



به نام خدا
دانشگاه تهران
دانشکده مهندسی
برق و کامپیوتر



درس شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق
تمرین اول

امیر احمد دوانلو	نام دستیار طراح	پرسش‌های ۱ و ۲
amir.davanloo@gmail.com	رایانامه	
دانیال سعیدی	نام دستیار طراح	پرسش‌های ۳ و ۴
saeedi.danial@gmail.com	رایانامه	
۵ آبان ۱۴۰۱	مهلت ارسال پاسخ	

۱.....	قوانین
۱.....	پرسش ۱. شبکه عصبی Mcculloch-Pitts
۲.....	پرسش ۲ - AdaLine and MadaLine
۴.....	پرسش ۳ - Restricted Boltzmann Machine
۵.....	پرسش ۴ - MLP

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.
- **در صورت مشاهده 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.**
- نحوه محاسبه تاخیر به این شکل است: پس از پایان رسیدن مهلت ارسال گزارش، حداکثر تا یک هفته امکان ارسال با تاخیر (به ازای هر روز ۵ درصد کسر نمره) وجود دارد، پس از این یک هفته نمره آن تکلیف برای شما صفر خواهد

شد. (در مورد کسر ۵ درصد نمره در یک هفته‌ی ارسال با تاخیر، دقت بفرمایید که در انتهای ترم در مجموع ۱۸روز بخشش جریمه، برای کمک به شما عزیزان در نظر گرفته شده‌است).

- 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: HW1_Ahmadi_810199101_Bagheri_810199102.zip)

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

پرسش ۱. شبکه عصبی Mcculloch-Pitts

۱-۱. ضرب کننده باینری دو بیتی

به کمک نرون Mcculloch-Pitts توسعه یافته یک ضرب کننده باینری بسازید، که دو ورودی دو بیتی را گرفته و آن ها را ضرب کند. برای این کار به دو ورودی دو بیتی (در واقع چهار نرون برای همه ورودی ها) نیاز داریم. همچنین چهار بیت خروجی (چهار نرون) مورد نیاز است. توجه شود که تمامی نرون های ورودی و خروجی باینری هستند. (صفر و یک)

ترتیب زمانی انجام عملیات در این سوال مهم نیست. بنابراین نیازی به در نظر گرفتن تاخیر برای انجام عملیات نیست، با این ترتیب مادامی که در حال ضرب دو عدد باینری هستید ورودی ها نیز در حال اعمال شدن هستند. برای سهولت در طراحی شبکه، ابتدا هر چهار خروجی را به ترتیب ارزش مکانی مشخص کرده و سپس به صورت جداگانه برای هر خروجی، شبکه متناسب با آن را به دست آورید.

دقت داشته باشید در این سوال:

- شبکه ای که برای هر خروجی رسم می کنید تا حد ممکن دارای کمترین تعداد نرون و کمترین threshold باشد.
- تعداد نرون کمتر دارای اهمیت بالاتری نسبت به threshold کم تر است.

- تمام شبکه برای یک خروجی دارای threshold یکسان است.

الف) شبکه هر خروجی را به همراه توضیحات مختصری، رسم نمایید. (نیازی به کد نویسی در این بخش نیست)

ب) با استفاده از زبان پایتون شبکه های طراحی شده را پیاده سازی کرده و تمامی حالت ها را نمایش دهید.

پرسش ۲ - AdaLine and MadaLine

۱-۲ AdaLine

فرض کنید داده های ما در دو بعد، به صورت زیر تعریف شده اند. (x, y)

• x : متغیر تصادفی نرمال با میانگین m_x و انحراف معیار σ_x

• y : متغیر تصادفی نرمال با میانگین m_y و انحراف معیار σ_y

الف) دو دسته داده به صورت زیر تعریف کنید و نمودار پراکندگی آن ها را رسم نمایید. (نتیجه باید چیزی شبیه [شکل یک](#) باشد).

دسته اول: شامل ۱۰۰ داده است، که متغیر x آن دارای میانگین ۱ و انحراف معیار ۰/۳ و متغیر y آن هم دارای میانگین ۱ و انحراف معیار ۰/۳ است.

دسته دوم: شامل ۱۰۰ داده است، که متغیر x آن دارای میانگین -۱ و انحراف معیار ۰/۳ و متغیر y آن هم دارای میانگین -۱ و انحراف معیار ۰/۳ است.

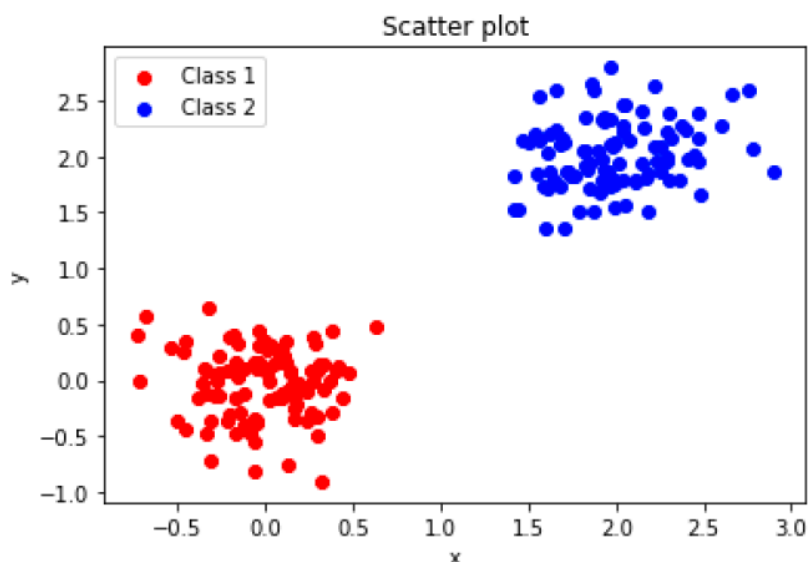
ب) با استفاده از روش Adaline یک شبکه عصبی را آموزش دهید که این دو دسته داده را از هم جدا نماید. نمودار تغییرات خطا یعنی $\frac{1}{2}(t - net)^2$ را رسم نمایید. دلیل خوب یا بد جدا شدن داده ها را توجیه نمایید.

ج) فرض کنید تعداد داده ها به صورت زیر تغییر نماید. قسمت (ب) را برای این داده های جدید تکرار نمایید.

دسته اول: شامل ۱۰۰ داده است، که متغیر x آن دارای میانگین صفر و انحراف معیار ۰/۶ و متغیر y آن هم دارای میانگین صفر و انحراف معیار ۰/۶ است.

دسته دوم: شامل ۲۰ داده است، که متغیر x آن دارای میانگین ۲ و انحراف معیار ۰/۸ و متغیر y آن هم دارای میانگین ۲ و انحراف معیار ۰/۸ است.

حال نتایج به دست آمده برای این بخش را با نتیجه به دست آمده از بخش (ب) مقایسه کنید.



شکل ۱: نمونه نمودار پراکندگی دو دسته داده تعریف شده

۱-۲. MadaLine

الف) در ابتدا به دلخواه یکی از الگوریتم های MRI یا MRII را که در کتاب مرجع موجود است، توضیح مختصری دهید.

ب) با استفاده از کتابخانه های آماده مانند Pandas، ابتدا مجموعه داده ای که مربوط به این سوال است (MadaLine.csv) را بارگزاری نمایید و نمودار پراکندگی آن ها را رسم نمایید. حال با استفاده از الگوریتمی که در قسمت الف مطالعه نمودید، شبکه ای بر اساس آن الگوریتم آموزش دهید. سپس سه مرتبه هر بار با تعداد نوروں های متفاوت (یک بار ۳ نوروں، یک بار با ۴ نوروں و یک بار با ۸ نوروں) نقاط را از هم جدا کنید. در هر مرتبه جداسازی تعداد ایپاک های انجام شده و دقت جداسازی را نمایش دهید.

ج) هر سه نمودار حاصل شده، دقت و تعداد ایپاک های هر سه حالت را با هم مقایسه و تحلیل نمایید.

پرسش ۳ – Restricted Boltzmann Machine

۳-۱. سیستم توصیه‌گر

در سوال می‌خواهیم از RBM برای سیستم توصیه‌گر بر اساس Collaborative Filtering بسازیم. این روش بر اساس اینکه کاربران در ارزیابی item هایی که موافق بودند، در آینده نیز موافق هستند و آن را می‌پسندند. به عبارت دیگر، این الگوریتم بر اساس مشابهت امتیاز دهی کاربران دیگر به کاربر آیتم هایی را پیشنهاد می‌دهد. توصیه میشود **مقاله** ای که در سایت گذاشته شده است را با دقت مطالعه کنید.

دیتاستی شامل فیلم ها و امتیاز فیلم ها در اختیار شما قرار داده شده است.

(A) به کمک کتابخانه Pandas پنج مورد نخست و آخر از فیلم ها و امتیاز ها را نشان دهید. با shape ابعاد هر دو دیتاست را نشان دهید. ستونی به نام List Index در دیتاست فیلم ها درست کنید و مقدارش را با index ست کنید.

(B) به کمک merge دو دیتاست را با هم ادغام کنید. (براساس movieId)

(C) به نظرتان چه ستون هایی از داده اضافی هستند و چرا؟ آن ها را حذف کنید.

(D) به کمک متود GroupBy داده ها را اساس ستون UserId گروه بندی کنید.

(E) حال امتیازات کاربران را normalize کنید و در یک لیست به اسم train_X ذخیره کنید.

(F) تعداد نوروں ها را در Visible Layer به تعداد فیلم ها بگیرید و ۲۰ نوروں برای Hidden Layer بگیرید و از توابع فعال ساز ReLU یا Sigmoid استفاده کنید.

(G) مدل را به مدت ۲۰ epoch ترین کنید.

(H) در نهایت یک یوزر دلخواه مانند یوزر ۷۵ انتخاب کنید و ۱۵ فیلم که بیشتری امتیاز پیشنهاد توسط مدل داده شده است را نشان دهید.

۱-۴. Multi Layer Perceptron

یک دیتاست برای پیشبینی قیمت خانه ها در اختیار شما گذاشته شده است. در این سوال با Feature Engineering و MLP آشنا خواهید شد. در این سوال هدف آشنایی با Keras/Tensorflow یا PyTorch است.

- (A) فایل csv را بخوانید و تابع info از Pandas را فراخوانی کنید.
- (B) تعداد داده هایی که Nan هستند را برحسب هر ستون نمایش دهید.
- (C) Correlation Matrix را رسم کنید. چه فیچری با قیمت Correlation بیشتری دارد؟
- (D) نمودار توزیع قیمت و نمودار قیمت و فیچری که Correlation زیادی با قیمت دارد را رسم کنید.
- (E) ستون Date را به دو ستون ماه و سال تبدیل کنید و این ستون را از دیتافریم حذف کنید.
- (F) داده ها را به train/test تقسیم کنید. (اندازه test set ۲۰ درصد کل داده ها باشد)
- (G) به کمک MinMaxScaler داده های train و test را scale کنید. (توجه داشته باشید از داده های test نباید برای scale کردن داده استفاده کنید چون در این صورت data leakage رخ داده است).
- (H) در این مرحله یک مدل MLP ساده با ۲ لایه پنهان یا بیشتر بسازید.
- (I) دو Optimizer و Loss Function مختلف را بررسی کنید.
- (J) مدل را train کنید و نمودار loss و validation loss را رسم کنید.
- (K) پنج داده را به تصادفی از test set انتخاب کرده و قیمت خانه را پیشبینی کنید. سپس مشخص کنید چقدر این پیشبینی شما با قیمت واقعی تفاوت دارد.