



دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دانشکده مهندسی کامپیوتر

پروژه درس رایانش عصبی و یادگیری عمیق



پروژه اول

هدف: واحد پردازشی پرسپترون و تخمین تابع.

کد: پیاده سازی این پروژه را به زبان پایتون انجام دهید؛ در این فعالیت مجاز به استفاده از tensorflow یا pytorch یا jax می باشید. فایل های کد خود را بر اساس شماره سوال و زیر قسمت خواسته شده ی آن نام گذاری کنید (برای مثال می توان نام گذاری قسمت اول برای سوال سوم تمرین را بصورت `P3_a_preprocessing.py` در نظر گرفت). فایل های ارسالی تان بایستی با فرمت `.py` یا `.ipynb` (با حفظ خروجی هر سلول) باشد.

گزارش: ملاک اصلی انجام فعالیت، گزارش آن است و ارسال کد بدون گزارش فاقد ارزش است. برای این فعالیت یک فایل گزارش در قالب pdf تهیه کنید که دارای فهرست بوده و پاسخ ها بترتیب در آن قرار گرفته اند و نام، نام خانوادگی و شماره دانشجویی تان در قسمت چپ سربرگ تمامی صفحات تکرار شده است. علاوه بر خواسته ی مستقیم هر سوال، مقتضی است که نمودارهای خطا (loss) و صحت (accuracy) را به ازای مجموعه داده های آموزش و اعتبارسنجی رسم نمایید. همچنین در صورت امکان ماتریس درهم ریختگی را بصورت رنگ آمیزی شده به همراه اعداد متناظر برای مجموعه داده های آموزش، آزمون و اعتبارسنجی نیز تولید نمایید. لازم به ذکر است که در هر آموزش بایستی موارد مهم تنظیم شده نظیر تابع خطا، بهینه ساز (به همراه پارامترهای تنظیم شده ی آن مانند نرخ یادگیری)، معماری شبکه ی آموزشی (کتابخانه ها و ابزارهایی برای بصری سازی موجود است)، تعداد گام آموزشی، اندازه دسته (Batch Size)، آمارگان تفکیک مجموعه داده (به آموزش، آزمون و اعتبارسنجی)، پیش پردازش های اعمالی بروی داده گان ورودی و... ذکر گردد.

تذکر: مطابق قوانین دانشگاه هر نوع کپی برداری و اشتراک کار دانشجویان غیر مجاز بوده و با تمامی طرفین برخورد خواهد شد. استفاده از کدها و توضیحات اینترنت به منظور یادگیری صرفا با ارجاع به آن بلامانع است، اما کپی کردن آن غیرمجاز است.

راهنمایی: در صورت نیاز میتوانید سوالات خود را در خصوص پروژه از تدریسارهای درس، از طریق ایمیل زیر یا در گروه تلگرامی [بپرسید](#). (لینک گروه تلگرامی)

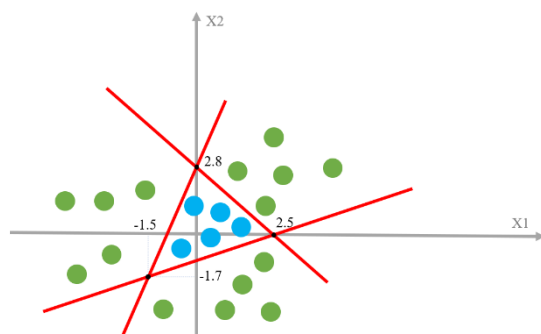
Email: ann.ceit.aut@gmail.com CC: m.ebadpour@aut.ac.ir

توجه: می توانید از منابع و بسترهای سخت افزاری برخط رایگان نظیر Google Colab یا Kaggle استفاده نمایید.

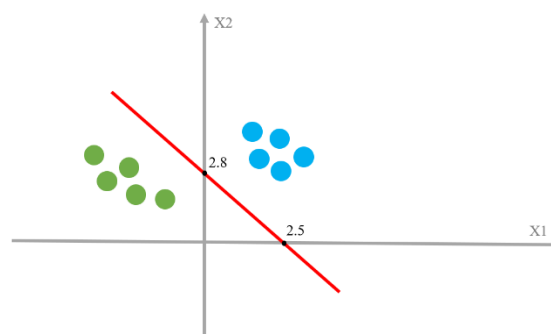
تاخیر مجاز: در طول ترم، ۱۲ روز زمان مجاز تاخیر برای ارسال پروژه ها در اختیار دارید (بدون کسر نمره). این تاخیر را می توانید بر حسب نیاز بین پروژه ها مختلف تقسیم کنید که مجموع آن نباید بیشتر از ده روز شود. پس از استفاده از این تاخیر مجاز، هر روز تاخیر باعث کسر ۱۰٪ نمره ی کسب شده ی آن تمرین خواهد شد.

ارسال: فایل های کد و گزارش خود را در قالب یک فایل فشرده با فرمت StudentID_HW01.zip تا تاریخ ۱۴۰۳/۰۱/۰۴ صرفا از طریق سایت کورسز ارسال نمایید. ارسال از طریق تلگرام، ایمیل و سایر راه های ارتباطی مجاز نبوده و تصحیح صورت نخواهد گرفت.

1. همانگونه که در کلاس درس آشنا شده‌اید، واحد پردازشی پرسپترون و آدالاین امکان دریافت ورودی، توان‌های متعدد آن و حاصل ضرب ورودی‌ها را داشته و می‌تواند مسئله دسته‌بندی خطی را حل نمایند. در این سوال قصد بدست آوردن وزن‌های یک نورون پردازشی پرسپترون را بصورت نظری و با محاسبات دستی داریم.



شکل ۱-ب



شکل ۱-ا

a. شکل ۱-ا را برای دسته‌بندی مسئله‌ی دودویی در نظر بگیرید. معماری نورون مورد نظر را توضیح داده وزن‌های آن را بدست آورید. (۲.۵ امتیاز)

b. حال شکل ۱-ب را در نظر بگیرید. چرا مسئله جداپذیر خطی نیست؟ چگونه می‌توان آن را در قالب حل چند مسئله‌ی خطی حل نمود؟ معماری پیشنهادی خودتان را رسم و وزن‌های موجود در آن را با محاسبات بدست آورید. معماری شما می‌تواند حاصل از کنار هم چیدن و پشت هم چیدن یک یا چند نورون پرسپترون باشد. (۱۰ امتیاز)

c. شگرد هسته (Kernel trick) چیست؟ چگونه می‌توان قسمت قبل را با آن حل نمود؟ توضیح دهید. (۵ امتیاز)

2. مجموعه داده‌ی ضمیمه شده را بارگزاری کرده و آن را نمایش دهید. تفکیک مجموعه داده را با نسبت ۱:۲:۷ بترتیب برای آموزش، آزمون و اعتبارسنجی در نظر بگیرید.

a. با یک نورون پرسپترون و صرفاً بر اساس ویژگی‌های ورودی، وزن‌های نورون خود را با آموزش بدست آورده و دسته‌بندی را انجام دهید و معیارهای صحت (accuracy) و امتیاز-F1 را به ازای هر دسته گزارش نمایید و نمودار خطا بر حسب تکرار را به ازای دسته‌های اعتبارسنجی و آزمون رسم نمایید. همچنین در نهایت وزن‌های معماری‌تان را به همراه طرحواره‌ی آن گزارش کنید. (۱۰ امتیاز)

b. به ورودی قسمت قبل، توان بالای ورودی‌ها تا توان سوم را افزوده و نتیجه‌ی حاصل را ضمن گزارش تحلیل نموده و توجیه کنید. (۵ امتیاز)

c. حال، حاصل ضرب ورودی‌های قسمت قبل (برای مثال $x_1x_2, x_1x_2^2, x_1^3x_2, \dots$) را به ورودی پرسپترون افزوده و

مجدداً نتیجه‌ی حاصل را ضمن گزارش تحلیل نموده و توجیه کنید. به جهت ریاضیاتی و هندسی، این جمله‌ها بیانگر

افزودن چه ویژگی‌هایی هستند؟ (۷.۵ امتیاز)

3. فرض کنید می‌خواهیم تابع $f(x) = \sin(x) + 3x^{17} - 5x^2$ را با یک نورون پرسپترونی تخمین و در صورت امکان

محاسبه نماییم.

a. با تحقیق و مطالعه کافی توضیح دهید چگونه می‌توان از سری تیلور برای تخمین توابع استفاده نمود. (۵ امتیاز)

b. با استفاده از سری تیلور، تخمین تابع یاد شده را تا ۱۰ جمله محاسبه و بدست آورید. فرآیند محاسبه را در گزارش

بنویسید. (۱۵ امتیاز)

c. حال یک نورون پرسپترونی طراحی کنید که بتواند تابع فوق را با جملات سری تیلور محاسبه کند (وزن‌های نورون را

با محاسبات بدست آورده و در گزارش خود بیان کنید). در یک نمودار تابع و تخمین‌های آن به ازای استفاده از جملات

یک تا ۱۰ را رسم کنید (خروجی ۱۱ منحنی خواهد بود). در یک جدول خطای حاصل از تقریب را به ازای استفاده از

جملات مختلف با تابع MSE گزارش کنید. (۱۰ امتیاز)

توجه مهم: ورودی نورون‌های طراحی شده‌تان صرفاً بایستی توانی از ویژگی‌های اصلی یا حاصل ضرب توانی از ویژگی‌ها باشد و فرم دیگری

قابل قبول نیست؛ برای مثال اگر یک ویژگی x باشد، $\sin(x)$ یا e^x نمی‌تواند ورودی یک نورون باشد.