



بسمه تعالی  
دانشگاه صنعتی شریف  
دانشکده مهندسی برق

پردازش و تحلیل هوشمند تصاویر پزشکی – بهار ۱۴۰۳-۱۴۰۴  
تمرین سری دوم  
موحد تحویل: ۱۶ خرداد ۱۴۰۴

### نحوه تحویل:

- گزارش پروژه خود را در قالب یک فایل pdf و یا فایل ipynb تحویل دهید، گزارش باید شامل تمامی خروجی‌ها و نتایج نهایی، پاسخ سوالات، و توضیح مختصری از فرآیند حل مسئله هر قسمت باشد.
- کد کامل تمرین آپلود شود، لازم است بخش‌های مختلف در section های جدا نوشته شده باشد و کد منظم و دارای کامنت گذاری باشد. کد باید به صورت کامل اجرا شود و در صورت وجود خطا، ممکن است کل امتیاز بخش را از دست بدهید.
- مجموعه تمامی فایل‌ها (گزارش، کد به همراه توابع) را در قالب یک فایل فشرده (.rar/.zip) به فرمت: HW#\_std number\_full name در سامانه CW آپلود شود.
- در انجام تمرین استفاده از اینترنت مشورت مجاز می‌باشد اما کپی کردن تمرین حتی یک قسمت مجاز نمی‌باشد و در صورت مشاهده نمره کل تمرین صفر در نظر گرفته خواهد شد. لازم است اسم افرادی که با آن‌ها مشورت صورت گرفته و مراجع اینترنتی استفاده شده در گزارش ذکر شوند.
- استفاده از مدل‌های زبانی بزرگ بلامانع است.
- بخش اصلی نمره تمرین متعلق به تحلیل نتایج و مشاهدات است.
- کدهای آپلود شده بر روی دیتاستی پنهان ارزیابی می‌شوند، به این منظور علاوه بر فایل کد اصلی، یک فایل py دیگر نیز باید تحویل داده شود که به عنوان ورودی فولدر دارای تصاویر نویزی و خروجی را در فولدر دیگر بعد از تمیز شدن ذخیره کند.

```
input_folder/
|   — Question_1_subfolder/
|   |   — image_noisy_1.png
|   |   — image_noisy_2.png
|   — Question_2_subfolder/
|   |   — image_noisy_3.png
|   |   — image_noisy_4.png
output_folder/
```

```
| —— Question_1_subfolder /  
| | —— image1_denoised.png  
| | —— image2_denoised.png  
| —— Question_2_subfolder /  
| | —— image3_denoised.png  
| | —— image4_denoised.png
```

همچنین نیاز است که یک فایل `requirements.txt` نیز به همراه کد باشد که در آن تمامی کتابخانه‌های مورد نیاز برای اجرای کد باید به همراه ورژن آن‌ها مشخص شوند. این فایل باید به صورت یک لیست متنی ساده باشد که در هر خط نام یک کتابخانه به همراه نسخه‌ی آن ذکر شده باشد.

- دانشجویانی که علاوه بر فایل‌های مورد نیاز، یک `Dockerfile` برای بخش ارزیابی ارائه دهند که اجرای کد را قابل تکرار کند، امتیاز اضافه دریافت خواهند کرد.  
سیاست تاخیر:

در هر تمرین تا سقف ۵ روز و در مجموع می‌توانید تا ۱۵ روز تاخیر در کل داشته باشید.

به ازای هر روز تاخیر اضافه، ۱۰٪ از نمره تمرین کم خواهد شد.

## بخش تئوری

## سوال اول

ابتدا مقاله Deep Gaussian mixture model for unsupervised image segmentation را مطالعه کرده

سپس به سوالات زیر پاسخ دهید.

- الگوریتم GMM را با جزئیات توضیح داده و ایرادات آن را بیان کنید.
- الگوریتم های SVGMM و DeepG را بیان کرده و بگویید که هریک کدام ایراد GMM را برطرف میکند.
- الگوریتم DeepSVG را تشریح کرده و توضیح دهید چه مزیتی نسبت به دو الگوریتم قبلی دارد.
- چرا گام Expectation در الگوریتم deepSVG با یک روش مبتنی بر گرادیان جایگزین شده است؟

## سوال دوم

- در مورد الگوریتم Fuzzy C-Means تحقیق کرده و آن را به طور کامل شرح دهید.
- نشان دهید در این الگوریتم مراکز خوشه ها از رابطه زیر بدست می آید.

$$\mu_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^N \left( \frac{\|x_i - c_j\|}{\|x_i - c_k\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}}$$

## سوال سوم

- برای امبدینگ زیر به ازای وزن های داده شده مقدار self-attention را محاسبه کنید.

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 2 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$W^Q = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad W^K = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad W^V = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

## بخش عملی

**UNet**

در فایل نوت بوک UNet موجود، ابتدا تصاویر موجود در فایل training\_data را خوانده و و پس از انجام پیش پردازش آن را به داده های آموزش و ارزیابی تقسیم کنید. سپس در صورت نیاز بر روی داده های آموزش data augmentation انجام دهید و dataloader ها را ایجاد کنید. (هریک از تصاویر t1, t1ce, t2, flair را به عنوان یک داده مجزا در نظر بگیرید)

در مورد عملکرد اجزای مختلف UNet توضیح دهید و سپس مدل را تکمیل کنید.

- توابع هزینه را تکمیل کنید.
- مدل را به ازای سه تابع هزینه مختلف Dice, BCE, DiceBCE آموزش دهید و نمودارهای loss و accuracy را رسم نمایید.
- مدل UNet-Attention را تکمیل کرده و بخش های قبل را به ازای بهترین loss تکرار کنید.

**Clustering**

- با استفاده از الگوریتم های K-Means و Fuzzy C-Means تصاویر موجود در فولدر Q2 را سگمنت کنید.
- اکنون با استفاده مدل pretrained ResNet یا هر روش دیگری feature map های تصویر را بدست آورده پس resize کردن آن از طریق interpolation یا هر روش دیگری به همراه تصویر اصلی به الگوریتم K-Means و Fuzzy C-Means دهید.
- با استفاده از مدل از پیش آموزش دیده شده SAM تصاویر را سگمنت کنید.
- نتایج بدست آمده از هرپنج روش بر روی تصاویر را با یکدیگر مقایسه کنید.

**Deep Learning and GMM**

از بین دو گزینه زیر یکی را انتخاب کرده و پیاده سازی کنید و نتایج را گزارش کنید.

- الگوریتم deepSVG در مقاله Deep Gaussian mixture model for unsupervised image segmentation
- یک الگوریتم پیشنهادی که از شبکه های عمیق و GMM بهره میگیرد.

**DeepLabv3+**

همانند بخش اول dataloader ها را آماده کنید.

- فایل نوت بوک DeepLab را تکمیل کنید.
- مدل را برای تابع هزینه DiceBCE آموزش داده و نمودارهای IoU, accuracy, loss را رسم نمایید.