

## شرح تمرین

در این پروژه، با مفاهیم اساسی موازی‌سازی در سطح GPU به کمک CUDA و در سطح پردازنده در Python آشنا می‌شوید. هدف اصلی، مقایسه عملکرد این دو مدل، بهینه‌سازی فرآیندها، و درک چالش‌های مرتبط با هر یک از این رویکردها است.

## بخش اول: (۱۰ نمره)

### پیاده‌سازی الگوریتم با Python Multiprocessing

- در این تمرین، هدف شما پیاده‌سازی یک الگوریتم پردازشی ساده با استفاده از Python Multiprocessing است. شما باید علاوه بر پیاده‌سازی نسخه موازی، نسخه سریال را نیز پیاده‌سازی کرده تا بتوانید کارایی آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کنید.
- عملکرد کد را از نظر زمان اجرا و مصرف منابع پردازشی ارزیابی کنید.

### تسریع (Speedup) ⚙️

- با استفاده از فرمول زیر، تسریع را محاسبه کنید:

$$Speedup = \frac{T_{serial}}{T_{parallel}}$$

### بهره‌وری (Efficiency) ⚙️

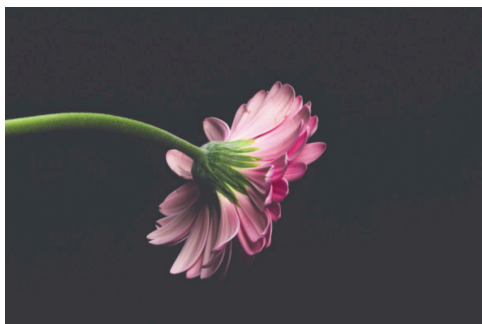
- با استفاده از فرمول زیر، بهره‌وری را محاسبه کنید:

$$Efficiency = \frac{Speedup}{\text{Number of Threads}}$$

برای کسب نمره کامل این بخش باید نمودار Efficiency و Speedup را به ازای تعداد پردازش‌های متفاوت رسم و تحلیل نمایید.

در این قسمت، کرنل اعمال‌شونده روی تصویر را می‌توانید خودتان انتخاب کنید. برای مثال، کرنل sobel یک فیلتر پردازش تصویر است که برای تشخیص لبه‌ها استفاده می‌شود. برای پیاده‌سازی آن، باید یک کانولوشن دو بعدی بین تصویر و کرنل‌های sobel در جهت‌های افقی و عمودی انجام دهید. کرنل‌های sobel ماتریس‌های  $3 \times 3$  هستند که تغییرات شدت را در جهت‌های x و y محاسبه می‌کنند. با اعمال این کرنل‌ها روی تصویر، می‌توانید گرادیان‌های افقی و عمودی را به دست آورده و سپس با ترکیب این دو، نقشه اندازه گرادیان یا به عبارتی، تصویر لبه‌ها را ایجاد کنید. این فرآیند به شما این امکان را می‌دهد تا لبه‌ها و خطوط برجسته در تصویر را شناسایی کرده و برای کاربردهایی مانند تشخیص اشیاء یا بهبود ویژگی‌های بصری، مورد استفاده قرار دهید. برای آشنایی بیشتر می‌توانید از این [لینک](#) استفاده کنید.

در نمونه زیر یک تصویر را قبل و بعد از پردازش مشاهده می‌کنید.



## بخش دوم: (۲۵ نمره)

### پیاده‌سازی الگوریتم با استفاده از CUDA

- در این بخش، الگوریتم بخش اول را با استفاده از C/C++ CUDA پیاده‌سازی کنید.

- همچنین از تکنیک‌های زیر در پیاده‌سازی استفاده کنید:
- No Divergence
- Loop Unrolling
- عملکرد کد CUDA را از نظر زمان اجرا و مصرف منابع پردازشی ارزیابی کنید.

## بخش سوم: (۵۰ نمره)

### پیاده‌سازی گرافیکی – رندر تصویر کره از زوایای مختلف

قطعه کدی در اختیار شما قرار داده شده است که با اجرای آن فایل output.ppm ساخته می‌شود. این فایل شامل تصویری از سه کره است. هدف این است که با تغییراتی که ایجاد می‌کنید به این تصاویر **سایه** اضافه کنید تا تصویر واقع‌گرایانه شود. در ابتدا برای آشنایی بیشتر با شیوه کارکرد کدی که در اختیار شما هست می‌توانید راجع به مفهوم Ray Tracing بیشتر مطالعه کرده و از این [لینک](#) نیز استفاده کنید.

جزئیات این بخش:

برای تشخیص دادن این موضوع که آیا پرتوها با کره‌ها برخورد دارند یا نه و در صورتی هم که برخورد دارند، کجا برخورد دارند از توابع موجود `hitSphere` و `hitPlane` استفاده می‌کنید. در نهایت قرار است قسمت TODO را به صورتی پیاده‌سازی کنید که **سایه کره‌ها روی زمین قرار گیرد**. همچنین برای اضافه کردن سایه می‌توانید از روش دلخواه و در عین حال معتبر خود استفاده کنید. مراجعه این [لینک](#) می‌تواند به شما کمک کند.

## بخش امتیازی: (۲۰ نمره)

در این بخش، هدف شما پیاده‌سازی دوربینی است که بتواند زاویه دید را کنترل کند. دوربین به شما این امکان را می‌دهد تا موقعیت، جهت‌گیری و میدان دید را تنظیم کنید و در عین حال، امکان دیدن صحنه از زوایای مختلف را فراهم می‌کند. برای پیاده‌سازی دوربین، یک سیستم مختصات بر اساس پارامترهای دوربین ایجاد کرده و پرتوهایی را که از موقعیت دوربین از میان هر پیکسل روی صفحه تصویر به سمت صحنه می‌روند، تولید کنید. شما باید پارامترهایی مانند موقعیت دوربین (lookfrom)، نقطه نگاه (lookat)، بردار بالا (up) و میدان دید عمودی (vfov) را تعریف کنید. سپس، با محاسبه بردارهای جهت‌گیری دوربین ( $u, v, w$ ) و تعیین گوشه پایین چپ صفحه تصویر، تابع `getRay` را به‌روزرسانی کرده تا پرتوهای مناسب را تولید کند. با استفاده از دوربین در تابع `رندر`، می‌توانید پرتوها را بر اساس موقعیت و جهت‌گیری دوربین تنظیم کنید و تأثیر تغییرات در تنظیمات دوربین بر تصویر رندر شده را مشاهده کنید.

## نکات و نحوه تحویل

- برای سوال ۳ تمرین (و بخش امتیازی) می‌توانید از [کد فراهم شده](#) استفاده کنید و تنها قسمت های مشخص شده را کامل کنید.
- در مورد کرنل سوال ۱ و ۲، اگر کرنل مورد استفاده شما، منحصر به فرد باشد، ۵ نمره امتیازی به شما تعلق می‌گیرد.
- نمره شما از ۱۰۰ محاسبه خواهد شد و گزارش پروژه نیز ۱۵ نمره خواهد داشت. همچنین ۲۵ نمره امتیازی در پروژه در نظر گرفته شده است.
- تنها یکی از اعضای گروه پاسخ تمرین را آپلود کند.
- در محل بارگذاری در سایت درس، فایل‌ها، کدهای مورد نیاز و همچنین گزارش خود را با فرمت <SID2>-<SID1>-PP-CA5 بارگذاری کنید.
- تمامی مواردی که در گروه و فروم درس ذکر می‌شوند جزئی از این تمرین خواهند بود.
- در صورت داشتن سوال می‌توانید از طریق ایمیل با طراحان تمرین در ارتباط باشید.
- کدها و گزارش شما می‌بایست بازتاب تفکر، توانایی حل مسئله و روحیه کاوشگری شما باشند. در صورت مشاهده هرگونه تخلف نظیر تقلب و یا شباهت بالا با هوش مصنوعی به نحو مقتضی برخورد خواهد شد.

موفق باشید.