

به نام خدا



دانشکده مهندسی کامپیوتر

درس هوش محاسباتی

دکتر ناصر مزینی

تمرین سری اول

دستیار آموزشی:

مهدی قضاوی

تاریخ تحویل:

۱۴۰۳/۰۸/۰۴

نکات تکمیلی:

۱. پاسخ سؤالات را به صورت کامل در یک فایل PDF و کدهای سؤالات در فرمت ipynb. (همراه با خروجی سلول های نوت بوک) در یک فایل فشرده به شکل HW1_StudentID.zip قرار داده و تا زمان تعیین شده بارگذاری نمایید.
۲. در مجموع تمام پروژه ها، ۷۲ ساعت تاخیر در ارسال پاسخ ها مجاز است و پس از آن به ازای هر روز تاخیر ۱۰ درصد از نمره کسر می گردد.
۳. چنانچه دانشجویی پروژه را زودتر از موعد ارسال کند و ۷۵ درصد از نمره را کسب کند، تا سقف ۲۴ ساعت به ساعات مجاز تاخیر دانشجو اضافه می گردد.
۴. حداکثر تأخیر برای ارسال هر تمرین ۴ روز می باشد و بعد از ۴ روز امکان ارسال وجود ندارد.
۵. لازم به ذکر است توضیح کدها و نتایج حاصله باید در فایل PDF آورده شوند و از کد بدون گزارش نمره کسر می شود.
۶. ارزیابی تمرین بر اساس صحیح بودن راه حل، گزارش کامل و دقیق است.
۷. تمرین ها باید به صورت انفرادی انجام شوند و حل گروهی تمرین مجاز نیست.
۸. لطفاً برای انجام تمرین زمان مناسب اختصاص دهید و انجام آن را به روزهای پایانی موکول نکنید.
۹. سؤالات خود را می توانید در گروه مربوطه مطرح نمایید.

سؤال ۱:

باتوجه به مطالب ارائه شده در کلاس، توابع منطقی مانند AND و OR مورد بررسی قرار گرفتند. اکنون قصد داریم تابع منطقی XOR را با استفاده از داده های زیر تحلیل کنیم. در این مسئله، باید از یک نورون مصنوعی ساده (Single Artificial Neuron) استفاده کنیم.

یک نورون مصنوعی طراحی کنید که با استفاده از آستانه ای (Threshold) برابر با ۰.۵ بتواند تابع منطقی XOR را حل کند. از وزن های مناسب برای نورون، با توجه به این آستانه، به منظور دستیابی به پیش بینی های صحیح استفاده کنید. هدف شما یافتن وزن هایی است که امکان پیاده سازی گیت XOR را فراهم کنند. پس از طراحی نورون، برای هر نمونه ورودی، مقدار خروجی Y را برای گیت XOR محاسبه کنید. آیا چنین طراحی ای امکان پذیر است؟ اگر پاسخ مثبت است، وزن های پیدا شده را گزارش دهید. در غیر این صورت، دلایل عدم امکان پذیری را توضیح دهید و راه حلی پیشنهادی برای حل این مسئله ارائه کنید.

| X1 | X2 | Y |
|----|----|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

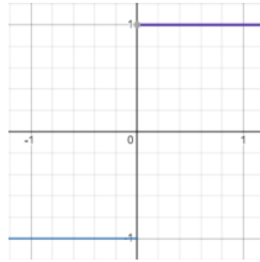
سؤال ۲:

در این سؤال، شما باید یک نورون ADALINE طراحی کنید که قادر به حل دقیق گیت AND باشد. برای این مسئله، نرخ یادگیری ۰.۰۵ و بایاس (bias) برابر با ۱ در نظر گرفته شده است. وزن های اولیه به شرح زیر هستند:

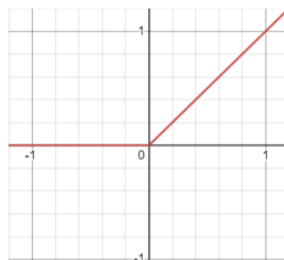
- $b = 0.1$
- $w1 = 0.2$
- $w2 = -0.1$

هدف این تمرین، توضیح گام به گام مراحل ساخت یک نورون ADALINE است که بتواند با به روز رسانی وزن های خود به درستی گیت AND را یاد بگیرد. فرایند آموزش شامل سه مرحله تکراری است و در هر مرحله، وزن ها به روز رسانی می شوند. همچنین، در هر مرحله از یکی از توابع فعال سازی زیر استفاده خواهد شد.

$$out = \begin{cases} 1 & \text{if } y \geq 0 \\ -1 & \text{if } y < 0 \end{cases} \quad \text{Step Function (Hard Limiter). 1}$$



$$out = \max(0, x) \quad \text{ReLU. 2}$$



در هر مرحله، لازم است تغییرات وزن‌ها را محاسبه و نمایش دهید و توضیح دهید که چگونه نرخ یادگیری، وزن‌های اولیه، و انتخاب تابع فعال‌سازی بر عملکرد نورون ADALINE تأثیر می‌گذارند. در پایان، مقایسه‌ای بین توابع فعال‌سازی و روش‌های به‌روزرسانی وزن (GD یا SGD) ارائه کنید. مشخص کنید که کدام تابع فعال‌سازی و کدام روش به‌روزرسانی وزن بهتر عمل می‌کنند و دلیل این انتخاب را با جزئیات کامل توضیح دهید. همچنین، نتایج نهایی را همراه با تحلیل دقیق ارائه نمایید.

جدول ورودی‌ها:

| X1 | X2 | Y |
|----|----|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

سؤال ۳:

الف) فایل‌های Basic.ipynb، Numpy.ipynb و Pytorch.ipynb را اجرا کنید. توجه داشته باشید که این نوت‌بوک‌ها صرفاً برای یادگیری تهیه شده‌اند و نمره‌ای به آن‌ها تعلق نخواهد گرفت.

ب) برای پیاده‌سازی و توضیحات مربوط به این بخش، به نوت‌بوک `Que3.ipynb` مراجعه کنید. در این پیاده‌سازی، تنها برخی بخش‌ها نیاز به تکمیل دارند که در نوت‌بوک مشخص شده‌اند. برای مثال، قسمت لود دیتاست از قبل پیاده‌سازی شده است. لطفاً سایر قسمت‌ها را مطابق با توضیحات داخل نوت‌بوک تکمیل کنید. در صورت بروز هرگونه ابهام، با دستیاران آموزشی مرتبط در ارتباط باشید. لطفاً نوت‌بوک ارسالی حاوی خروجی‌ها باشد. همچنین دقت کنید که پیاده‌سازی این بخش باید با استفاده از کتابخانه `PyTorch` انجام شود؛ بنابراین بخش‌های خواسته‌شده را حتماً با استفاده از این کتابخانه تکمیل نمایید.

سؤال ۴:

به فایل `Que4.ipynb` پیوست شده در تمرین‌ها مراجعه کنید. بخش‌های `A` و `B` را تکمیل کنید تا مدل‌های `Adaline` و `Madaline` را برای طبقه‌بندی مجموعه داده مشخص شده پیاده‌سازی کنید. سپس نتایج به دست آمده را تحلیل و با یکدیگر مقایسه نمایید.

موفق باشید.