



تحلیل هوشمند تصاویر زیست پزشکی

نیم سال اول ۰۳-۰۲

مدرس: محمدحسین رهبان

تمرین ششم

- 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 بارگزاری 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 کاملا 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 IABI_Theo_hw6_[First-Name]_[Last-Name]_[Student-Id].zip و تمارین عملی نیز در یک فایل مجزای زیپ با نام IABI_Prac_hw6_[First-Name]_[Last-Name]_[Student-Id].zip بارگذاری شوند.
- 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 نظری (۵۰ نمره)

سوال اول (۱۵ نمره)

۱. در عرصه مدل های deep generative، مدل های Diffusion Models، Generative Adversarial Networks (GANs) و Variational Autoencoders (VAEs) از نظر معماری، روش های آموزش، کیفیت و تنوع نمونه ها و همچنین کاربرد در زمینه های مختلف بررسی کرده و مقایسه کنید؟
۲. چرا از Diffusion model ها در تحلیل تصاویر پزشکی استفاده می شود؟ مزایای استفاده از آنها چیست؟

سوال دوم (۱۰ نمره)

۱. چرا برای نمونه برداری از توزیع با استفاده از تابع امتیاز، به فرآیند دیفیوژن نیاز داریم و چه اتفاقی می افتد اگر بدون اضافه کردن نویز نرمال و کانولوشن توزیع اصلی با توزیع نرمال، سعی در استفاده مستقیم از تابع امتیاز کنیم؟
۲. حال در ادامه سوال قبل، توزیع احتمال $p(x, t)$ که به صورت زیر تعریف می شود را در نظر بگیرید:

$$p(x, t) = \sum_{j=1}^M w_j \frac{1}{\sqrt{2\pi (s_j^2 + \sigma^2 t)}} \exp \left\{ -\frac{[x - \mu_j]^2}{2 (s_j^2 + \sigma^2 t)} \right\}.$$

تابع امتیاز مربوطه $s(x, t)$ را برای این توزیع بدست آورید و آن را برای یک زمان t دلخواه با $t = 0$ مقایسه کنید.

سوال سوم (۱۵ نمره)

با توجه به مطالب گفته شده در کلاس و همچنین مطالعه بخش تحلیل خطا از کتاب Machine Learning Yearning by Andrew Ng به سوالات زیر پاسخ دهید:

۱. با ذکر یک مثال از تحلیل تصاویر پزشکی، توضیح دهید چگونه تحلیل خطا می تواند از صرف وقت بیهوده برای بهبود کیفیت مدل بر روی دسته ی خاصی از دیتاها جلوگیری کند؟
۲. دو زیر مجموعه Eyeball و Blackbox چه هستند و تقسیم بندی دیتای ولیدیشن به این دو چه فایده ای دارد؟
۳. مفهوم error analysis by parts را با ذکر یک مثال در حوزه تصاویر پزشکی توضیح دهید که چگونه این روش می تواند به اولویت دهی برای بهبود کیفیت بخش های مختلف سیستم کمک کند.

سوال چهارم (۱۰ نمره)

در این تمرین، شما با چالش ها، تبدیل و تقریب توابع هدف در مدل های مبتنی بر امتیاز در زمینه فرایندهای تصادفی سروکار دارید. مدل های مبتنی بر امتیاز اغلب در یادگیری ماشین و تحلیل داده های تصادفی کاربرد دارند. هدف شما این است که درک کنید چرا تابع هدف تغییر یافته نسبت به نسخه اولیه ترجیح داده می شود.

میدانیم در روش های Score-based تابع هدف اولیه معمولاً به صورت زیر است:

$$J_{\text{naive}}(\theta) := \frac{1}{2} \int dx dt p(x, t) [s_{\theta}(x, t) - \nabla_x \log p(x, t)]^2$$

اما این تابع مشکل عمده ای دارد: تخمین گرادیان لگاریتم $p(x, t)$ دشوار است زیرا $p(x, t)$ ممکن است به شدت به $p(x, 0)$ ، توزیع هدف ناشناخته، وابسته باشد. برای حل این مشکل، به سراغ تابع هدف تغییر یافته، $J_{\text{mod}}(\theta)$ ، میرویم که همان global minimum را دارد اما کاربردی تر است.

$$J_{\text{mod}}(\theta) := \frac{1}{2} \int dx dx^{(0)} dt p(x, t | x^{(0)}, 0) p(x^{(0)}) [s_{\theta}(x, t) - \nabla_x \log p(x, t | x^{(0)}, 0)]^2$$

اثبات کنید که $J_{\text{naive}}(\theta)$ و $J_{\text{mod}}(\theta)$ دارای global minimum های یکسان هستند. **راهنمایی:** در روند اثبات لازم است از Log-derivative trick استفاده کنید. چنانچه با آن اشنایی ندارید پیش از حل سوال این [لینک](#) را مطالعه کنید.

بخش عملی (۵۰ نمره)

پیاده سازی مدل DDPM برای تشخیص پیکسل های سرطانی در تصاویر MRI مغز

در این تمرین، دانشجویان با پیاده سازی مدل DDPM برای تشخیص پیکسل های سرطانی در تصاویر MRI مغز آشنا می شوند. این مدل یک مدل خاص منظوره است که برای این کار طراحی شده است. نوت بوک را طبق توضیحات و با رعایت ساختار پیشنهادی تکمیل کنید. لطفاً در نهایت خود فایل نوت بوک را ارسال کنید و از ارسال لینک یا به اشتراک گذاری در کولب و ... خودداری کنید. از آنجایی که این مدل یک پیاده سازی دلخواه از مقاله [MedSegDiff](#) است، دانشجویان می توانند در هر کجا که توضیحات نوت بوک برایشان کافی نبود، به این مقاله مراجعه کنند.

نکته: تیم تدریس همچنین پیشنهاد می‌دهد که دانشجویان از کپی کردن کدهای موجود در اینترنت خودداری کنند. این کدها ممکن است با ساختار نوت‌بوک تمرین تفاوت داشته باشند و در نتیجه، باعث ایجاد مشکل در انجام تمرین شوند. بهترین روش برای انجام این تمرین، پیروی از راهنمایی‌ها و جریان نوت‌بوک است.