

به نام خدا



دانشگاه تهران
پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده برق و کامپیوتر



شبکه های عصبی و یادگیری عمیق

تمرین شماره ۲

اسفند ۹۸

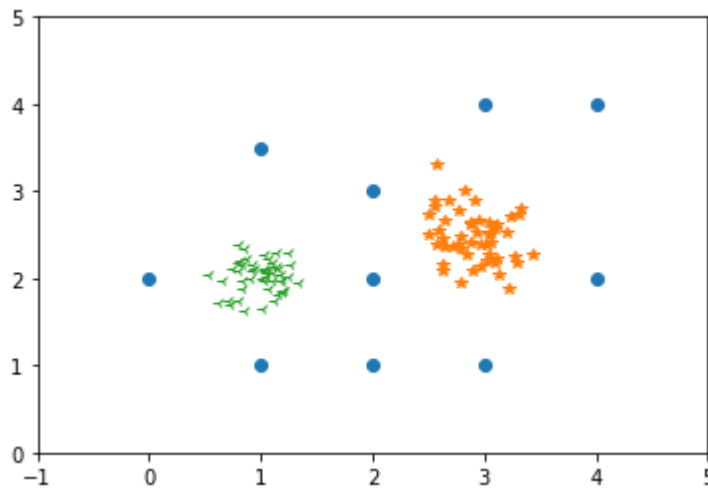
فهرست سوالات

- سوال ۱ – Madaline ۳
- سوال ۲ – MLP ۴
- سوال ۳ – MLP ۵
- سوال ۴ – Dimensionality Reduction ۸
- سوال ۵ – مفاهیم ۹

سوال ۱ – Madaline

مجموعه‌ی زیر را در نظر بگیرید.

- در این مجموعه نقاط آبی رنگ ثابت هستند.
- دسته نارنجی رنگ شامل ۵۰ نقطه می‌باشد که مختصات هر نقطه به صورت (x_1, x_2) مشخص می‌شود. x_1 به صورت تصادفی با میانگین ۳ و انحراف معیار ۰.۲ و x_2 با میانگین ۲.۵ و انحراف معیار ۰.۳ ساخته می‌شود.
- دسته سبز نیز شامل ۵۰ نقطه است که مختصات هر نقطه به صورت (x_1, x_2) مشخص می‌شود. x_1 دارای میانگین ۱ و انحراف معیار ۰.۲ و x_2 دارای میانگین ۲ و انحراف معیار ۰.۲ می‌باشد.



تصویر (۱) - داده های سوال ۱

شبکه مادالینی طراحی کنید که با استفاده از خطوط مناسب این نقاط را از یکدیگر تفکیک نمایید.

سوال ۲ – MLP

در این بخش می‌خواهیم با استفاده از دیتاست "House sales.csv" که همراه فایل بارگذاری شده است قیمت خانه‌ها را پیش‌بینی کنیم. در هر سطر این دیتاست اطلاعات مربوط به هر خانه به همراه قیمت خانه معرفی شده است.

۵۰۰۰ داده اول از این مجموعه داده را جدا کرده و از ۸۰ درصد داده جهت آموزش و ۲۰ درصد برای تست قرار دهید.

- شما از اطلاعات این دیتاست استفاده کرده و با استفاده از شبکه MLP و تک لایه مخفی اقدام به پیش‌بینی قیمت نمایید.

- این مسئله را با استفاده از دو لایه مخفی و تنظیم تعداد نوروں‌ها انجام دهید.

در نهایت برای هر مرحله میزان خطای داده تست و آموزش را گزارش دهید.

نکته : محدودیتی در استفاده از کتابخانه‌ها برای حل این سوال وجود ندارد.

سوال ۳ – MLP

هدف در این تمرین ایجاد یک طبقه بند برای طبقه بندی مجموعه داده Fashion-MNIST با استفاده از شبکه های MLP^۱ است. این مجموعه داده (نمونه ای از آن را تصویر زیر مشاهده می نمائید) شامل ۷۰ هزار تصویر سیاه و سفید است که در ۱۰ کلاس دسته بندی شده است.



تصویر (۲) – نمونه مجموعه داده Fashion-MNIST

به طور معمول از ۶۰ هزار تصویر آن به عنوان مجموعه داده آموزشی استفاده می کنند و ۱۰ هزار تصویر را به عنوان مجموعه داده تست استفاده می کنند. شما این مجموعه داده را دانلود و ۱۰ تصویر ابتدای آن را همراه با نام آن شی نمایش داده و سپس داده ها را به سه بخش آموزش^۲، تست^۳ و ارزیابی^۴ تقسیم کنید. با استفاده از قطعه کد زیر می توانید این مجموعه داده را دانلود نمائید.

```
import mnist_reader
X_train, y_train = mnist_reader.load_mnist('data/fashion', kind='train')
X_test, y_test = mnist_reader.load_mnist('data/fashion', kind='t10k')
```

با استفاده کتابخانه Keras نیز می توانید مجموعه داده را دانلود نمائید.

```
from keras.datasets import fashion_mnist
(X_train, y_train), (X_test, y_test) = fashion_mnist.load_data()
```

^۱ Multilayer perceptron

^۲ Train

^۳ Test

^۴ Validation

در ادامه پیش پردازش های لازم را انجام دهید تا داده ها برای آموزش شبکه عصبی آماده بشوند.

حال با توجه به آموخته های کلاس درس ، یک شبکه MLP طراحی نمائید. همانطور که می دانید هایپرپارامترهای مختلفی برای طراحی یک شبکه عصبی مورد نیاز است ، هدف این سوال بررسی هایپرپارامترهای اندازه دسته و تعداد نورون ها در هر لایه است.

فرضیات مسئله :

- تعداد لایه های مخفی را برابر ۲ در نظر بگیرید.
- از روش Stochastic mini batch based استفاده نمائید.
- سایر هایپرپارامترها مانند تابع خطا ، نرخ یادگیری و ... را نیز خودتان انتخاب نمائید برای این کار می توانید از Grid Search یا آزمون و خطا استفاده نمائید. پارامترهای انتخاب شده را در گزارش بیاورید.

موارد زیر را در گزارش برای قسمت های ب و ج بیاورید :

- در دو نمودار جداگانه تغییرات دقت^۱ و خطای مدل در هر دور^۲ را برای داده ی ارزیابی و آموزش حالت های خواسته شده نشان دهید.
- همچنین خطا، دقت و ماتریس آشفتگی^۴ را برای داده ی تست محاسبه کنید.

	Pullover	1038	8	75	16	2			79		
	Sandal		1181		13	3		15			
	Dress	19		1082	23	25	2	10	32		
	Shirt	69		22	877	155	9	2	70		
Actual	Sneaker		10		1171		3		48		
	T-shirt	20		17	79	1108	9	1			
	Bag		2	2	17	6	1181	3	2		
	Trouser	1		10	4			1157	1		
	Ankle...		3		32		1		1176		
	Coat	52		22	79	3	2	3	1053		
		Pullover	Sandal	Dress	Shirt	Sneaker	T-shirt	Bag	Trouser	Ankle...	Coat
		Predicted									

تصویر (۳) - نمونه ای از ماتریس آشفتگی

¹ Accuracy

² Loss

³ Epoch

⁴ Confusion Matrix

الف (داده های آموزش، تست و ارزیابی را چگونه تقسیم می کنید؟ چرا؟

ب (تعداد نورون های موجود در هر لایه را تغییر دهید و تاثیر تفاوت تعداد نورون ها را در دقت و زمان آموزش شبکه بررسی نمائید. ، مجموعاً ۳ مرتبه تعداد نورون ها در لایه های مخفی را تغییر دهید و نتایج آن را در گزارش بیاورید.

نکته : دقت نمائید در این آزمایش ها بقیه هایپرپارامترها ثابت هستند.

ج (لازم است برای حل این مسئله از روش Stochastic mini batch based استفاده شود ، از سه دسته با اندازه های ۳۲ ، ۶۴ و ۲۵۶ استفاده نمائید و تاثیر تفاوت اندازه دسته ها را در دقت و زمان آموزش شبکه بررسی نمائید.

نکته : دقت نمائید در این آزمایش ها بقیه هایپرپارامترها ثابت هستند.

د (با توجه به ارزیابی های انجام شده ، انتخاب کدام پارامترها بهترین نتیجه را می دهد؟ با توجه به نتیجه بدست آمده از این شبکه، جدول (۱) را پر نمائید.

نکته : محدودیتی در استفاده از کتابخانه ها برای حل این سوال وجود ندارد.

سوال ۴ – Dimensionality Reduction

الف (در مجموعه داده Fashion-MNIST با کمک یک Autoencoder ابتدا فضای ویژگی را کاهش داده و سپس با استفاده از بهترین مدل شبکه عصبی بدست آمده در سوال ۳ ، به آموزش یک شبکه MLP بپردازید.

ب (در ابتدا بیان کنید روش تحلیل مولفه ی اصلی (PCA) چگونه ابعاد یک داده را کاهش می دهد و سپس در مجموعه داده Fashion-MNIST با کمک یک PCA ابتدا فضای ویژگی را کاهش داده و سپس با استفاده از بهترین مدل شبکه عصبی بدست آمده در سوال ۳ ، به آموزش یک شبکه MLP بپردازید.

ج (مانند قسمت الف و ب ، در مجموعه داده Fashion-MNIST با کمک یک Cascaded RBM ابتدا فضای ویژگی را کاهش داده و با استفاده از بهترین مدل شبکه عصبی بدست آمده در سوال ۳ ، به آموزش یک شبکه MLP بپردازید

د (در نهایت با توجه به نتایج بدست آمده از داده های تست قسمت های الف ، ب و ج جدول زیر را پر کنید و مقایسه کنید این روش های کاهش بعد در مقایسه با هم چطوری کار می کنند.

جدول (۱) – مقایسه دقت شبکه های مختلف

مورد	دقت داده های تست	خطا داده های تست
بهترین شبکه بدست آمده در سوال ۳		
Autoencoder		
PCA		
Cascaded RBM		

دقت نمائید مجموعاً ۳ آزمایش در این سوال لازم است.

نکته : برای اینکه آزمایش هایتان قابل اتکا باشد ، لازم است ساختار و پارامترهای شبکه عصبی مورد استفاده در هر ۳ قسمت سوال مطابق با بهترین شبکه بدست آمده در سوال ۳ (قسمت د) باشد. همچنین ابعاد را در هر ۳ حالت به اندازه مساوی کاهش دهید.

نکته : محدودیتی در استفاده از کتابخانه ها برای حل این سوال وجود ندارد.

سوال ۵ – مفاهیم

به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف) اگر در یک مجموعه داده، تعداد داده‌های دسته‌های ما با هم برابر نباشند چه مشکلی رخ می‌دهد؟ به طور مثال اگر در سوال ۳ تعداد عکس‌های هر دسته متفاوت بود چه مشکلی رخ می‌داد؟ آیا راه حلی برای رفع این مشکل می‌توان یافت؟ توضیح دهید.

ب) آیا اگر دقت بدست آمده از داده‌های تست در یک مدل شبکه عصبی از مدل دیگر بهتر باشد می‌توان نتیجه گرفت لزوماً مدل با دقت بهتر، شبکه مناسب‌تری است؟ توضیح دهید.

ج) فرض کنید مانند سوال ۲، اطلاعات مختلفی (مانند مترای و ...) از یک خانه داریم اما جمع‌آوری این اطلاعات هزینه‌بر است و می‌خواهیم فقط داده‌های مهم هر خانه را که تا حد خوبی با استفاده از آنها می‌توان به قیمت واقعی رسید و باعث پیچیدگی شبکه نیز نمی‌شود نگه‌داریم، چطور می‌توان کشف کرد که کدام ابعاد (ستون) داده‌های ما مهم‌تر است؟ دقت‌نمائید برای این سوال باید یک پاسخ کلی ارائه‌نمائید و راه حلی که ارائه می‌دهید نباید بر اساس پیش‌فرض‌های ذهنی ما از داده‌های آن مسئله باشد.

د) در مورد ماتریس آشفتگی خواسته شده در سوال ۳ تحقیق‌نمائید، معمولاً چه مواردی علاوه بر تصویر ۳ در ماتریس آشفتگی می‌آورند؟ توضیح دهید با استفاده از این ماتریس چه اطلاعاتی می‌توان بدست آورد.

ه) تفاوت استاندارد سازی و نرمالسازی داده‌ها را توضیح دهید.

نکته: برای پاسخ به این سوال می‌توانید در منابع مختلف جستجو انجام دهید.

نکات:

- مهلت تحویل این تمرین، جمعه ۸ فروردین است.
- انجام این تمرین به صورت یک نفره می باشد.
- گزارش را در قالب تهیه شده که روی صفحه درس در CECM بارگذاری شده، بنویسید.
- گزارش شما در فرآیند تصحیح از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لطفاً تمامی نکات و فرض‌هایی که برای پیاده‌سازی‌ها و محاسبات خود در نظر می‌گیرید را در گزارش ذکر کنید.
- در گزارش خود برای تصاویر زیرنویس و برای جداول هم بالانویس اضافه کنید.
- الزامی به ارائه توضیح جزئیات کد در گزارش نیست. اما باید نتایج بدست آمده را گزارش و تحلیل کنید.
- دستیاران آموزشی ملزم به اجرا کردن کدهای شما نیستند. بنابراین هرگونه نتیجه و یا تحلیلی که در شرح سوال از شما خواسته شده است 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 نمرات تمامی افراد شرکت‌کننده در آن صفر لحاظ می‌شود.
- در این تمرین فقط مجاز به استفاده از زبان برنامه نویسی Python خواهید بود.
- استفاده از کدهای آماده برای تمرین‌ها به هیچ وجه مجاز نیست. اما برای مینی‌پروژه‌ها فقط برای قسمت -هایی از کد و به عنوان راهنمایی برای پیاده‌سازی، می‌توانید از کدهای آماده استفاده کنید.
- در این تمرین برای سوال ۱ نمی‌توانید از کتابخانه‌های شبکه عصبی و یادگیری ماشین استفاده نمائید، برای بقیه سوال‌ها محدودیتی وجود ندارد.
- نحوه محاسبه تاخیر به این شکل است: مهلت بدون کسر نمره تا تاریخ اعلام شده و پس از آن به مدت هفت روز تا ۱۵ فروردین با ۳۰ درصد کسر نمره، بارگذاری ممکن است و در نهایت، پس از بازه تاخیر نمره تمرین صفر خواهد شد.
- لطفاً گزارش، فایل کدها و سایر ضمیمات مورد نیاز را با فرمت زیر در سامانه مدیریت دروس بارگذاری نمائید.

HW2_[Lastname]_[StudentNumber].zip

- در صورت وجود هرگونه ابهام یا مشکل می‌توانید از طریق رایانامه‌های زیر با دستیاران آموزشی مربوطه آقایان ابراهیمی (سوال ۱ و ۲) و کریمی (سوال ۳ تا ۵) در تماس باشید:

ali96brahimi@ut.ac.ir

Alikarimi120@gmail.com