

به نام خدا



دانشگاه تهران
پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده برق و کامپیوتر



شبکه های عصبی مصنوعی و یادگیری عمیق

تمرین شماره ۲

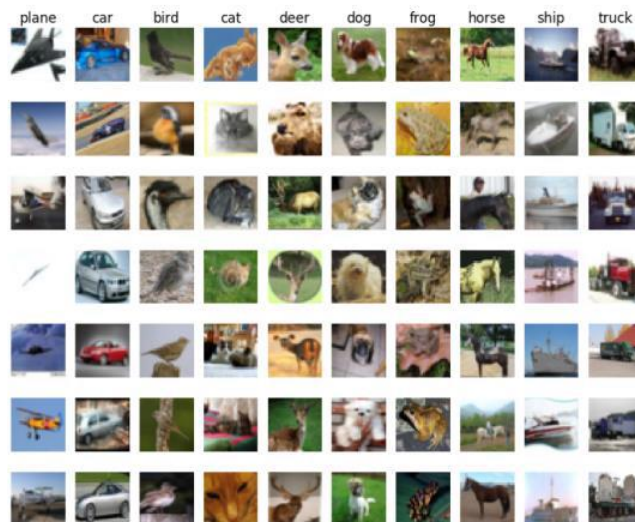
اسفند ۱۴۰۰

فهرست سوالات

- سوال ۱ – MLP (Classification) ۳
- سوال ۲ – MLP (Regression) ۶
- سوال ۳ – کاهش ابعاد ۸

سوال ۱ – MLP (Classification)

هدف در این تمرین ایجاد یک طبقه بند برای طبقه بندی مجموعه داده [CIFAR-10](#) با استفاده از شبکه MLP است. این مجموعه داده شامل ۶۰ هزار تصویر رنگی است که در ۱۰ کلاس دسته‌بندی شده است.



شکل ۱- نمونه مجموعه داده

این مجموعه داده با استفاده از کتابخانه Keras به صورت زیر قابل دانلود است.

```
from keras.datasets import cifar10
(x_train, y_train), (x_test, y_test) = cifar10.load_data()
```

همچنین می‌توان از طریق این [لینک](#) مجموعه داده را دانلود کرد.

پس از دانلود دیتاست ۱۰ تصویر آن را به صورت تصادفی رسم کنید. (تصاویر RGB)

الف) داده های آموزش، تست و ارزیابی را چگونه تقسیم می‌نمایید؟ روش های متفاوت را شرح دهید و با ذکر دلیل مشخص نمایید کدام روش مناسب تر است.

ب) ماتریس آشفتگی^۱، پارامتر f1-score، پارامتر recall و پارامتر precision را با استفاده از رابطه ریاضی توضیح دهید.

پیش پردازش های لازم شامل نرمالیزه کردن، تبدیل تصاویر RGB به خاکستری، تغییر سایز و..... را انجام دهید تا داده ها برای آموزش شبکه آماده شوند.

¹ Confusion Matrix

در پاسخگویی به سوال نکات زیر را رعایت کنید.

نکته ۱: برای ساخت مدل از حداقل ۲ لایه استفاده نمایید.

نکته ۲: در تمام قسمت‌های سوال معماری شبکه را بیان کنید.

نکته ۳: برای پاسخگویی به سوالات بایستی دو نمودار تغییرات دقت^۱ و خطای^۲ مدل در هر اپیک را به صورت جداگانه برای داده‌های ارزیابی و آموزش در حالت‌های خواسته شده نشان دهید. همچنین خطا، دقت، ماتریس آشفتگی، مقدار f1-score، مقدار recall و مقدار precision را برای داده‌ی تست محاسبه کنید.

نکته ۴: دقت نمائید که در انجام هر کدام از بندهای زیر باید پارامتر مورد نظر سوال را تغییر دهید و مابقی هاپیر پارامترها ثابت هستند.

ت) با استفاده از روش Stochastic mini batch based مقدار batch را به صورت دلخواه انتخاب نمایید و سپس تعداد نورون‌های موجود در هر لایه را تغییر دهید و تاثیر تفاوت تعداد نورون‌ها را در خطا، دقت و زمان آموزش شبکه بررسی نمائید. مجموعاً ۳ مرتبه تعداد نورون‌ها در لایه‌های مخفی را تغییر دهید و نتایج آن را در گزارش بیاورید.

د) با استفاده از بهترین مدل قسمت قبل، با استفاده از روش Stochastic mini batch based از چهار دسته با اندازه‌های ۳۲، ۶۴، ۱۲۸ و ۵۱۲ استفاده نمائید و تاثیر تفاوت اندازه‌ها را در خطا، دقت و زمان آموزش شبکه بررسی نمائید.

ه) چهار تابع فعالساز { ReLU , TanH , Sigmoid, Softmax } در نظر بگیرید، سپس مزایا و معایب این توابع فعالساز را نسبت به دیگری بیان نمائید. حال با استفاده از بهترین مدل قسمت‌های قبل، توابع فعالساز هر لایه را تغییر دهید و تاثیر توابع فعالساز را در خطا، دقت و زمان آموزش شبکه بررسی نمائید. و) سه تابع خطا را در نظر بگیرید، سپس با استفاده از بهترین مدل قسمت‌های قبل، تابع خطای شبکه را تغییر دهید و تاثیر تابع خطا را بررسی نمائید و نتایج آن را در گزارش بیاورید.

ج) سه تابع بهینه‌ساز را در نظر بگیرید، سپس با استفاده از بهترین مدل قسمت‌های قبل، بهینه‌ساز شبکه را تغییر دهید و تاثیر بهینه‌سازهای متفاوت را بررسی نمائید و نتایج آن را در گزارش بیاورید.

¹ Accuracy

² Loss

ح) با توجه به بهترین مدل قسمت های قبل، افزودن لایه به شبکه تأثیری در خروجی دارد؟ فرضیه خود را با تغییر تعداد لایه های مختلف (سه مرتبه) بررسی کنید.

ط) با توجه به ارزیابی های انجام شده ، انتخاب کدام پارامترها بهترین نتیجه را می دهد؟ دلیل خود را با توجه به قسمت های قبل به طور کامل شرح دهید.

ن) بهترین مدل به دست آمده را در یک جدول بیان کرده و خطا، دقت و زمان لازم برای آموزش شبکه و همچنین دقت و خطای داده های تست را در آن گزارش نمایید.

سوال ۲ – MLP (Regression)

هدف این تمرین تعیین قیمت خانه برحسب ویژگی‌های آن است. اطلاعات مربوط به این داده‌ها [این لینک](#) و خود داده‌ها در فایل data.csv قرار دارد. اگر تجربه کار با فایل csv در پایتون و نحوه خواندن آن را ندارید، می‌توانید از [این لینک](#) کمک بگیرید.

الف) ابتدا پیش‌پردازش‌های لازم برای آماده‌سازی دیتا را انجام دهید و آنها را توضیح دهید. برای هر مرحله، توضیحات مختصری ارائه کنید. توجه داشته باشید در این قسمت مجاز به حذف هیچ‌یک از ابعاد داده نیستید.

ب) به صورت تصادفی ۸۰ درصد داده‌ها به عنوان داده آموزشی و ۲۰ درصد را به عنوان داده تست در نظر بگیرید. تعدادی از داده‌ها را به عنوان داده ارزیابی در نظر بگیرید (مثلاً ۱۰ تا ۱۵ درصد داده‌های آموزشی)

شبکه عصبی چند لایه‌ای را طراحی کنید که قیمت خانه را پیش‌بینی کند. تعداد لایه و تعداد نوروں و تابع فعال‌ساز مناسب برای هر لایه را مشخص کنید و آنها را تحلیل کنید. (دو حالت برای تعداد لایه و دو حالت برای تابع فعال ساز در نظر بگیرید).

ج) با ثابت در نظر گرفتن پارامترهای به دست آمده در قسمت (ب) و با در نظر گرفتن MSE به عنوان تابع loss، مقادیر metric های MSE و MAE را در هر ایپاک برای داده آموزشی و داده تست در یک نمودار رسم کنید (یک نمودار برای معیار MSE و یک نمودار برای MAE). برای داده تست نمودار مقادیر پیش‌بینی شده بر حسب مقادیر واقعی را رسم نمایید. تعداد ایپاک بهینه در این قسمت را مشخص کنید.

د) با ثابت در نظر گرفتن پارامترهای به دست آمده در قسمت (ب) و با در نظر گرفتن MAE به عنوان تابع loss، مقادیر metric های MSE و MAE را در هر ایپاک برای داده آموزشی و داده تست در یک نمودار رسم کنید (یک نمودار برای معیار MSE و یک نمودار برای MAE). برای داده تست، نمودار مقادیر پیش‌بینی شده بر حسب مقادیر واقعی را رسم نمایید. تعداد ایپاک بهینه در این قسمت را مشخص کنید.

ه) ابتدا روابط ریاضی MSE و MAE را بنویسید و سپس نتایج قسمت ج و د را با هم مقایسه کرده و توضیح دهید.

* **امتیازی:** مدل رگرسیون خطی را از نظر تئوری بررسی کنید، این مدل چه مولفه‌هایی را چگونه تخمین می‌زند؟ در کتابخانه فوق‌الذکر مدلی موسوم به Ridge وجود دارد، این مدل را از نظر تابع هزینه همانند مدل رگرسیون خطی بررسی کنید، چه مزیتی نسبت به مدل رگرسیون خطی دارد؟ این مدل را برای این سوال پیاده‌سازی کنید، آیا بهبودی حاصل می‌شود؟

راهنمایی: برای این که حجم کد شما کمتر شود، پیشنهاد می‌شود از کلاس‌نویسی و تابع‌نویسی در پایتون استفاده کنید. لینک‌های رو به رو برای [تابع‌نویسی](#) و [کلاس‌نویسی](#) می‌تواند به شما کمک کند.

سوال ۳ – کاهش ابعاد

در این سوال قصد داریم تا به مفهوم کاهش بعد بپردازیم. به همین منظور دو قسمت زیر را انجام دهید. در صورت بهبود علت را در توضیح دهید؟ در صورتی که بهبودی حاصل نشد علت آن را توضیح دهید.

نکته ۱: برای انجام این سوال از بهترین مدل به دست آمده در سوال یک و دیتاست CIFAR-10 استفاده کنید.

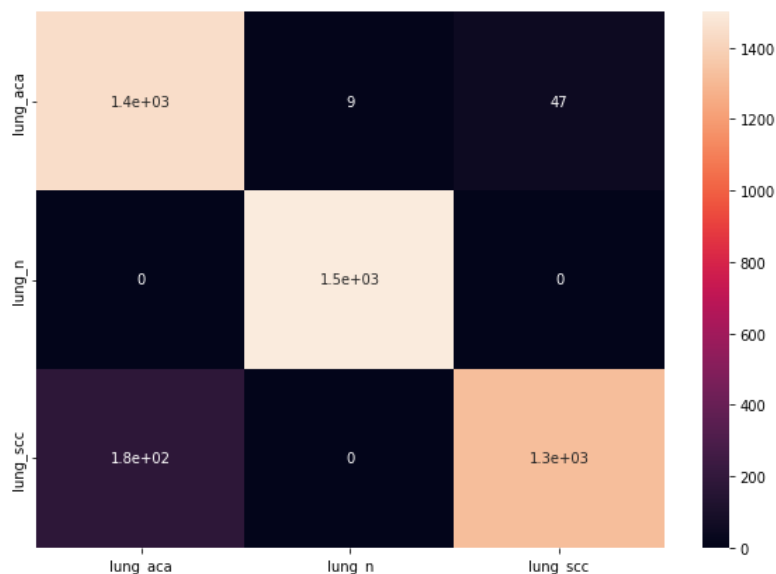
الف) ایده روش PCA را بیان کنید و با استفاده از روابط ریاضی توضیح دهید چگونه می‌توان با استفاده از این روش ابعاد داده را کاهش داد. سپس منحنی تعداد components را بر حسب واریانس تجمعی برای دیتاست مجموعه داده CIFAR-10 رسم کنید و بیان کنید که کاهش بعد تا چه میزان قابل قبول است؟ در ادامه روش PCA را برای مجموعه داده CIFAR-10 پیاده سازی کنید و شبکه را آموزش دهید.

نکته ۲: در این قسمت نمیتوانید از کتابخانه‌ی مربوطه برای پیاده‌سازی استفاده کنید و باید خودتان پیاده‌سازی نمایید.

ب) روش Autoencoder را برای مجموعه داده CIFAR-10 پیاده سازی کنید شبکه را آموزش دهید.

ج) نتایج مربوط به بهترین مدل به دست آمده از سوال یک را با نتایج به دست آمده در قسمت الف و ب همین سوال، در یک جدول مقایسه کنید و شهود خود را توضیح دهید.

د) ماتریس همبستگی مربوط به دیتاست سوال ۲ را رسم کنید (مشابه شکل زیر) و توضیح مختصری در مورد آن بدهید. در این قسمت توصیه می‌شود از یک پالت رنگی و کتابخانه seaborn.heatmap استفاده کنید. برای اطلاعات بیشتر می‌توانید به [این لینک](#) مراجعه کنید.



و) با استفاده از مدل‌های [Linear Regression](#) و [Decision Tree](#)، اهمیت هر ویژگی را در سوال ۲ بدست آورید و در یک بارپلات نمایش دهید. برای این کار می‌توانید از کتابخانه scikit-learn و متدهای [DecisionTreeRegressor](#) و [LinearRegression](#) استفاده کنید.

نکات:

- مهلت تحویل این تمرین ۱۲ فروردین است.
- گزارش را در قالب تهیه شده که روی صفحه درس در Elearn بارگذاری شده، بنویسید.
- گزارش شما در فرآیند تصحیح از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لطفاً تمامی نکات و فرض‌هایی که برای پیاده‌سازی‌ها و محاسبات خود در نظر می‌گیرید را در گزارش ذکر کنید.
- در گزارش خود برای تصاویر زیرنویس و برای جداول هم بالانویس اضافه کنید.
- الزامی به ارائه توضیح جزئیات کد در گزارش نیست. اما باید نتایج بدست آمده را گزارش و تحلیل کنید.
- دستیاران آموزشی ملزم به اجرا کردن کدهای شما نیستند. بنابراین هرگونه نتیجه و یا تحلیلی که در شرح سوال از شما خواسته شده است را به طور واضح و کامل در گزارش بیاورید. در صورت عدم رعایت این مورد، بدیهی است که از نمره تمرین کسر می‌شود.
- در صورت مشاهده تقلب امتیاز تمامی افراد شرکت‌کننده در آن، ۱۰۰- لحاظ می‌شود.
- برای انجام تمرین‌ها و مینی پروژه‌ها، تنها زبان برنامه نویسی مجاز Python است.
- استفاده از کدهای آماده برای تمرین‌ها به هیچ وجه مجاز نیست. اما برای مینی پروژه‌ها فقط برای قسمت‌هایی از کد و به عنوان راهنمایی برای پیاده‌سازی، می‌توانید از کدهای آماده استفاده کنید.
- نحوه محاسبه تاخیر به این شکل است: مهلت ارسال بدون جریمه تا تاریخ اعلام شده و پس از آن به ازای هر روز ۵ درصد نمره کسر خواهد شد و حداکثر تا یک هفته امکان ارسال با تاخیر وجود، پس از بازه تاخیر نمره تکلیف صفر خواهد شد.
- لطفاً گزارش، فایل کدها و سایر ضمایم مورد نیاز را با فرمت زیر در سامانه مدیریت دروس بارگذاری نمایید.

HW2_[Lastname]_[StudentNumber].zip

- در صورت وجود هرگونه ابهام یا مشکل می‌توانید از طریق رایانامه‌های زیر با دستیاران آموزشی مربوطه آقایان مجتبی امیری (سوالات ۱ و ۳ بخش الف تا ج) و علی عزیزی (سوالات ۲ و ۳ بخش های د، و) در تماس باشید:

Mojtaba.amiri@ut.ac.ir

aziziali.9473@gmail.com