر BMP

تولید یک تصویر BMP کار ساده‌ای است که با استفاده از نرم‌افزارهای مختلف امکان پذیر است. در این تمرین از نرم‌افزار رایگان GIMP استفاده می‌کنیم. به این منظور:

۱. نرم‌افزار را از لینک روبرو دانلود کنید: <https://www.gimp.org>

۲. یکی از ساختارهای مورد استفاده در گیرنده لینک‌های مخابراتی مبتنی بر مدولاسیون‌های دیجیتالی M-PSK، حلقه Costas است. درباره این ساختار تحقیق کنید و با ارجاع به تصویری که در بخش بعد رسم می‌کنید، بخش‌های مختلف و عملکرد آن را توضیح دهید.

۳. ساختار حلقه Costas را در نرم‌افزار GIMP رسم کنید. برای این کار از تنظیمات پیش‌فرض نرم‌افزار برای ابعاد تصویر استفاده کنید. در این تصویر با قرار دادن نوشته در داخل هر بلوک بخش‌های مختلف را معرفی کنید. همچنین در صورت نیاز برای توضیح عملکرد حلقه در بخش قبل، سیگنال‌های ورودی و خروجی هر بلوک را در تصویر نام‌گذاری کنید.

۴. تصویر تولید شده را با بهره‌گیری از منوی File>Export As... در قالب BMP ذخیره کنید.

۳ فشرده‌سازی و تبدیل به فرمت JPEG

۱. مراحل مختلف الگوریتم فشرده‌سازی JPEG را توضیح دهید. پارامترهای قابل تنظیم در این الگوریتم را مشخص کنید.

۲. تابع تبدیل تصویر BMP به JPEG را در نرم‌افزار متلب پیاده‌سازی کنید. این تابع، تصویر BMP و پارامترهای قابل تنظیم الگوریتم JPEG را به عنوان ورودی می‌گیرد و تصویر JPEG حاصل شده را در مسیر قرارگیری تابع ذخیره می‌کند. نام m-file تابع را bmp_to_jpeg_converter.m بگذارید. در فرایند پیاده‌سازی این تابع نیاز است تا یکی از کانال‌های رنگی BMP را حذف کنید. این کانال را بیابید و درباره آن توضیح دهید.

۳. در فایل اصلی پروژه که main.m نامیده می‌شود، تابع پیاده‌سازی شده را برای تصویر تولید شده صدا بزنید و تصاویر JPEG را به ازای حداقل ۱۰ تنظیم کیفیت مختلف ایجاد کنید.

۴. معیار PSNR^۱ یکی از معیارهای پرکاربرد در اندازه‌گیری کمی تصویر فشرده شده است که از مقایسه با تصویر اصلی و از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$PSNR = 20\log_{10}(MAX) - 10\log_{10}(MSE) \quad (۱)$$

در این رابطه MAX بیشترین مقدار ممکن برای هر پیکسل تصویر (به طور مثال برای تصاویر ۸ بیتی این مقدار ۲۵۵ است) و MSE میانگین مربع خطای پیکسل‌ها است. در این جا خطای هر پیکسل اختلاف مقدار آن در تصویر اصلی و در تصویر فشرده‌سازی شده است. در این بخش PSNR را برای هر یک از فایل‌های خروجی محاسبه کنید و نمودار تغییرات آن نسبت به حجم فایل‌های خروجی را رسم کنید.

۵. معیار دیگری که برای کیفیت فشرده‌سازی استفاده می‌شود SSI^۲ است. محاسبه این معیار به صورت زیر است:

$$SSI(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)} \quad (۲)$$

که در آن اندیس‌های x و y به ترتیب با تصاویر اصلی و فشرده‌سازی شده متناظر است. همچنین μ میانگین، σ^2 واریانس و σ_{xy} کوواریانس مقادیر پیکسل‌ها است. c_1 و c_2 دو مقدار پایدار ساز الگوریتم هستند که به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$c_1 = (0.01L)^2 \quad (۳)$$

$$c_2 = (0.03L)^2 \quad (۴)$$

L اختلاف بیشترین و کمترین مقدار ممکن برای پیکسل‌ها است. نمودار خواسته شده در بخش قبل را برای این معیار نیز رسم کنید.

۴ نگارش گزارش و توضیحات

در انجام تمرین و نگارش گزارش به موارد زیر دقت کنید:

۱. معیارهای محاسباتی و تابع بیان شده را خودتان پیاده‌سازی کنید و از توابع آماده متلب استفاده نکنید.
۲. توجه کنید که فایل main.m نباید از کاربر ورودی درخواست کند و باید بدون هیچ اقدام اضافی اجرا شود.
۳. فایل فشرده نهایی و تمامی فایل‌های خود را به صورت انگلیسی نام‌گذاری کنید.
۴. فایل‌های خود شامل تصاویر BMP و JPEG، کدهای متلب و فایل PDF گزارش را در پوشه‌ای که با شماره دانشجویی شما نامگذاری شده است قرار دهید و در قالب zip در سامانه درس بارگذاری کنید.
۵. این تمرین تحویل حضوری ندارد. بنابراین سعی کنید گزارش خود را کامل بنویسید.
۶. سوالات خود را از طریق ایمیل روبرو بپرسید: a.aghaei.s@gmail.com

موفق و سلامت باشید

^۱ Peak Signal-to-Noise Ratio
^۲ Structural Similarity Index