



## سیستم‌های یادگیری ماشین

بهار ۱۴۰۲

دکتر علی زارعزاده

تاریخ انتشار: ۲۸ فروردین

تمرین دوم

۱. پرسش‌های خود در مورد این تمرین را در سامانه کوئرا مطرح کنید.

۲. سیاست ارسال با تاخیر پاسخ: به مدت ۵ روز پس از ددلاین اولیه، می‌توانید پاسخ خود را با تاخیر ارسال نمایید. در مجموع در طول ترم ۱۵ روز تاخیر مجاز دارید. به ازای هر ساعت تاخیر پس از اتمام ۱۵ روز مجاز نیم درصد از نمره شما کسر خواهد شد.

۳. سیاست مشارکت دانشجویان در حل تمرین: رعایت آداب‌نامه‌ی انجام تمرین‌های درسی در انجام تمرین الزامی است. در صورت مشاهده تخلف مطابق قوانین دانشکده و دانشگاه برخورد خواهد شد. در بار اول منفی صد درصد نمره تمرین لحاظ خواهد شد و در مرحله دوم ضمن اعلام به کمیته آموزشی دانشکده و انضباطی دانشگاه، نمره مردودی برای درس ثبت خواهد شد.

زمان تحویل: ۱۱ اردیبهشت

پرسش‌ها (۱۰۰ نمره)

- هدف از این تمرین بررسی آموزش و ارزیابی مدل‌های یادگیری ماشین می‌باشد.
  - توصیه می‌شود در این تمرین از فریمورک پایتورچ استفاده کنید و ابزارهای پیشنهادی در هر قسمت براساس فریمورک پایتورچ پیشنهاد شده‌اند و اگر از فریمورک تنسورفلو استفاده می‌کنید باید ابزارهای مناسب را خودتان پیدا کنید.
  - کد اصلی باید در قالب یک نوت‌بوک باشد و همچنین قابلیت باز اجرای کامل را داشته باشد.
  - برای این تمرین نیاز به ارائه‌ی گزارش کار خود دارید. در گزارش کار لازم نیست هر خط برنامه‌ی خود را توضیح دهید صرفاً ارائه‌ی روش خود و توضیحات و تحلیل نتایج کافی می‌باشد.
  - برای راحتی کار گزارش و کد خود را با رعایت راست چین یا چپ چین بودن متن در یک نوت‌بوک قرار دهید.
  - برای دادگان این تمرین از دادگان تصاویر پزشکی استفاده می‌کنیم که آن‌ها را از این لینک دریافت کرده و داخل گوگل درایو خود آپلود کنید. این دادگان شامل تعدادی تصویر اشعه ایکس به همراه برجسب فرد سالم یا دارای ذات‌الریه می‌باشد.
  - با توجه به نیاز به GPU و محدود بودن زمان کولب، حل تمرین را به روزهای پایانی موکول نفرمایید.
۱. (۳۰ نمره) در قسمت اول هدف پیاده‌سازی یک مدل مناسب برای حل این دادگان می‌باشد. تسکی که باید روی این دادگان انجام بدهید پیاده‌سازی و آموزش یک مدل عمیق می‌باشد که از روی تصاویر اشعه ایکس تشخیص بدهد بیمار دارای ذات‌الریه می‌باشد یا خیر پس باید یک دسته‌بندی با دو کلاس انجام دهید. برای پیاده‌سازی و آموزش این مدل به نکات زیر توجه کنید:
- پس از دریافت داده‌ها، تصاویر سه فولدر آموزش، تست و ارزیابی را با هم ترکیب کنید و یک تحلیل شامل ابعاد تصاویر، تعداد داده‌ها در هر کلاس و نمایش تعدادی از تصاویر انجام دهید.
  - داده‌ها را با نسبت ۸۰ به ۲۰ به دو قسمت آموزش و تست تقسیم کنید و از نیمی از داده‌های تست برای ارزیابی<sup>۱</sup> و نیمی دیگر برای تست نهایی استفاده کنید.

<sup>1</sup>Validation

- از افزایش دادگان<sup>۲</sup> و پیش پردازش مناسب استفاده کنید. برای افزایش دادگان از چرخش<sup>۳</sup> و انتقال<sup>۴</sup> تصویر استفاده کنید و می‌توانید روش‌های دیگر هم به دلخواه به آن‌ها اضافه کنید.
  - فرایند آموزش شما باید دارای توقف زودهنگام<sup>۵</sup> باشد و بهترین مدل خود را ذخیره کنید.
  - برای مدل خود باید از یادگیری انتقالی<sup>۶</sup> استفاده کنید و برای اینکار براساس میزان حافظه‌ای که در اختیار دارید از یکی از ورژن‌های ResNet به عنوان مدل پایه<sup>۷</sup> استفاده کنید و تعدادی لایه خطی به انتهای آن اضافه کنید و آموزش را انجام دهید. در هر مرحله از آموزش معیارهای ارزیابی مناسب را بر روی دادگان آموزش و ارزیابی گزارش کنید. برای آموزش مدل خود از تابع خطای مناسب که به شکل وزن‌دار آنبالانس بودن دادگان را در نظر می‌گیرد استفاده کنید.
  - برای گزارش آموزش مدل خود نمودار خطا و دقت را بر روی دادگان آموزش و ارزیابی رسم کنید. در آخر دقت و معیار f1 و ماتریس درهم‌ریختگی<sup>۸</sup> را بر روی دادگان تست گزارش کنید.
  - تمام گزارش‌ها و مانیتور کردن فرآیند آموزش باید در قالب تنسوربرد باشد.
۲. (۱۰ نمره) در این قسمت تصاویر دادگان تست که مدل شما به اشتباه دسته‌بندی کرده است را نمایش دهید ببینید آیا می‌توانید از روی آن‌ها دلیل اشتباه کردن مدل را متوجه بشوید. در این قسمت باید تحلیل خطا انجام دهید به این شکل که در یک جدول انواع خطاهایی که مشاهده کردید و توضیح آن‌ها و درصد تکرار و اهمیت آن نوع خطا را مشخص کنید.
۳. (۲۰ نمره) هدف از این قسمت پیدا کردن هایپرپارامترهای مناسب برای رسیدن به دقت بالاتر برای مدل خود می‌باشد. برای این قسمت به نکات زیر توجه کنید.
- در این بخش باید یک فضای جستجو تعریف کنید و یکی از هایپرپارامترها را در این فضای جستجو قرار دهید به عنوان مثال اندازه لایه اضافه شده به مدل ResNet یا یکی از پارامترهای بهینه‌سازی. سپس بهترین هایپرپارامتر را از این فضای جستجو استخراج کنید که دقت نهایی مدل شما را بهتر کند.
  - برای این قسمت می‌توانید از ابزارهای موجود استفاده کنید. برای پایتورچ توصیه می‌شود از کتابخانه Ray Tune استفاده کنید.
  - برای گرفتن نمره‌ی این قسمت باید به دقت بالاتری از مدل سوال اول برسید.
  - مدل به دست آمده را برای حل قسمت‌های بعد ذخیره کنید.
۴. (۲۰ نمره) برای اینکه مدل خود را روی محیط صنعتی به اجرا قرار دهید لازم است که سرعت و حجم آن را بهبود ببخشید برای اینکار در این قسمت از Quantization استفاده می‌کنیم. برای این قسمت به نکات زیر توجه فرمایید.
- هدف اینکار تغییر دقت اعداد ذخیره شده به عنوان وزن در لایه‌های میانی است که باعث افزایش سرعت و کاهش حجم مدل می‌شود ولی دقت را نیز کاهش می‌دهد.
  - از مدلی که در سوال سه آموزش داده شده است استفاده کنید و روی آن Quantization اعمال کنید.
  - حجم مدل خود را قبل از Quantization با بعد از آن مقایسه کنید و با اجرای مدل بر روی تعدادی تصویر میانگین سرعت و دقت مدل برای هر دسته از داده‌ها را قبل و بعد از Quantization گزارش کنید. اعداد بدست آمده را تحلیل کنید.
۵. (۲۰ نمره) یکی از نکات کلیدی بعد از طراحی مدل، تفسیر پذیری آن می‌باشد. تفسیر کردن مدل کمک به بررسی عملکرد و رفع خطاهای مدل می‌کند و همچنین می‌توان درست کار کردن مدل را با استفاده از روش‌های تفسیر پذیری اثبات کرد که برای محصول کردن مدل‌های عمیق مهم می‌باشد. برای این قسمت به نکات زیر توجه کنید:

<sup>2</sup>Data Augmentation

<sup>3</sup>Rotate

<sup>4</sup>Transform

<sup>5</sup>Early Stopping

<sup>6</sup>Transfer Learning

<sup>7</sup>Backbone

<sup>8</sup>Confusion Matrix

- خروجی این قسمت باید یک تابع باشد که هر یک از تصاویر دادگان را که به آن می‌دهیم یک نقشه گرمایی<sup>9</sup> خروجی دهد که در واقع تاثیر هر پیکسل تصویر ورودی بر روی پیش‌بینی دسته‌بند را مشخص می‌کند. برای اینکار الگوریتم‌های تفسیرپذیری متفاوتی ارائه شده است یکی از این روش‌ها Integrated Gradients می‌باشد. در رابطه با این روش مطالعه کنید و آن را توضیح دهید و با استفاده از آن تابع خود را پیاده‌سازی کنید.
- برای پیاده‌سازی این روش می‌توانید از کتابخانه‌های موجود استفاده کنید برای پایتورچ توصیه می‌شود از کتابخانه Captum استفاده کنید.
- پنج تصویر که مدل شما اشتباه دسته‌بندی کرده است را به همراه پنج تصویر که درست دسته‌بندی کرده است را به همراه نقشه گرمایی خروجی تابع خود که بر روی تصویر اصلی قرار گرفته است نمایش دهید. خروجی‌های خود را تحلیل کنید.

---

<sup>9</sup>Heat Map