



پردازش هوشمند تصاویر زیست پزشکی

نیم سال اول ۰۳-۰۲

مدرس: محمدحسین رهبان

تمرین دوم

مدالیه های تصویربرداری

مهلت ارسال: ۱۲ آبان

- مهلت ارسال پاسخ تا ساعت ۲۳:۵۹ روز مشخص شده است.
- در طول ترم امکان ارسال با تاخیر تمرین ها بدون کسر نمره تا سقف ۱۲ روز وجود دارد. محل بارگذاری جواب تمرین ها بعد از ۴ روز بسته خواهد شد و پس از گذشت این مدت، پاسخ های ارسال شده پذیرفته نخواهند شد.
- توجه داشته باشید که نوت بوک های شما باید قابلیت باز اجرای ۱۰۰ درصد داشته باشند و در صورت نیاز به نصب یک کتابخانه یا دسترسی به یک فایل، مراحل نصب و دانلود (از یک محل عمومی) در نوت بوک وجود داشته باشد.
- هم فکری در انجام تمرین مانعی ندارد، فقط توجه داشته باشید که پاسخ تمرین حتما باید توسط خود شخص نوشته شده باشد. همچنین در صورت هم فکری در هر تمرین، در ابتدای جواب تمرین نام افرادی که با آن ها هم فکری کرده اید را حتما ذکر کنید.
- برای پاسخ به سوالات نظری در صورتی که از برگه خود عکس تهیه می کنید، حتما توجه داشته باشید که تصویر کاملاً واضح و خوانا باشد. در صورتی که خوانایی کافی را نداشته باشد، تصحیح نخواهد شد.
- محل بارگذاری سوالات نظری و عملی در هر تمرین مجزا خواهد بود. به منظور بارگذاری بایستی تمارین تئوری در یک فایل زیپ با نام `SPB_Theo_hw[HW-Number]_[First-Name]_[Last-Name]_[Student-Id].zip` و تمارین عملی نیز در یک فایل مجزای زیپ با نام `SPB_Prac_hw[HW-Number]_[First-Name]_[Last-Name]_[Student-Id].zip` بارگذاری شوند.
- در صورت ارسال کامل تمرین تا تاریخ ۶ آبان، ۰.۱۶ نمره مثبت به شما تعلق خواهد گرفت و در صورت ارسال پس از این تاریخ تا روز ۱۲ آبان به صورت خطی این نمره مثبت کمتر خواهد شد.
- در صورت وجود هرگونه ابهام یا مشکل، در کوثرای درس آن مشکل را بیان کنید و از پیغام دادن مستقیم به دستیاران آموزشی خودداری کنید.

بخش تئوری (۶۰ + ۳ نمره)

۱. سوال اول (۱۰ + ۱ نمره)

الف) با داشتن اطلاعات زیر ماتریس 2×2 اصلی را با روش back propagation با ذکر مراحل بازسازی کنید. جدول زیر در این باره است که با تاباندن پرتو به جسم مورد نظر در زوایای مختلف، در فواصل مختلف گیرنده چه عددی را نمایش می دهد. (راهنمایی: یک جسم مربعی 2×2 دارید که میخواهید ۴ مقدار آن را پیدا کنید. در هر زاویه باید حساب کنید در هر r ، کدام خانه های جدول دخیل هستند.)

زاویه	$r = 0$	$r = 1$	$r = 2$
۰	۱۰	۷	-
۴۵	۷	۸	۲
۹۰	۱۲	۵	-
۱۳۵	۵	۹	۳

ب) مشخص کنید که کدام يك از درايه ها در تصوير CT بازسازی شده احتمالا متعلق به استخوان و کدام يك احتمالا متعلق به هوا بوده اند؟
 ج) به نظر شما چرا از اين روش در عمل برای بازسازی تصاویر CT نمی‌توان استفاده کرد؟ (از نظر سرعت، حساسیت به نویز و نیاز به حافظه، این مسئله را مورد بررسی قرار دهید) (۱ نمره امتیازی)

۲. سوال دوم (۱۰ نمره)

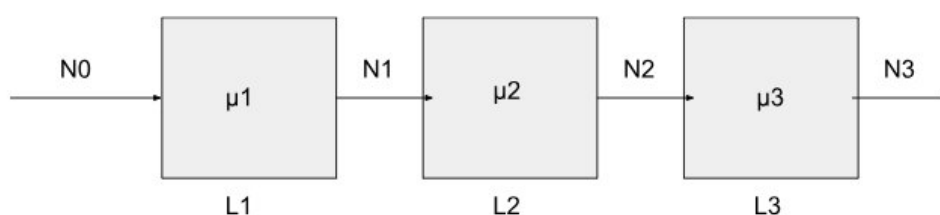
الف) در تصویربرداری MRI چگونه بین بافت های مختلف contrast ایجاد می‌شود؟

ب) سیگنال گرفته شده از بافت‌ها، یک تابع سینوسی میرا است. چگونه می‌توان بخش سینوسی را حذف کرد تا فقط اطلاعات مربوط به بافت باقی بماند؟

ج) میدان مغناطیسی ایجاد شده در دستگاه تصویربرداری MRI برابر با $B = 2.6 + 0.3z$ در تصویربرداری در سطح مقطع $z = 2$ ، باید از چه فرکانسی استفاده کنیم و اگر ماکسیمم سیگنال قابل ثبت شدن توسط دستگاه $68 \times 10^7 \text{ MHz}$ باشد، flip angle را بدست آورید. (ضریب gyromagnetic هیدروژن را برابر با 42.5 T/M در نظر بگیرید و فرض کنید تعداد اتم های هیدروژن در بافت مورد نظر برابر با 10^7 باشد).

۳. سوال سوم (۱۰ نمره)

در شکل زیر سه ماده مختلف با میرایی‌های μ_1 و μ_2 و μ_3 داریم که طول هر يك به ترتیب l_1 و l_2 و l_3 است.



اگر تشعشع ورودی n_0 باشد، مقدار n_3 چقدر است؟
 برای مقادیر μ داریم:

$$\mu_1(x) = 2x^2$$

$$\mu_2(x) = x + 3$$

$$\mu_3(x) = \frac{1}{x^2}$$

۴. سوال چهارم (۱۰ نمره)

در تصویربرداری PET-CT علاوه بر PET scan همزمان یک CT scan نیز انجام می‌دهند تا علاوه بر نواحی فعال که با PET مشخص می‌شوند، سایر بافت‌ها و محل دقیق فعالیت واضح‌تر باشد. می‌دانیم با توجه به نیمه عمر عناصر استفاده شده در یک PET scan، این تصویربرداری در مقایسه با CT scan می‌تواند بسیار زمان‌بر باشد که این می‌تواند فرایند تصویربرداری را سخت کند و کاهش زمان تصویربرداری برای ما مطلوب است، اما اگر زمان کافی برای این تصویربرداری اختصاص داده نشود و ذرات کافی دیتکت نشوند، تصویر بازسازی شده کیفیت خوبی نخواهد داشت. [این مقاله](#)، با استفاده از یادگیری عمیق به بررسی راه‌حل این مشکل می‌پردازد.

با توجه به مقاله به سوالات زیر پاسخ دهید.

- ۱ - مزیت‌های سیستم‌های PET-CT دیجیتال نسبت به سیستم‌های قبلی چیست؟
- ۲ - ایده و متد استفاده شده در مقاله را شرح دهید، توضیحات متد باید شامل موارد زیر باشد:
 - الف- ورودی‌ها و خروجی شبکه چیست؟
 - ب- معماری شبکه به چه صورت است؟
 - ج- معیار ارزیابی و نتایج به چه صورت است؟

۵. سوال پنجم (۵ نمره)

با توجه به اینکه برای کار بر روی تصاویر ultrasound نیاز به آشنایی با مودهای تصاویر آن است، تحقیق کنید که سه حالت A, B, M در تصویربرداری ultrasound با یکدیگر چه تفاوتی دارند و کاربرد هرکدام چیست؟ (برای اطلاعات بیشتر می‌توانید به این [دوره](#) مراجعه کنید).

۶. سوال ششم (۱۵ + ۲ نمره)

در این سوال قصد داریم با چالش‌های استفاده از هوش مصنوعی و به طور خاص یادگیری عمیق در تحلیل تصاویر پزشکی آشنا شویم، با توجه به این [مقاله](#) به سوالات زیر پاسخ دهید.

۱. تاثیر حمله‌های adversarial بر روی شبکه‌های عصبی عمیق با توجه به نویزی بودن تصاویر چگونه است؟
۲. چالش‌ها و راه‌حل‌های موجود در ساختن یک دیتاست balanced و annotated از تصاویر پزشکی چیست؟
۳. چرا علاوه بر معیارهای عددی سنجش مدل‌ها، به توضیح پذیری visual نیز نیاز داریم؟ چند مثال از الگوریتم‌های توضیح پذیری visual ذکر کنید.
۴. توضیح‌پذیری Model agnostic و Model specific را شرح دهید و از لحاظ معایب و مزایا با هم مقایسه کنید. (۲ نمره امتیازی)

بخش عملی (۴۰ + ۶ نمره)

در این سوال تاثیر مدل pretrain برای طبقه بندی تصاویر MRI با روش‌های مختلف آموزش مدل را بررسی می‌کنیم. بدین منظور دادگان مورد نیاز را می‌توانید از [اینجا](#) دریافت کنید. تصاویر به سه کلاس (۱) Meningioma، (۲) Glioma و (۳) Pitutary تقسیم شده‌اند. موارد زیر را حتماً لحاظ فرمایید.

- از پایتورچ استفاده کنید.
- از هر کلاس سه عکس را نمایش دهید. (۳ نمره)
- از دیتاست و دیتالودر پایتورچ استفاده کنید (متناسب با دیتاست اشاره شده کلاس‌های مربوط به دیتاست و دیتالودر را به صورت شخصی‌سازی شده و با ارث بری از کلاس‌های پایتورچ پیاده‌سازی کنید). (۵ نمره)
- در موارد الف، ب و ج منظور از ارزیابی کنید، این است که ارزیابی accuracy و F1-Score را برای داده آموزش، اعتبارسنجی و تست به صورت مجزا گزارش کنید. همچنین ماتریس درهم‌ریختگی را برای هر سه دسته آموزش، اعتبارسنجی و تست نیز به صورت مجزا گزارش کنید.

الف- مدل [الکس نت](#) را from scratch پیاده‌سازی کنید. مدل را با لاس categorical cross entropy آموزش دهید. نمودار loss و accuracy را بر حسب ایپاک‌ها برای ترین و ولیدیشن رسم کنید. سپس مدل آموزش دیده را ارزیابی کنید. (۱۰ نمره)

ب- مدل الکس نت pretrain را با لاس categorical cross entropy آموزش دهید. نمودار accuracy و loss را بر حسب ایپاک ها برای ترین و ولیدیشن رسم کنید. سپس مدل آموزش دیده را ارزیابی کنید. (۱۰ نمره)

ج- مدل الکس نت from scratch را ۱۰ ایپاک با لاس supervised contrastive آموزش دهید. سپس مدل را با لاس categorical cross entropy پنج ایپاک فاین تیون کنید. سپس مدل آموزش دیده را ارزیابی کنید. (۱۰ نمره)

* استفاده از wandb به منظور تمامی ویژوالیزیشن ها از جمله نمودارهای Loss گفته شده و همچنین موارد مرتبط با ارزیابی ها، نمره امتیازی دارد. (۶ نمره امتیازی)