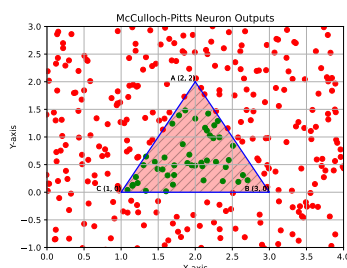




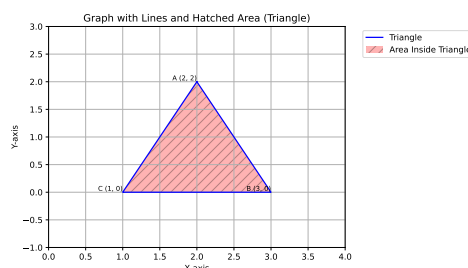
مینی پروژه شماره دو

۱ پرسش یک

به کمک یک نورون ساده یا پرسپترون یا نورون McCulloch-Pitts^۱ شبکه‌ای طراحی کنید که بتواند ناحیه هاشورزده داخل مثلی که در نمودار **شکل ۱ (آ)** نشان داده شده را از سایر نواحی تفکیک کند. پس از انجام مرحله طراحی شبکه (که می‌تواند به صورت دستی انجام شود)، برنامه‌ای که در **این دفترچه‌کد** و در کلاس برای نورون McCulloch-Pitts آموخته‌اید را به گونه‌ای توسعه دهید که ۲۰۰۰ نقطه رندوم تولید کند و آن‌ها را به عنوان ورودی به شبکه طراحی شده توسط شما دهد و نقاطی که خروجی «۱» تولید می‌کنند را با رنگ سبز و نقاطی که خروجی «۰» تولید می‌کنند را با رنگ قرمز نشان دهد. خروجی تولید شده توسط برنامه شما باید به صورتی که در **شکل ۱ (ب)** نشان داده شده است باشد (به محدوده عددی محورهاهای x و y هم دقت کنید). اثر اضافه کردن دو تابع فعال‌ساز مختلف به فرآیند تصمیم‌گیری را هم بررسی کنید.



(ب) خروجی مطلوب برنامه



(آ) نمودار هاشورزده مورد سوال

شکل ۱: نمودارهای مربوط به سوال اول و خروجی برنامه.

۲ پرسش دو

در این سوال به شبیه‌سازی مقاله weather forecasting based on a real-time collaborative machine learning system with multiple predictor locations نواحی مختلف برای پیش‌بینی آب‌وهوای یک ناحیه استفاده می‌کند. در این تحقیق الگوریتم‌های مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است. هر یک از الگوریتم‌ها نیز برای چند حالت مختلف آموزش داده شده‌اند؛ یعنی مدل‌های مختلف برای داده هدف متفاوت. در این سؤال قصد داریم علاوه بر تمرین پیاده‌سازی شبکه عصبی برای مسئله رگرسیون^۲، با collaborative machine learning نیز آشنا شویم.

^۱ تشخیص اینکه با کدام روش می‌توانید این کار را انجام دهید با شماست.
^۲ regression

۱.۲ دادگان

۱.۱.۲

درباره دیتاست جمع‌آوری شده توسط مقاله به صورت مختصر توضیح دهید.

۲.۱.۲

داده این تمرین در فایل `weather_prediction_dataset.csv` قرار دارد. در این پیاده‌سازی از دادگانی غیر از دادگان مقاله مورد مطالعه استفاده می‌شود. در مقاله از نواحی نزدیک به هم برای پیش‌بینی آب‌وهوا استفاده شده است. برای شبیه بودن این تمرین به مقاله از دادگان شهرهای فرانسه که در فایل داده وجود دارد استفاده می‌کنیم. چه شهرهایی از فرانسه در این داده موجود هستند؟ آن داده‌ها را ذخیره کرده و داده مربوط به شهرهای دیگر را حذف کنید. (لینک دادگان)

۳.۱.۲

چند نمونه^۳ در این داده وجود دارد؟ این دادگان چه بازه زمانی را شامل می‌شوند؟ مقاله چه پیش‌پردازش‌هایی را روی داده خود اعمال کرده است؟ آن‌ها را روی داده خود اعمال کنید.

۴.۱.۲

مقاله برای محاسبه متغیر مورد نظر در لحظه t از مقادیر موجود در روزهای $t-1, t-2, \dots$ استفاده می‌کند. یعنی ورودی مدل مربوط به چندین روز بوده و خروجی آن مربوط به تنها یک روز است. در ادامه برای آموزش مدل خود باید دادگان را به این فرمت در آورید. یعنی y شما تنها مربوط به یک روز است ولی x مربوط به چند روز قبل از y است. شما برای آموزش مدل خود باید داده‌ای به صورت بیان شده ایجاد کنید.

داده‌های مربوط به سال ۲۰۰۹ را جدا کرده و به عنوان دادگان آزمون استفاده نمایید. دادگان آموزش و آزمون را با پنجره‌های انتخاب شده بسازید؛ مثلاً اگر اندازه پنجره انتخاب شده ۵ با همپوشانی ۴ باشد، داده آزمون باید از شکل $365 \times n$ به شکل $361 \times 5 \times n$ درآید.

۲.۲ آموزش مدل

در این بخش باید یک شهر را انتخاب کرده و تمامی مدل‌های خواسته شده را برای آن شهر پیاده‌سازی کنید.

۱.۲.۲

مفهوم collaborative machine learning را توضیح دهید. collaborative machine learning در چهارچوب این مقاله به چه صورت استفاده شده است؟ شرح دهید.

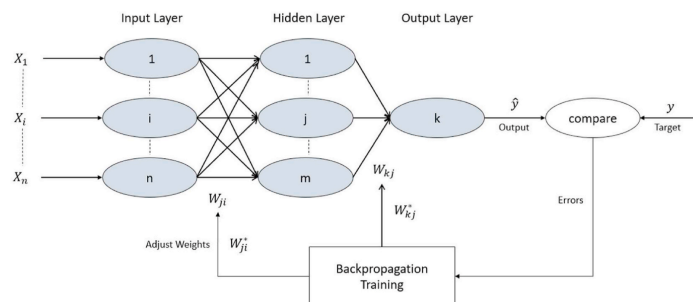
۳.۲

در این مرحله باید یک شبکه عصبی طراحی از صفر طراحی کرده و مدل‌هایی با استفاده از داده‌هایی که ایجاد کردید آموزش دهید.

- معماری شبکه: شبکه عصبی طراحی کنید که ساختار شکل ۲ زیر را داشته باشد.
یعنی شبکه دارای یک لایه پنهان و یک لایه تصمیم‌گیری نهایی است.
نکته: برای محاسبه ویژگی‌های مختلف می‌توانید تنها از یک مدل با چندین خروجی یا از چند مدل با یک خروجی استفاده کنید.
- طراحی شبکه: برای طراحی شبکه خود می‌توانید از کتابخانه tensorflow یا pytorch استفاده کنید.
- پارامترهای مختلف شبکه عصبی باید شبکه خود را برای ۳ حالت مختلف نرخ یادگیری آموزش دهید.

۱. 10^0

^۳sample



شکل ۲: ساختار شبکه عصبی

۲. 10^{-3}

۳. 10^{-8}

از SGD به عنوان تابع الگوریتم بهینه‌ساز و از MSE به عنوان تابع هزینه استفاده نمایید. از ReLU برای تابع فعال‌سازی لایه پنهان و از تابع Linear برای لایه نهایی استفاده کنید. مدل خود را برای ۲۰۰ epoch آموزش دهید.

• دیگر نیازمندی‌ها: باید موارد زیر در حین آموزش مدل نمایش داده شوند:

- progress bar
- خطا آموزش و آزمون
- امتیازی: نمودار خطا آموزش و آزمون

۴.۲ نمایش و تحلیل

۱.۴.۲

نمودار خطا برای داده آموزش و آزمون یک مدل را برای تمامی حالات نرخ یادگیری نمایش دهید.

۲.۴.۲

با استفاده از نمودارهای رسم شده در بخش قبل، تاثیر اندازه نرخ یادگیری را بر عملکرد مدل تحلیل کنید.

۵.۲ مدل جدید

شبکه عصبی را عمیق‌تر کرده و بار دیگری تمامی مراحل آموزش مدل و نمایش و تحلیل را دوباره انجام دهید. تحلیل کنید که مدل عمیق‌تر چه تاثیری بر عملکرد دارد.

امتیازی

تمامی وزن‌ها را در حین آموزش مدل ذخیره کرده و تغییر مقدار وزن‌ها را برای یک یا چند وزن به صورت جداگانه نمایش دهید. تاثیر نرخ یادگیری بر تغییرات وزن مدل حین آموزش را تحلیل کنید.

۳ پرسش سه

به این دفترچه‌کد مراجعه کنید و با اجرای سلول اول، ۵ داده تصویری مربوط به حروف الفبای فارسی که در شکل ۳ نشان داده شده است را دریافت کنید و سپس به سوالات زیر پاسخ دهید. دقت داشته باشید که در هر مرحله ارائه توضیحات متنی و دیداری مناسب لازم است. مثلاً می‌توانید ورودی نویزی و خروجی پیش‌بینی شده را در یک تصویر در کنار هم قرار دهید.

۱. دو تابع پایتونی در سلول‌های دوم و سوم این دفترچه‌کد نوشته شده‌اند. اولین تابع تصویر را در ورودی خود دریافت و به صورت نمایش باینری درمی‌آورد و دومین تابع با افزودن نویز به داده‌ها، داده‌های جدید نویزی تولید می‌کند. در



شکل ۳: نمونه داده‌ها.

مورد نحوه عملکرد هریک از این توابع توضیح دهید. همچنین، می‌توانید این دستورات را به صورتی بهتر و کارآمدتر بازنویسی کنید.

۲. یک شبکه عصبی (همینگ یا هاپفیلد) طراحی کنید که با اعمال ورودی دارای میزان مشخصی نویز برای هر یک از داده‌ها، خروجی متناسب با آن داده نویز را بیابد. میزان نویز را تا حدی که شبکه شما ناموفق عمل کند افزایش دهید و نتایج را مقایسه و تحلیل کنید.

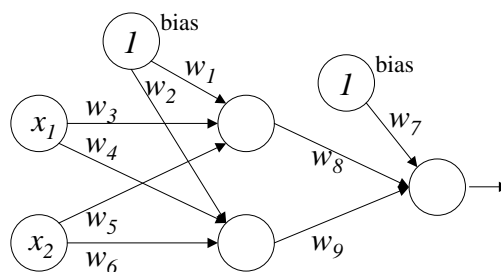
۳. با الهام گرفتن از تابع نوشته شده برای تولید داده‌های نویزی، یک تابع بنویسید که از داده‌های ورودی، خروجی‌های دارای Missing Point تولید کند. سپس عملکرد شبکه خود را با مقدار مشخصی Missing Point آزمایش و تحلیل کنید. اگر میزان Missing Point از چه حدی بیشتر شود عملکرد شبکه طراحی شده شما دچار اختلال می‌شود؟ راه حل چیست؟ (راهنمایی: نمونه داده دارای Missing Point در شکل ۴ نشان داده شده است).



شکل ۴: نمونه داده دارای Missing Point.

۴ پرسش چهار

شبکه عصبی آورده شده در شکل ۵ را برای یک مسئله طبقه بندی دوکلاسه در نظر بگیرید. فرض کنید که لایه های میانی از تابع فعال ساز خطی $(h(z) = cz)$ و لایه خروجی از تابع سیگموئید $(g(z) = \frac{1}{1+e^{-z}})$ استفاده می‌کند. این شبکه می‌خواهد یک تابع برای $P(Y = 1 | X, w)$ که در آن $X = (x_1, x_2)$ و $W = (w_1, w_2, \dots, w_9)$ است را یاد بگیرد.



شکل ۵: شبکه عصبی سوال چهارم.

۱. خروجی شبکه عصبی $P(Y = 1 | X, w)$ را بر حسب پارامترهای شبکه (W, x) و ثابت c نوشته و مرز تصمیم نهایی را به دست آورید.

۲. آیا می‌توان یک شبکه عصبی بدون لایه مخفی به دست آورد که معادل شبکه عصبی فوق باشد؟ در صورت وجود، شبکه پیشنهادی‌تان را رسم کنید.

در انجام این تمرین حتماً به نکات زیر توجه کنید:

- موعد تحویل این تمرین، ساعت ۱۸:۰۰ روز ۲۱ اردیبهشت ماه ۱۴۰۴ است.
- برای گزارش لازم است که پاسخ هر سوال و زیربخش هایش به ترتیب و به صورت مشخص نوشته شده باشند. بخش زیادی از نمره به توضیحات دقیق و تحلیل های کافی شما روی نتایج بستگی خواهد داشت.
- لازم است که در صفحه اول گزارش خود لینک مخزن گیت هاب را و گوگل کولب مربوط به مینی پروژه خود را درج کنید. درخصوص گیت هاب، یک مخزن خصوصی درست کنید و آی دی های MJAHMADEE و AliBagheriNejad را به عنوان Collaborator به مخزن اضافه کنید. پروژه های گیت هاب می بایست در انتهای ترم پابلیک شوند. درمقابل، لینک گوگل کولب را در حالتی که دسترسی عمومی دارد به اشتراک بگذارید. دفترچه کد گوگل کولب باید به صورت منظم و با بخش بندی مشخص تنظیم شده باشد و خروجی سلول های اجرا شده قابل مشاهده باشد. در گیت هاب نیز یک مخزن برای درس و یک پوشه مجزا برای هر مینی پروژه ایجاد کنید.
- (آموزش پرایوت کردن مخزن گیت هاب و آموزش افزودن Collaborator به مخزن گیت هاب)
- هر جا از دفترچه کد گوگل کولب شما نیاز به فراخوانی فایلی خارج از محیط داشت، مطابق آموزش های ارائه شده ملزم هستید از دستور `gdown` استفاده کنید و مسیرهای فایل ها را طوری تنظیم کنید که صرفاً با اجرای سلول های کد، امکان فراخوانی و خواندن فایل ها توسط هر کاربری وجود داشته باشد.
- در تمامی مراحل تعریف داده و مدل و هر جای دیگری که مطابق آموزش های ویدیویی و به لحاظ منطقی نیاز است، Random State را برابر با دو رقم آخر شماره دانشجویی خود در نظر بگیرید.
- استفاده از ابزارهای هوشمند (مانند ChatGPT) در کمک گرفتن برای بهبود کدها مجاز است؛ اما لازم است تمام جزئیات مواردی که در خروجی های مختلف گزارش خود عنوان می کنید را به خوبی خوانده، درک و تحلیل کرده باشید. استفاده از این ابزارهای هوشمند در نوشتن گزارش و تحلیل ها ممنوع است.
- در جاهایی که با توجه به دو رقم آخر شماره دانشجویی خود محدود به انتخاب عدد، متغیر و یا داده ای خاص شده اید، برای تست های اضافه تر و نمایش بهبود در نتایج خود، مجاز هستید از مقادیر دیگر هم استفاده کنید.
- رعایت نکات بالا به حرفه ای تر شدن شما کمک خواهد کرد و اهمیتی معادل مطالب درسی فراگرفته شده دارد؛ بنابراین، در صورت عدم رعایت هریک از این نکات، از نمره تمرین شما کسر خواهد شد.
- آی دی پرسش هرگونه ابهام درخصوص سوالات