

به نام خدا



دانشگاه تهران  
دانشکده فنی  
دانشکده برق و کامپیوتر



درس تحلیل و طراحی شبکه های عصبی عمیق

تمرین چهارم

دی ۱۴۰۲

هدف از انجام این تمرین آشنایی با فشردن سازی شبکه های عصبی است. فشردن سازی شبکه های عصبی امری مهم در توسعه و بهینه سازی مدل های شبکه عصبی است که به تازگی به عنوان یکی از جنبه های کلیدی در زمینه یادگیری عمیق شناخته شده است. با کاهش تعداد پارامترها، این فناوری تاثیر چشمگیری بر سرعت آموزش و پیش بینی مدل دارد، در عین حال که نیاز به حافظه را نیز به حداقل می رساند. به عبارت دیگر، هدف اصلی از اجرای این تمرین، بهبود کارایی و کاربردی تر کردن شبکه های عصبی است.

**نکته مهم :** در این تمرین باید تمام پیاده سازی ها از جمله معماری ها و شاخص SI باید توسط خود شما انجام شود.

**نکته مهم :** به تمام نکات گفته شده در انتهای هر تمرین توجه داشته باشید.

### سوال یک) فشرده سازی شبکه عصبی

زمانی که یک مدل شبکه عصبی بر روی یک مجموعه داده اعمال می‌شود می‌تواند با توجه به نوع و ویژگی‌های داده ورودی دارای افزونگی‌های زیادی باشد و بعضی از لایه‌ها و ویژگی‌ها تغییری در عملکرد مدل ایجاد نکرده و وجودشان ضروری نباشند، در این وضعیت ایده فشرده‌سازی مدل می‌تواند مفید واقع شود.

#### نکات مربوط به گزارش نتایج در کل سوال (۱):

انتظار می‌رود در این سوال به ازای هر آموزش انجام شده (در تمام بخش‌های سوال) بر روی شبکه VGG16 موارد خواسته شده زیر را گزارش نمائید.

- نمودار دقت<sup>۱</sup> و تابع هزینه<sup>۲</sup> داده‌های آموزشی<sup>۳</sup> و ارزیابی<sup>۴</sup> در حین آموزش شبکه
- دقت شبکه بر روی داده‌های تست بهترین نسخه از شبکه آموزش داده شده
- نمودار مقدار Center SI داده‌های آموزشی و تست در بهترین نسخه از شبکه آموزش داده شده در تمام لایه‌ها
- تحلیل نتایج هر قسمت سوال

#### نکات مربوط به گزارش نتایج در قسمت (ج) سوال (۱):

انتظار می‌رود در این قسمت از سوال علاوه بر موارد قبلی گفته شده، موارد زیر را نیز برای این قسمت گزارش کنید.

- نمودار روند تغییر شاخص SI بر حسب ویژگی‌های انتخاب شده در قسمت دوم الگوریتم فشرده سازی
- تعداد پارامترهای شبکه قبل و بعد فشرده سازی
- تفاوت دقت شبکه بر روی داده‌های تست قبل و بعد فشرده سازی

---

<sup>1</sup> Accuracy

<sup>2</sup> Loss Function

<sup>3</sup> Train

<sup>4</sup> Validation

### نکاتی در ارتباط با مجموعه داده در کل سوال (۱) :

- از داده‌های تست اختصاص داده شده صرفاً برای تست نهایی مدل در انتهای آموزش شبکه استفاده کنید و داده‌های ارزیابی را از داده‌های آموزشی جدا نمایید. برای این تمرین دقیقاً ده درصد داده ها را جدا نمایید.
- با توجه به متوازن<sup>۱</sup> بودن مجموعه داده‌ها، لازم است داده های آموزشی و ارزیابی نیز به صورت متوازن انتخاب بشوند.
- از تغییر ابعاد داده های ورودی خودداری کنید و از ابعاد اصلی مجموعه داده استفاده کنید.
- پیش از استفاده از مجموعه داده در آموزش و ارزیابی شبکه، حتماً داده ها را نرمال کنید.
- از روش های تقویت داده مناسب جهت افزایش دقت شبکه و جهت جلوگیری از Overfitting استفاده نمایید.
- از تمام داده ها برای آموزش، ارزیابی و تست شبکه استفاده کنید و داده ای را کنار نگذارید.
- از ده درصد داده ها برای محاسبه شاخص SI استفاده کنید.
- دقت داشته باشید برای محاسبه شاخص SI و تصمیم گیری بر اساس آن جهت فشردن سازی در قسمت (ج) ، این تصمیم گیری باید مبتنی بر داده های آموزشی باشد.

### نکاتی در ارتباط با شبکه عصبی در کل سوال (۱) :

- برای ابر پارامترهای مورد استفاده در آموزش شبکه از پارامترهای گفته شده در جدول (۱) استفاده نمایید.
- وزن های اولیه مدل باید به صورت رندوم باشد.
- انتظار می رود دقت مدل بر روی مجموعه داده CIFAR10 در روش انتها به انتها حدود ۹۰ درصد باشد.

Parameter	Value
<b>Optimizer</b>	SGD with Momentum
<b>Momentum</b>	0.9
<b>Weight Decay</b>	5e-4
<b>Loss Function</b>	Categorical Cross Entropy
<b>Batch Size</b>	128

<sup>1</sup> Balanced

<b>Epochs (End-to-End Learning)</b>	200
<b>Learning Rate Scheduler</b>	StepLR
<b>Initial Learning Rate</b>	با استفاده از جستجو مقدار اولیه نرخ یادگیری و مقدار Step را پیدا کنید

جدول ۱ - ابرپارامترهای مورد استفاده در سوال (۱)

### (آموزش مدل)

**الف)** ابتدا مدل شبکه عصبی را بر روی مجموعه داده CIFAR10 آموزش بدهید و بهترین نسخه از مدل آموزش داده شده را ذخیره نمایید.

### (آموزش قسمت طبقه بند)

**ب)** از قسمت استخراج ویژگی مدل آموزش داده شده قسمت **الف)** سوال استفاده نمائید و لایه های طبقه بند را به شبکه اضافه کنید و مجدداً شبکه را با CIFAR-10 آموزش بدهید. با این تفاوت که این بار لایه های موجود در قسمت استخراج ویژگی شبکه قابل آموزش دادن نباشند و فقط لایه های طبقه بند آموزش داده شوند.

### (فشرده سازی مدل آموزش داده شده)

**ج)** در این قسمت، هدف پیاده سازی الگوریتم فشرده سازی مبتنی بر شاخص SI و حذف لایه ها در شبکه طبقه بند تصویر است.

الگوریتم فشرده سازی به صورت زیر می باشد (دقت داشته باشید که از مدل ذخیره شده در قسمت **الف)** باید استفاده کنید):

۱. شاخص SI را در هر لایه قسمت استخراج ویژگی شبکه حساب کرده و بر اساس آن لایه های آخر که این شاخص را به میزان قابل توجه افزایش نمی دهند، حذف کنید.

۲. سپس در آخرین لایه قسمت استخراج ویژگی مدل به دست آمده با استفاده از شاخص SI بهترین ویژگی ها را انتخاب کنید. به بیان دیگر ویژگی هایی که معیار SI را به میزان قابل توجه ای افزایش نمی دهند پیدا کرده و حذف کنید.

۳. بخش طبقه بند را با توجه به ابعاد لایه آخر موجود در قسمت استخراج ویژگی شبکه مدل نهایی دوباره طراحی کنید.

۴. مدل بدست آمده را فقط برای بخش طبقه بند آموزش دهید.

## نکات:

لطفاً نکات گفته شده را به دقت مطالعه نمائید، در صورت عدم رعایت هر کدام از موارد گفته شده نمره کسر خواهد شد.

- مهلت تحویل این تمرین، سه شنبه ۱۹ دی است.
- مهلت تحویل تمرین قابل تمدید نیست.
- انجام این تمرین به صورت یک یا دو نفره می باشد.
- گزارش شما در فرآیند تصحیح از اهمیت ویژه ای برخوردار است. لطفاً تمامی نکات و فرض هایی که برای پیاده سازی ها و محاسبات خود در نظر می گیرید را در گزارش ذکر کنید.
- کدهای خود را به صورت عکس در داخل گزارش کپی نکنید و با فرمتی مناسب آن را در گزارش قرار دهید.
- داخل کدها کامنت های لازم را قرار دهید و تمامی موارد مورد نیاز برای اجرای صحیح کد را ارسال کنید.
- الزامی به ارائه توضیح جزئیات کد در گزارش نیست. اما باید نتایج بدست آمده را گزارش و تحلیل کنید.
- گزارش را در قالب تهیه شده که روی صفحه درس در سامانه eLearn بارگذاری شده، بنویسید. در صورت تمایل می توانید از Latex نیز برای نوشتن گزارش استفاده نمائید اما باید ساختار، زبان نوشتار و سایر موارد قالب اصلی را نیز رعایت کنید.
- در گزارش خود برای تصاویر زیرنویس و برای جداول هم بالانویس اضافه کنید.
- اگر بخشی از کد را از کدهای آماده اینترنتی استفاده می کنید که جزء قسمتهای اصلی تمرین نمی باشد، حتماً باید لینک آن در گزارش و کد ارجاع داده شود، در غیر اینصورت تقلب محسوب شده و کل نمره تمرین را از دست می دهید. ولی محدودیتی در استفاده از منابع اینترنتی ندارید و در مواردی که در تمرین اشاره نشده می توانید از کدهای موجود استفاده کنید.
- تنها مجاز به استفاده از زبان برنامه نویسی Python و یکی از دو کتابخانه Tensorflow یا Pytorch برای پیاده سازی شبکه های عصبی هستید.
- هر گونه شباهت در گزارش و کدها، به منزله تقلب می باشد و نمره تمامی افراد شرکت کننده در آن تقلب برابر با صفر خواهد بود.
- لطفاً فایل گزارش، کدها و سایر ضمیمات مورد نیاز را با فرمت زیر در صفحه درس در سامانه eLearn بارگذاری نمائید.

- HW4\_[Lastname1]\_[StudentNumber1]\_[Lastname2]\_[StudentNumber2]..zip

Or

- HW4\_[Lastname]\_[StudentNumber].zip

به طور مثال:

HW4\_Karimi\_8101234567\_Ahmadi\_810135345.zip

- در صورت وجود هرگونه ابهام یا مشکل می‌توانید از طریق رایانامه زیر با دستیار آموزشی طراح تمرین در تماس باشید:

سوال اول (عرفان رسولی) :

[erfanrasouli121@gmail.com](mailto:erfanrasouli121@gmail.com)