دانشگاه تهران، دانشکده ریاضی، آمار و علوم کامپیوتر
درس: پردازش تصویر
استاد درس: دکتر ساجدی

# تمرین سری اول

مهلت تحویل: ۱۵ فروردین

طراح تمرین: ارشیا یوسفی

## نکات ضروری

۱. کد تمرین باید در زبان پایتون و به‌صورت Notebook (با پسوند `.ipynb`) ارائه شود و خروجی هر سلول قابل مشاهده باشد.

۲. گزارش تمرین باید به صورت یک فایل مجزا (PDF) ارائه گردد و در آن توضیحات کامل به صورت متن و نمودارها درج شود؛ گزارش نباید به عنوان Comment یا متن Markdown در فایل کد قرار گیرد.

۳. استفاده از کتابخانه‌های آماده مجاز است، به شرطی که در متن تمرین، عدم استفاده از آنها قید نشود.

۴. نمره هر تمرین از ۱۰۰ نمره می‌باشد.

۵. در صورت عدم ارسال پاسخ‌ها تا ددلاین تمرین، زمان ارسال حداکثر تا ۱ هفته پس از ددلاین وجود دارد که نمره قابل دریافت حداکثر ۸۰٪ از نمره کل تمرین خواهد بود.

۶. گزارش و پاسخ‌ها می‌توانند به زبان فارسی یا انگلیسی تحویل داده شوند.

### مسئله ۱. فیلترگذاری فضایی[1]

۱. برای این تمرین می‌بایست نوتبوک ضمیمه (Q1) را مطابق توضیحات داخل نوتبوک تکمیل کرده و به پیوست پاسخ‌های کتبی خود ارسال کنید.

- **الف)** در این بخش از سوال می‌بایست تابعی را تکمیل کنید که برای محاسبه نتیجه اعمال یک کرنل به یک تصویر سیاه‌وسفید استفاده خواهد شد. ورودی‌ها و خروجی‌های این تابع در کامنت‌ها شرح داده شده‌اند.
- **ب)** در بخش دوم، هدف پیاده‌سازی تابعی برای تولید کرنل‌های میانگین‌گیر با ابعاد دلخواه است. بعد از آن از این کرنل‌ها برای صاف کردن تصویری با نویز نمک و فلفل استفاده خواهید کرد.
- **پ)** در جریان بخش سوم سوال، با تغییر پیاده‌سازی اولیه‌تان برای بخش A، تابعی طراحی خواهید کرد که فیلتر میانگین‌گیر را روی یک تصویر اعمال خواهد کرد. با اعمال این فیلتر به تصویری با نویز نمک و فلفل [2] شدیدتر، مزایا و معایب این فیلتر نسبت به فیلترهای میانگین‌گیر را بررسی کنید.
- **ت)** در بخش نهایی سوال، شما می‌بایست فیلتری طراحی کنید که مشتق یک تصویر را در راستای افقی یا عمودی (نه هر دو) محاسبه کند. بدین منظور به رابطه‌های معرفی‌شده در اسلاید ۲۵ از لکچر ۲-۲ مراجعه کنید. علاوه بر این، پیشنهادات خود برای کاهش اثر نویز تصویر در خروجی نهایی را نیز شرح دهید.

[۲۰ نمره]

۲. یک ماتریس کوچک ($۵ \times ۵$) با یک لبه‌ي عمودی بسازید و سپس عملگر سوبل[3] را روی آن اجرا نمایید و نتیجه را نشان دهید.

[۱۰ نمره]

---

### مسئله ۲. متعادلسازی هیستوگرام [4]

در این سوال باید موارد زیر را در نوتبوک Q2 پیاده‌سازی کنید (در این سوال تصاویر را به صورت سیاه و سفید (تک کانال) بخوانید):

- **الف)** ابتدا تابع متعادل‌سازی هیستوگرام را به کمک Python و Numpy پیاده‌سازی کنید و تابع خود را روی تصویر River اعمال کنید. سپس از تابع آماده متعادل‌سازی هیستوگرام که در کتابخانه OpenCV موجود است، استفاده کنید و آن را مجدداً روی تصویر River اعمال کنید. نتایج را به همراه تصویر حاصل شده، گزارش کنید و با هم مقایسه کنید.
- **ب)** از تابع CLAHE که در کتابخانه OpenCV موجود است، استفاده کنید و آن را روی تصویر River اعمال کنید. نتیجه را به همراه تصویر حاصل شده، گزارش کنید و با نتایج قسمت اول یعنی متعادل‌سازی هیستوگرام مقایسه کنید.
- **پ)** قسمت‌های الف و ب را برای تصویر City نیز انجام دهید.
- **ت)** اگر با تصاویر رنگی سر و کار داشتیم و می‌خواستیم کیفیت آن‌ها را ارتقا دهیم، آیا خواندن تصویر به صورت RGB و مثلاً اعمال تابع متعادل‌سازی هیستوگرام روی هر کانال به صورت جداگانه می‌توانست کیفیت تصویر را ارتقا دهد؟ اگر نه، راه‌حل مناسب‌تری برای آن شرح دهید.

[۳۰ نمره]

---

[1] Spatial Filtering
[2] salt and pepper noise
[3] Sobel
[4] histogram equalization

### مسئله ۳. تبدیل و فیلترگذاری فضایی

هدف از این تمرین طراحی الگوریتمی با کارکردی شبیه به برنامه CamScanner است. بدین منظور می‌بایست نوتبوک Q3 را تکمیل کنید. برای این کار به بسیاری از نکات کلیدی که تاکنون در این درس آموخته‌اید نیاز خواهید داشت.
الگوریتم هدف ما از چند مرحله اساسی تشکیل می‌شود، مراحلی که با تبدیل‌هایی روی تصویر آغاز شده و با تغییر شکل آن خاتمه می‌یابند. این مراحل عبارتند از:

- **الف)** نگاشت سیاه‌سفید (Grayscale): به منظور شناسایی برگه درون کاغذ نیازی به داشتن مقدار دقیق رنگ‌های پیکسل‌ها نداریم و این کار تنها پیاده‌سازی ما را پیچیده‌تر می‌سازد. به همین منظور در ابتدای کار تصویر را نگاشت می‌کنیم. برای این کار از روش دلخواهتان استفاده کنید.
- **ب)** محو کردن (Blurring) تصویر: با این کار مولفه‌های فرکانس بالای تصویر حذف می‌شوند که مراحل آتی کار، به ویژه تشخیص لبه‌ها را ساده‌تر می‌سازد.
- **پ)** تشخیص لبه‌ها: این مرحله نخستین گام در شناسایی چارچوب هدف در تصویر است؛ چارچوبی که محدوده سند و کاغذ هدف را مشخص می‌کند.
- **ت)** تشخیص رؤوس (Vertices) برگه: یک راه انجام این کار استفاده از رویکردهای تشخیص خط برای شناسایی اضلاع چهارضلعی حاضر در تصویر است. راهکار دیگری برای انجام این کار شناسایی Contourهای حاضر در تصویر است. شما می‌توانید بر شناسایی بزرگترین Contour حاضر در تصویر (که در شرایط تصویربرداری ایده‌آل می‌بایست همان برگه هدف باشد) مطابق با راهنمای نوتبوک از توابع مخصوص شناسایی Contourها استفاده کنید.
- **ث)** نگاشت دورنما (Perspective) و برش: بعد از تشخیص ناحیه محصور، تصویر می‌بایست چارچوب متوازی‌الاضلاع آن را شناسایی کرده و با نگاشت دورنمای مناسب، تصویر را به نحوی تغییر شکل دهیم که برگه در محدوده معین و مطلوب ما قرار گیرد تا بتوانیم آن را برش دهیم.
- **ج)** بهبود تصویر: پیش از برش تصویر اصلی می‌توانیم با کارهایی مانند افزایش غلظت (Saturation) رنگ‌ها آن را به یک اسکن حقیقی شبیه سازیم. در این باره تبدیل Color Magic را جست‌وجو کنید.

برای پیاده‌سازی هر یک از مراحل شما مجاز به استفاده از توابع کتابخانه‌های OpenCV و NumPy هستید. برای هر مرحله راهنمایی و توابع پیشنهادی موجود است اما شما می‌توانید به تشخیص خود توابع دیگری را جایگزین کنید که به نظر شما بهتر عمل می‌کنند.

[۴۰ نمره]

> **توجه:** اگر بتوانید با تصاویر نمونه‌ای، ضعف توابع پیشنهادی و عملکرد بهتر رویکرد اتخاذشده را اثبات کنید، به نسبت عملکرد الگوریتم ارائه‌شده تا سقف ۱۰ نمره‌ی تشویقی خواهید داشت.

---

[بارم کل: ۱۰ + ۱۰۰ نمره]

**با آرزوی موفقیت**