



دانشکده مهندسی کامپیوتر

مبانی هوش محاسباتی

پاییز ۱۴۰۰

تمرین سری اول

پرسپترون

مدرس..... ناصر مزینی

طراحی و تدوین..... علی صداقی - صدرا خاموشی فر

تاریخ انتشار..... ۱۹ مهر ۱۴۰۰

تاریخ تحویل..... ۸ صبح ۴ آبان ۱۴۰۰

قوانین

۱. در صورت مشاهده هرگونه تقلب یا کپی از اینترنت، نمره سوال برای هر دو نفر ۰ منظور خواهد شد.
۲. تحویل تمرین از طریق سایت Gradescope خواهد بود. لطفا پس از ثبت نام با کد 4PZD84 وارد کلاس شوید.
۳. هر تمرین شامل دو نوع سوال تشریحی و عملی است. ۲۰ درصد از نمره هر سوال عملی مربوط به توضیحات و گزارش کد آن می باشد. توضیحات در قالب Note در سلول Notebook اضافه شود و شامل ورودی و خروجی، نحوه عملکرد توابع و مراحل مهم الگوریتم می باشد. سوالات تشریحی نیز باید به طور کامل در قسمت Report گریداسکوپ ثبت شود.
۴. سوالات خود را از طریق گروه تلگرام مطرح کنید.
۵. انجام تمرین به صورت انفرادی می باشد. ددلاین تمرین ساعت ۸ صبح خواهد بود.
۶. در طول ترم تا ۷۲ ساعت تاخیر بدون کسر نمره مجاز خواهد بود که به صورت ساعتی محاسبه خواهد شد. پس از آن به ازای هر روز تاخیر در تحویل تمرین ۳۳ درصد از نمره آن تمرین کسر خواهد شد که به صورت روزانه محاسبه می شود.
۷. جهت تحویل تمرین عملی قبل از آپلود کد، تمام سلول های Notebook را دوباره Run کنید. همچنین خروجی باید شامل تمام مراحل خواسته شده در صورت سوال باشد.
۸. پیشنهاد می شود جهت انجام تمرین از محیط کولب استفاده کنید.
۹. ریز نمرات هر سوال را می توانید از سایت گرید اسکوپ مشاهده نمایید.
۱۰. فایل گزارش ارسالی حتما باید به صورت تایپ شده باشد.

نکات

۱. محاسبات به صورت کاملاً Vectorize باشد. تنها در Epoch و Batch ها می‌توانید از حلقه For استفاده کنید. در غیر این صورت سرعت اجرای برنامه شما بسیار کم خواهد بود.
۲. در پایان هر Epoch مقادیر دقت و خطای شبکه را گزارش کنید و در انتها نمودار آن‌ها را رسم کنید.
۳. برای ترسیم نمودارها می‌توانید از کتابخانه matplotlib استفاده کنید.
۴. هایپرپارامترهای شبکه به صورت آرگومان ورودی قابل تنظیم شدن باشند. (Epochs, Batch Size, Learning Rate, ...)
۵. بخشی از نمره این تمرین مربوط به دقت، خطا و سرعت مناسب می‌باشد. پس در انتخاب هایپرپارامترهای شبکه دقت کنید.
۶. در صورت نیاز داده‌های ورودی را قبل از Feed شدن به شبکه نرمال کنید.

موفق باشید.

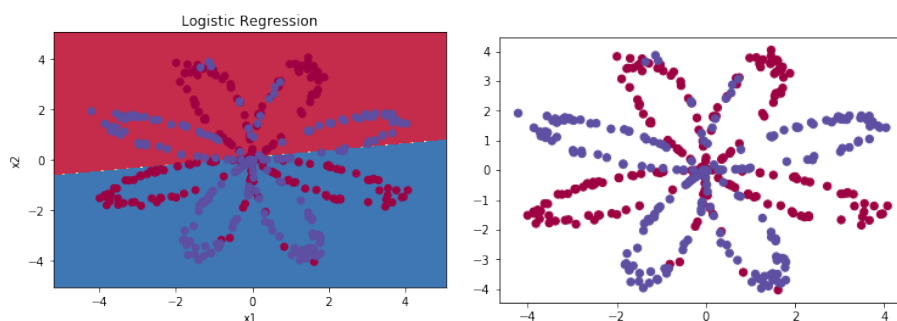
۱ پرسپترون (Perceptron) - (۲۰ نمره)

با استفاده از کتابخانه NumPy یک پرسپترون پیاده‌سازی کنید. در پیاده‌سازی خود به مورد زیر توجه کنید:

- با استفاده از یک آرگومان بولی بتوان Stochastic بودن یا نبودن Gradient Descent را تنظیم کرد.

۱.۱ Batch Gradient Descent

شبکه پیاده‌سازی شده را در حالت Batch Gradient Descent روی دیتاست پیوست شده داخل نوتبوک آموزش دهید. سپس با استفاده از کدهای آماده شده داخل نوتبوک ناحیه مربوط به هر دسته را در یک نمودار ترسیم کنید. (همانند شکل ۲)



شکل ۲: ناحیه تقسیم شده توسط شبکه

شکل ۱: دیتاست

۲.۱ Stochastic Gradient Descent

سوال ۱.۱ را این بار در حالت Stochastic Gradient Descent حل کنید.

۳.۱ مقایسه

نحوه عملکرد، نتایج و مشکلات دو روش بالا را در گزارش خود با هم مقایسه کنید و سپس راهکارهایی برای بهبود عملکرد آن‌ها پیشنهاد دهید.

۲ پرسپترون چند لایه (MLP) - (۴۰ نمره)

با استفاده از کتابخانه NumPy یک پرسپترون چند لایه پیاده‌سازی کنید. در پیاده‌سازی خود به موارد زیر توجه کنید:

- با استفاده از یک آرگومان آرایه بتوان تعداد نورون در هر لایه را مشخص کرد. (طول آرایه برابر تعداد لایه‌ها، مقدار هر عضو آرایه برابر تعداد نورون‌ها در آن لایه)
- از تابع فعال‌سازی ReLU در لایه‌های میانی استفاده کنید. در لایه آخر از تابع فعال‌سازی Sigmoid استفاده کنید.

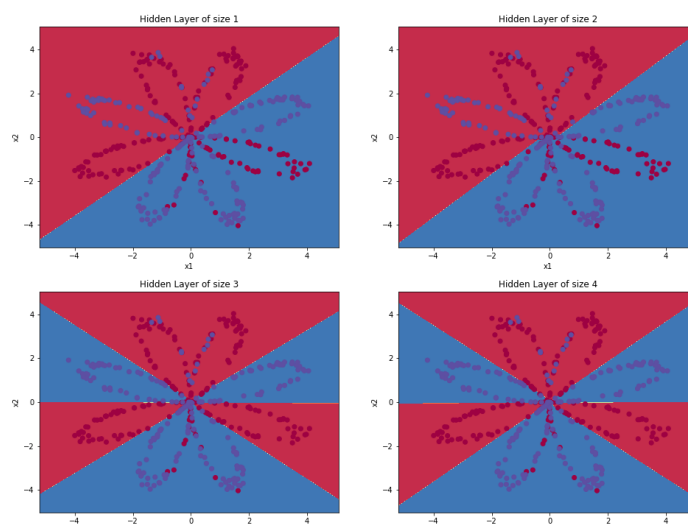
۱.۲ تاثیر تعداد نورون در شبکه با یک لایه مخفی

شبکه پیاده‌سازی شده را در حالت ۲ لایه (یک لایه مخفی) در نظر بگیرید. سپس با در نظر گرفتن مقادیر زیر به عنوان تعداد نورون لایه مخفی آن را بر روی دیتاست سوال قبلی آموزش دهید.

تعداد نورون لایه مخفی: ۱، ۲، ۵، ۲۰، ۵۰

دقت، خطا و شکل ناحیه تقسیم شده در هر حالت بالا را در گزارش خود بیان کنید (همانند شکل

۳) و بگویید در کدام حالت‌ها شبکه دچار Over-fit شده است؟



شکل ۳: مقایسه نتیجه تعداد نورون‌های لایه مخفی

۲.۲ تاثیر تعداد لایه‌ها

همانند سوال بالا شبکه‌های ۳ لایه و ۴ لایه (تعداد نورون دلخواه) را در نظر بگیرید و نتایج آن‌ها را در گزارش خود مقایسه کنید. فکر می‌کنید دلیل رخ دادن نتایج بالا در چیست؟

۳.۲ مقایسه تاثیر لایه‌ها با نورون‌ها

با توجه به مشاهدات خود تفسیری از تاثیر تعداد لایه‌ها و تعداد نورون‌ها در گزارش خود ارائه دهید. سپس پرسش زیر پاسخ دهید.

برای حل یک مسئله دو مدل MLP پیشنهاد شده است:

۱. یک لایه مخفی با ۱۰۰۰ نورون

۲. دو لایه مخفی هر یک با ۲۰۰ نورون

مزایا و معایب هر روش را ذکر کنید.

۳ Keras - (۲۰ نمره)

با استفاده از کتابخانه Keras یک شبکه پرسپترون چند لایه طراحی کنید تا عملیات دسته‌بندی را بر روی دیتاست Fashion MNIST انجام دهد.



شکل ۴: دیتاست Fashion MNIST

۱.۳ Momentum

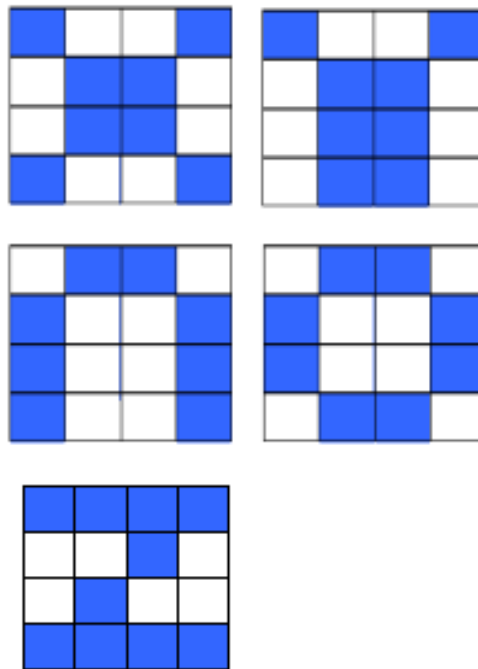
با مطالعه این لینک نتیجه الگوریتم خود را در حالت فعال بودن Momentum و غیرفعال بودن آن مقایسه کنید و دلیل تاثیر آن را در گزارش خود بیان کنید.

۲.۳ Weight Decay

با مطالعه این لینک نتیجه الگوریتم خود را در حالت فعال بودن Weight Decay و غیرفعال بودن آن مقایسه کنید و دلیل تاثیر آن را در گزارش خود بیان کنید.

۴ سوال تشریحی - (۲۰ نمره)

فرض کنید ۴ الگوی زیر موجود است. با استفاده از یک شبکه MLP تفکیک دو الگوی بالا از دو الگوی پایین را انجام دهید.



شکل ۵: الگوها

- ساختار و هایپرپارامترهای شبکه را پیشنهاد دهید.
- مقدار وزن‌های شبکه را بدست آورید.
- با توجه به وزن‌های شبکه پاسخ شبکه را برای الگوی جدید زیر بدست آورید.