

به نام خدا



دانشگاه تهران



دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

درس شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق

تمرین سوم

پارمیس بطحائیان	نام دستیار طراح	پرسش ۱
parmisbathaeiyan@gmail.com	رایانامه	
محمد ولی نژاد	نام دستیار طراح	پرسش ۲
m.valinezhad@ut.ac.ir	رایانامه	
۱۴۰۳.۰۹.۱۳	مهلت ارسال پاسخ	

فهرست

قوانین.....	۲
پرسش ۱. سگمنتیشن تومور مغزی از روی تصاویر MRI.....	۱
۱-۱. توصیف مدل ارائه شده.....	۱
۱-۲. آماده سازی مجموعه داده.....	۱
۱-۳. تقویت داده.....	۲
۱-۴. بهینه ساز، معیارها و تابع هزینه.....	۲
۱-۵. پیاده سازی مدل.....	۲
۱-۶. آموزش مدل.....	۳
۱-۷. ارزیابی مدل.....	۳
پرسش ۲ - تشخیص تابلو های راهنمایی و رانندگی.....	۴
۲-۱. آماده سازی مجموعه داده.....	۵
۲-۲. تنظیم دقیق و ارزیابی مدل تشخیص شی دو مرحله ای.....	۶
۲-۳. تنظیم دقیق و ارزیابی مدل تشخیص شی تک مرحله ای.....	۷
۲-۴. ارزیابی نتایج و مقایسه مدل ها.....	۷

شکل‌ها

شکل ۱ نمونه پیش بینی شده توسط مدل تنظیم شده دو مرحله ای.....۷

قبل از پاسخ دادن به پرسش‌ها، موارد زیر را با دقت مطالعه نمایید:

- از پاسخ‌های خود یک گزارش در قالبی که در صفحه‌ی درس در سامانه‌ی Elearn با نام **REPORTS_TEMPLATE.docx** قرار داده شده تهیه نمایید.
- پیشنهاد می‌شود تمرین‌ها را در قالب گروه‌های دو نفره انجام دهید. (بیش از دو نفر مجاز نیست و تحویل تک نفره نیز نمره‌ی اضافی ندارد) توجه نمایید الزامی در یکسان ماندن اعضای گروه تا انتهای ترم وجود ندارد. (یعنی، می‌توانید تمرین اول را با شخص A و تمرین دوم را با شخص B و ... انجام دهید)
- **کیفیت گزارش شما در فرآیند تصحیح از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛** بنابراین، لطفاً تمامی نکات و فرض‌هایی را که در پیاده‌سازی‌ها و محاسبات خود در نظر می‌گیرید در گزارش ذکر کنید.
- در گزارش خود مطابق با آنچه در قالب نمونه قرار داده شده، برای شکل‌ها زیرنویس و برای جدول‌ها بالانویس در نظر بگیرید.
- الزامی به ارائه توضیح جزئیات کد در گزارش نیست، اما باید نتایج بدست آمده از آن را گزارش و تحلیل کنید.
- **تحلیل نتایج الزامی می‌باشد، حتی اگر در صورت پرسش اشاره‌ای به آن نشده باشد.**
- **دستیاران آموزشی ملزم به اجرا کردن کدهای شما نیستند؛** بنابراین، هرگونه نتیجه و یا تحلیلی که در صورت پرسش از شما خواسته شده را به طور واضح و کامل در گزارش بیاورید. در صورت عدم رعایت این مورد، بدیهی است که از نمره تمرین کسر می‌شود.
- **کدها حتماً باید در قالب نوت‌بوک با پسوند ipynb تهیه شوند، در پایان کار، تمامی کد اجرا شود و خروجی هر سلول حتماً در این فایل ارسالی شما ذخیره شده باشد.** بنابراین برای مثال اگر خروجی سلولی یک نمودار است که در گزارش آورده‌اید، این نمودار باید هم در گزارش هم در نوت‌بوک کدها وجود داشته باشد.
- **در صورت مشاهده‌ی تقلب امتیاز تمامی افراد شرکت‌کننده در آن، ۱۰۰- لحاظ می‌شود.**
- تنها زبان برنامه نویسی مجاز **Python** است.
- **استفاده از کدهای آماده برای تمرین‌ها به هیچ وجه مجاز نیست.** در صورتی که دو گروه از یک منبع مشترک استفاده کنند و کدهای مشابه تحویل دهند، تقلب محسوب می‌شود.
- نحوه محاسبه تاخیر به این شکل است: پس از پایان رسیدن مهلت ارسال گزارش، حداکثر تا یک هفته امکان ارسال با تاخیر وجود دارد، پس از این یک هفته نمره آن تکلیف برای شما صفر خواهد شد.

○ سه روز اول: بدون جریمه

○ روز چهارم: ۵ درصد

○ روز پنجم: ۱۰ درصد

○ روز ششم: ۱۵ درصد

○ روز هفتم: ۲۰ درصد

- حداکثر نمره‌ای که برای هر سوال می‌توان اخذ کرد ۱۰۰ بوده و اگر مجموع بارم یک سوال بیشتر از ۱۰۰ باشد، در صورت اخذ نمره بیشتر از ۱۰۰، اعمال نخواهد شد.

○ برای مثال: اگر نمره اخذ شده از سوال ۱ برابر ۱۰۵ و نمره سوال ۲ برابر ۹۵ باشد، نمره نهایی

تمرین ۹۷.۵ خواهد بود و نه ۱۰۰.

- لطفا گزارش، کدها و سایر ضمایم را به در یک پوشه با نام زیر قرار داده و آن را فشرده سازید، سپس در سامانه‌ی Elearn بارگذاری نمایید:

HW[Number]_[Lastname]_[StudentNumber]_[Lastname]_[StudentNumber].zip

(مثال: HW۱_Ahmadi_۸۱۰۱۹۹۱۰۱_Bagheri_۸۱۰۱۹۹۱۰۲.zip)

- برای گروه‌های دو نفره، بارگذاری تمرین از جانب یکی از اعضا کافی است ولی پیشنهاد می‌شود هر دو نفر بارگذاری نمایند.

پرسش ۱. سگمنتیشن تومور مغزی از روی تصاویر MRI

در این تمرین، شما بر روی پیاده‌سازی مدل U-Net با به کار بردن transfer learning از مدل VGG۱۶ برای مسئله‌ی سگمنتیشن تومور مغزی از روی تصاویر MRI کار خواهید کرد. هدف این سوال، درک اصول سگمنتیشن تصویر و به‌کارگیری مدل UNet-VGG۱۶ معرفی‌شده در [مقاله‌ی پیوست شده](#) است.

۱-۱. توصیف مدل ارائه شده

(۱۵ نمره)

مقاله را خوانده و در مورد نحوه‌ی عملکرد مدل پیشنهاد شده، ساختار معماری آن، و نقش هر قسمت در فرآیند سگمنتیشن توضیح دهید. همچنین توضیح دهید که چرا معماری VGG برای transfer learning انتخاب شده است و transfer learning در این مدل از چه جهات می‌تواند کمک کننده باشد.

۲-۱. آماده‌سازی مجموعه داده

(۵ نمره)

مجموعه داده انتخاب‌شده برای این تمرین شامل تصاویر MRI مغز می‌باشد. این مجموعه داده را از [این لینک](#) دریافت کنید. ابتدا تصاویر را خوانده و چند نمونه از تصاویر اصلی را همراه با ماسک نمایش دهید. سپس داده‌ها را به نسبت ۸۰-۱۰-۱۰ به سه بخش آموزش، اعتبارسنجی و ارزیابی تقسیم کرده و تعداد داده‌های هر دسته را گزارش کنید.

۱-۳. تقویت داده

(۱۰ نمره)

روی مجموعه داده از تکنیک‌های augmentation مانند چرخش، تغییر مقیاس و تغییرات شدت روشنایی استفاده کنید. تأثیر آنها بر عملکرد مدل را توضیح داده و چند نمونه از تصاویر تقویت‌شده را نمایش دهید.

۱-۴. بهینه‌ساز، معیارها و تابع هزینه

(۱۵ نمره)

در مورد معیارهای Dice Coefficient و IoU Score توضیح دهید. این دو را پیاده‌سازی کرده و از آنها به همراه Accuracy به عنوان معیار حین آموزش شبکه استفاده کنید. بهینه‌ساز و تابع هزینه را مطابق با مقاله یا با انتخاب خودتان تنظیم کرده و آنها را گزارش کنید. پیشنهاد میشود برای تابع هزینه از Dice loss استفاده کنید.

۱-۵. پیاده‌سازی مدل

(۱۰ نمره)

مدل UNet-VGG^{۱۶} را مطابق مقاله برای مساله سگمنتیشن تصاویر پیاده‌سازی کنید.

۱-۶. آموزش مدل

(۳۰ نمره)

برای آموزش مدل تعداد epoch ها و batch size را به دلخواه انتخاب کرده و گزارش کنید. در پایان، نمودار تغییرات متریک‌ها و تابع هزینه روی داده های آموزش و ارزیابی را رسم کرده و تحلیل کنید. توجه داشته باشید که رسیدن به نتیجه مقاله لزومی ندارد و رسیدن معیارهای IoU Score و Dice Coefficient به مقدار ۰.۶ روی داده های اعتبارسنجی، نشان دهنده یادگیری خوب مدل شماست.

۱-۷. ارزیابی مدل

(۱۵ نمره)

پس از آموزش مدل، ۱۰ نمونه از تصاویر ارزیابی (شامل مواردی با وجود تومور) را همراه با ماسک واقعی و ماسک پیش‌بینی شده نمایش دهید. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده روی تصاویر، عملکرد مدل را توضیح دهید.

پرسش ۲ - تشخیص تابلوهای راهنمایی و رانندگی

سیستم‌های تشخیص تابلوهای راهنمایی و رانندگی نقش مهمی در سیستم‌های کمک‌راننده (ADAS^۱) و رانندگی خودکار (ADS^۲) دارند و با شناسایی و طبقه‌بندی اطلاعات حیاتی را برای هدایت ایمن وسایل نقلیه فراهم می‌کنند. دستیابی به دقت بالا در این سیستم‌ها به دلیل شرایط پیچیده جاده‌ای مانند نور، آب‌وهوا و تراکم ترافیک، یک چالش بزرگ محسوب می‌شود. علائم راهنمایی و رانندگی معمولاً به صورت علائم ممنوعه (prohibitory)، خطر (danger) و الزامی (mandatory) دسته‌بندی شده و با رنگ‌ها و اشکال متمایز طراحی می‌شوند تا برای انسان به راحتی قابل شناسایی باشند. با این حال، در سیستم‌های یادگیری عمیق، تشخیص خودکار این علائم، به‌ویژه در شرایط متغیر و چالش‌برانگیز، یک چالش مهم محسوب می‌شود.

این [مقاله](#) عملکرد مدل‌های تشخیص شیء یک‌مرحله‌ای و دو مرحله‌ای^۳ با شبکه‌های پشتیبان^۴ مختلف را برای تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی بررسی کرده است. این ارزیابی با تنظیم دقیق مدل‌های از پیش آموزش‌دیده (بر روی مجموعه داده COCO) بر روی مجموعه داده GTSDb انجام شده است. حال می‌خواهیم در این تمرین عملکرد مدل‌های از پیش آموزش‌دیده Faster R-CNN با شبکه پشتیبان ResNet^{۵۰}-FPN و SSD^{۳۰۰} با شبکه VGG^{۱۶} را بر روی مجموعه داده GTSDb مورد بررسی قرار دهیم.

^۱ Advanced Driver-Assistance Systems

^۲ Autonomous Driving Systems

^۳ one-stage and two-stage

^۴ backbone networks

۲-۱. آماده سازی مجموعه داده

(۱۰ نمره)

در این بخش به آشنایی با مجموعه داده GTSDDB می پردازیم. با استفاده از این [لینک](#) آدرس اقدام به دانلود فایل FullIJCNN۲۰۱۳.zip کنید. پس از بارگیری و مطالعه فایل ReadMe.txt، بخش های زیر را انجام دهید.

- پس از آماده سازی مجموعه داده، توضیح مختصری در مورد مجموعه داده را بیان کرده و اقدام به نمایش ۳ تصویر به همراه annotation های آنها، شبیه به تصویر زیر کنید.



- در گام بعد با توجه به آستانه های بیان شده در مقاله، اشیا را به سه دسته small، medium و large برچسب گذاری کنید. حال هیستوگرام مربوط به فراوانی آن ها را رسم کنید. همچنین هیستوگرام مربوط به فراوانی کلاس ها در مجموعه داده را نیز ترسیم کنید. (دقت کنید که کلاس های شما شامل علائم ممنوعه (prohibitory)، خطر (danger) و الزامی (mandatory) و دیگر (other) است).
- حال مجموعه داده را به نسبت ۰.۲ به مجموعه های آموزش و ارزیابی تقسیم بندی کنید. (سعی کنید اطلاعات مربوط به داده ها تقسیم بندی شده را ذخیره کنید، چرا که قصد داریم با داده های یکسان اقدام به تنظیم و ارزیابی مدل ها کنیم). هیستوگرام مربوط به توزیع کلاس ها و اندازه اشیا را برای مجموعه های آموزش و ارزیابی ترسیم کنید.

۲-۲. تنظیم دقیق و ارزیابی مدل تشخیص شی دو مرحله ای

(۳۵ نمره)

در این بخش قصد داریم تا مدل دو مرحله ای Faster R-CNN با شبکه پشتیبان ResNet^{۵۰}-FPN را بر روی داده های آماده شده تنظیم کنیم.

- در ابتدا توضیح مختصری در مورد این مدل و شبکه پشتیبان آن مطرح کنید.
- حال اقدامات لازم جهت آماده سازی مدل برای تنظیم دقیق را انجام دهید و به طور کامل این اقدامات شرح دهید.
- داده های تقسیم بندی شده برای آموزش مدل را آماده سازی کنید، و عملیات نرمال سازی را روی داده ها انجام دهید.
- به منظور ارزیابی مدل معیارهای IoU^1 و mAP^2 را پیاده سازی کرده و آن ها را شرح دهید.
- حال با استفاده از بهینه ساز و تابع هزینه مناسب (دلیل انتخاب خود را توضیح دهید) اقدام به تنظیم دقیق مدل کنید.
- پس از تنظیم دقیق مدل، اقدام به ارزیابی آن با استفاده از معیارهای پیاده سازی شده کنید. ($IoU = 0.5$)
- نمودار مربوط به AP به ازای IoU های متفاوت را مشابه Figure ۱ مقاله برای هر کلاس رسم کنید و تحلیل کنید. (نمودار باید شامل همه کلاس ها باشد!)
- اقدام به ارزیابی مدل برای اشیا با اندازه های متفاوت کنید و نموداری مشابه Figure ۲ را برای آن ترسیم کنید و نتایج را تحلیل کنید.
- یک نمونه تصویر از داده های ارزیابی را با استفاده از مدل تنظیم شده، پیش بینی کنید و نتایج را به مانند تصویر زیر نمایش دهید.

¹ Intersection of Union

² Mean Average Precision (mAP)

Ground Truth (Green) and Predictions (Red, dashed) - Image 1



شکل ۱ نمونه پیش بینی شده توسط مدل تنظیم شده دو مرحله ای

۲-۳. تنظیم دقیق و ارزیابی مدل تشخیص شی تک مرحله ای

(۳۵ نمره)

در این بخش قصد داریم تا مدل تک مرحله ای SSD^{۳۰۰} با شبکه پشتیبان VGG^{۱۶} را بر روی داده‌های آماده شده تنظیم کنیم. تمامی مراحل ذکر شده در بخش ۲-۲ را انجام دهید.

۲-۴. ارزیابی نتایج و مقایسه مدل ها

(۲۰ نمره)

حال با توجه به نتایج به دست آمده در بخش های قبلی، اقدام به مقایسه عملکرد دو مدل تنظیم شده کنید.

- کدام مدل عملکرد بهتری در شناسایی علائم کلاس های مختلف داشته است؟ تحلیل خود را ارائه دهید.
- کدام مدل عملکرد بهتری در شناسایی علائم با اندازه های مختلف داشته است؟ تحلیل خود را ارائه دهید.

- به نظر شما چه عواملی می‌تواند بر عملکرد مدل‌ها تأثیر گذاشته باشد؟ راهکارهای پیشنهادی خود را برای بهبود دقت و سرعت مدل‌ها ارائه دهید.