

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشگاه صنعتی مالک اشتر

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

درس یادگیری عمیق

تمرین شماره ۱

استاد: آقای دکتر کیوان راد

دستیار آموزشی: سیدعلیان

مهلت تحویل: ۱۴۰۴/۰۱/۱۶

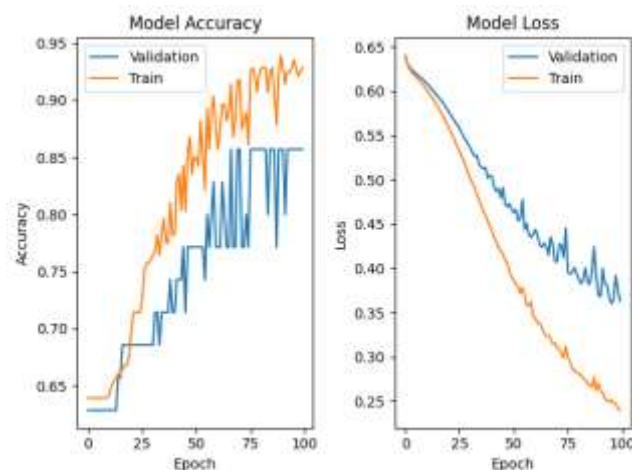
بِالْعَقْلِ تُدْرَكُ الدَّارَانِ جَمِيعَا ، وَمَنْ حُرِمَ مِنَ الْعَقْلِ حُرِمَهُمَا جَمِيعَا

با خرد است که هر دو سرا به دست می آید و هر که از خرد محروم باشد، از هر دو سرا محروم شود.

امام حسن مجتبی(ع)

## بخش ۱ - شبکه عصبی در کاربرد طبقه‌بندی (Classification)

هدف در این تمرین ایجاد یک طبقه‌بند برای طبقه‌بندی دیتاست Iris با استفاده از شبکه عصبی چندلایه است. در صورت لزوم برای پاسخگویی به سوالات زیر بایستی دو نمودار جداگانه تغییرات دقت<sup>۱</sup> و خطای<sup>۲</sup> مدل در هر اپیاک<sup>۳</sup> را برای داده‌ی ارزیابی و آموزش در حالت‌های خواسته شده نشان دهید. همچنین خطا، دقت و ماتریس آشفتگی<sup>۴</sup> را برای داده‌ی تست محاسبه کنید.



شکل ۱- مثالی از نمودارهای تغییرات خطا و دقت طی آموزش ۱۰۰ اپیاک

۱. دیتاست Iris را دانلود کرده و درباره آن توضیحات کاملی ارائه دهید. (۱۰ نمره)
۲. پیش پردازش‌های مناسب را برای این مجموعه داده در نظر بگیرید و آن‌ها را بیان کنید. با استفاده از روش Stochastic mini batch based اندازه دسته<sup>۵</sup> را به صورت دلخواه انتخاب نمایید. داده‌های آموزش، تست و ارزیابی را چگونه تقسیم می‌نمایید؟ روش‌های متفاوت را شرح دهید و با ذکر دلیل مشخص نمایید کدام روش مناسب‌تر است. (۱۰ نمره)
۳. مدل شبکه‌عصبی خود را با حداقل ۲ لایه بسازید. معماری شبکه عصبی ساخته شده را ذکر کنید. (۱۰ نمره)
۴. تعداد نورون‌های موجود در هر لایه را تغییر دهید و تاثیر تفاوت تعداد نورون‌ها را در دقت و زمان آموزش شبکه بررسی نمایید. مجموعاً ۳ مرتبه تعداد نورون‌ها در لایه‌های مخفی را تغییر دهید و نتایج آن را در گزارش بیاورید. (۱۰ نمره)

<sup>1</sup> Accuracy

<sup>2</sup> Loss

<sup>3</sup> Epoch

<sup>4</sup> Confusion Matrix

<sup>5</sup> Batch size

۵. با استفاده از بهترین مدل قسمت قبل از سه اندازه دسته ۳۲ و ۶۴ و ۲۵۶ استفاده نمایید و تاثیر تفاوت اندازه دسته ها را در دقت و زمان آموزش شبکه بررسی کنید. (۱۰ نمره)
۶. با استفاده از بهترین مدل قسمت های قبل، توابع فعالساز<sup>۱</sup> هر لایه را تغییر دهید و تاثیر توابع فعالساز را در دقت آموزش شبکه بررسی نمایید. مجموعاً ۳ مرتبه توابع فعالساز را در لایه های مقابل آخر تغییر دهید و نتایج آن را در گزارش بیاورید. مزایا و معایب این توابع فعالساز را نسبت به دیگری بررسی نمایید. (۱۰ نمره)
۷. با استفاده از بهترین مدل قسمت های قبل، تابع خطا<sup>۲</sup> شبکه را تغییر دهید و تاثیر تابع خطاهای متفاوت را در دقت آموزش شبکه بررسی نمایید. مجموعاً ۲ مرتبه تابع خطا را تغییر دهید و نتایج آن را در گزارش بیاورید. دلیل این تفاوت را از منظر ریاضی بررسی نمایید. (۱۰ نمره)
۸. با استفاده از بهترین مدل قسمت های قبل، بهینه ساز<sup>۳</sup> شبکه را تغییر دهید و تاثیر بهینه سازهای متفاوت را در دقت آموزش شبکه بررسی نمایید. مجموعاً ۲ مرتبه بهینه ساز شبکه را تغییر دهید و نتایج آن را در گزارش بیاورید. (۱۰ نمره)
۹. با توجه به بهترین مدل قسمت های قبل، افزودن لایه به شبکه تأثیری در خروجی دارد؟ فرضیه خود را با افزودن تعداد لایه های مختلف بررسی کنید. حداقل ۳ آزمایش را در این قسمت انجام دهید. برای این مدل علاوه بر خطا و دقت، معیارهای ارزیابی دیگر شامل Precision، Recall و F-Score را نیز گزارش نمایید. (۱۰ نمره)
۱۰. 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. (۱۰ نمره)

---

<sup>1</sup> Activation Function

<sup>2</sup> Loss Function

<sup>3</sup> Optimizer

## بخش ۲ - شبکه عصبی در کاربرد رگرسیون (Regression)

### - مقدمه

در این مسئله ، دانشجویان یک شبکه عصبی چندلایه را برای پیشبینی مقاومت بتن طراحی کرده و تأثیر تغییر تنظیمات مختلف مانند تعداد ایپاک‌ها، بهینه‌ساز و تابع هزینه را روی عملکرد مدل بررسی خواهند کرد. علاوه بر این، ویژگی‌های آماری داده‌ها را تحلیل خواهند شد تا درک بهتری از روابط میان ورودی‌ها و خروجی حاصل شود.

### - آماده سازی دادگان و تحلیل آماری (۳۰ نمره)

- ۱- مجموعه داده [Concrete Strength Dataset](#) را دریافت کنید.
- ۲- بررسی دیتاست: نمایش خلاصه آماری (میانگین، انحراف معیار، بیشینه و کمینه برای هر ویژگی) و رسم نمودار هیستوگرام برای هر ویژگی
- ۳- بررسی همبستگی ویژگی‌ها با مقاومت بتن: ماتریس همبستگی و نمودار Scatter برای ویژگی‌های کلیدی را رسم کنید.
- ۴- کدام ویژگی بیشترین همبستگی را با مقاومت بتن دارد؟
- ۵- آیا ویژگی‌هایی وجود دارند که همبستگی قوی با یکدیگر داشته باشند؟
- ۶- آیا می‌توان بر اساس این تحلیل برخی ویژگی‌ها را حذف کرد؟ چرا؟
- ۷- در صورت حذف ویژگی‌ها با همبستگی کم یا زیاد چه اتفاقی می‌افتد؟

### - پیاده سازی مدل شبکه عصبی چندلایه (۲۵ نمره)

یک مدل MLP ثابت با ساختار زیر تعریف کنید:

- لایه ورودی : متناسب با تعداد ویژگی‌های داده
  - یک لایه مخفی (با تعداد نرون‌های ۱۶ و ۳۲ آموزش دهید و مدل بهتر را در انتهای این بخش گزارش کنید)
  - لایه خروجی: یک نرون با مقدار عددی
- مدل را با تنظیمات زیر آموزش دهید:
- تابع هزینه میانگین خطای مربعات MSE
  - بهینه‌ساز Adam
  - تعداد ایپاک ۵۰
- ارزیابی مدل:
- نمایش MSE و MAE روی داده‌های تست
  - رسم نمودار تغییرات خطا و دقت

- بررسی تغییرات تنظیمات مدل (۳۰ نمره)

در این بخش ابتدا مدل بهتر از بخش قبل را انتخاب کنید. سپس موارد زیر را بررسی کنید.

۱- تاثیر تعداد ایپاک ها

- مدل را با ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ ایپاک آموزش دهید.
  - آیا افزایش تعداد ایپاک ها همواره باعث بهبود نتایج می شود؟
- ۲- مقایسه توابع هزینه

- مدل را با توابع هزینه MAE, MSE, Huber Loss آموزش دهید.
  - کدامیک عملکرد بهتری داشت؟ چرا؟
  - در مورد هر کدام به اختصار توضیح دهید.
- ۳- مقایسه توابع بهینه ساز

- مدل را با توابع بهینه ساز RMSprop, Adam, SGD آموزش دهید.
- تفاوت عملکرد هر کدام را نشان دهید و با استفاده از نمودار خطا و دقت تحلیل کنید.

- جمع بندی (۱۵ نمره)

نتایج حاصل را تحلیل کنید و دلایل تفاوت ها را یک به یک بررسی کنید و به سوالات زیر پاسخ دهید.

- کدام ویژگی بیشترین تاثیر را روی مقاومت بتن دارد؟ آیا این ویژگی منطقی است؟
- بهترین تنظیمات برای این مدل چه بود؟
  - آیا افزایش تعداد ایپاک همیشه باعث بهبود مدل شد؟
  - کدام تابع هزینه دقت بیشتری داشت؟ چرا؟
  - بین بهینه سازها، کدام سریع تر همگرا شد؟
  - مهمترین چالش های مدلسازی رگرسیون با شبکه عصبی چه بودند؟

## ملاحظات

- در این تمرین فقط مجاز به استفاده از زبان برنامه نویسی پایتون هستید. اما محدودیتی در استفاده از فریمورک ها و کتابخانه های مختلف آن از جمله Pytorch یا TensorFlow وجود ندارد.
- انتظار می رود گزارش مطابق سوالات مطرح شده ساختارمند باشد و پاسخ هر سوال مشخص باشد و همچنین طبق اصول صحیح نگارش شود. به عنوان مثال پیشنهاد می شود در گزارش خود برای تصاویر زیرنویس و برای جداول بالانویس اضافه شود و از فهرست مطالب و شماره گذاری صفحات استفاده شود.
- 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. الزامی به ارائه توضیح جزئیات کد در گزارش نیست. اما باید نتایج بدست آمده را گزارش و تحلیل کنید.
- دستیار آموزشی ملزم به اجرا کردن کدهای شما نیست. 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 مشاهده تقلب نمرات تمامی افراد شرکت کننده در آن صفر لحاظ می شود.
- فایل گزارش را در پوشه report و کد ها را در پوشه code قرار داده و سپس آنها را در قالب یک فایل zip در سایت کوئرا بارگذاری نمایید.

با آرزوی موفقیت