



## Neural Networks and Deep Learning

Instructor: Dr. Behnam Bahrak

## Assignment 5

TA: شهریار عطار

تیرماه 14: Deadline

### پرسش ۱ تولید برچسب به کمک خوشه بندی

در این سوال قصد داریم با یک روش self-supervised برای داده‌های تصویری برچسب تولید کنیم در مواردی که داده بدون برچسب با حجم زیاد وجود دارد چنین رویه‌هایی می‌تواند بسیار مفید باشد.

#### ۱-۱ دادگان (۵ نمره)

دو مجموعه داده mnist و fashion mnist در این سوال مورد استفاده قرار می‌گیرند. می‌توانید این دو دیتاست را از کتابخانه‌های رایج دانلود کنید.

- پس از بارگیری دیتاست‌ها shape مجموعه آموزش و تست هر یک را بررسی کنید و یک نمونه از هر کدام را نمایش دهید.
- سپس ۲۵ درصد داده‌های آموزشی هر دیتاست را به عنوان validation set در نظر بگیرید و داده‌های هر سه مجموعه داده را نرمالایز کنید.

#### ۱-۲ شبکه مورد استفاده (۳۵ نمره)

شبکه مورد استفاده یک convolutional autoencoder است. قبلاً با fully connected autoencoder آشنا شده‌اید. هم اکنون می‌خواهیم شبکه‌ای کانولوشنال را آموزش دهیم که ورودی آن تصویر و خروجی نیز همان تصویر باشد به این ترتیب بعد از آموزش کل شبکه، بخش encoder آن را جدا کرده و به عنوان feature extractor استفاده کنیم بخش encoder، تصاویر را گرفته و بردار ویژگی‌ای متناسب با تصاویر را به عنوان خروجی می‌دهد در مراحل بعد این بردار ویژگی برای خوشه بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

میتوانید از لایه‌های Conv2D, Maxpooling2D, Flatten در بخش encoder آن و از لایه‌های Conv2DTranspose, ZeroPadding2D, Dense, Reshape در بخش decoder آن استفاده کنید (در انتخاب لایه‌ها محدودیتی ندارید، از روش functional و به کمک tensorflow مدل خود را بسازید). در نهایت

از یک خلاصه به کمک تابع summary خلاصه‌ای از autoencoder بگیرید تا از تقارن و معماری مطمئن باشید. لایه latent برای این سوال می‌تواند بین ۴ تا ۶ بعد باشد تا نتیجه خوبی در بخش بعد بگیرید.

### ۱-۳. آموزش شبکه (۱۰ نمره)

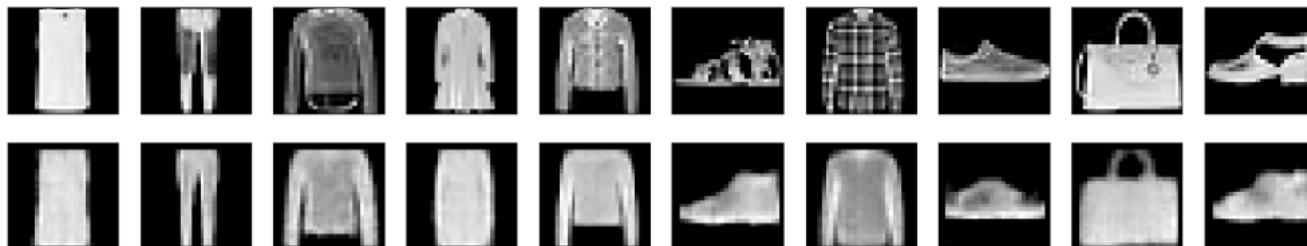
- یک مدل برای داده های mnist و یکی را برای fashion mnist در نظر بگیرید.
- برای بهینه سازی از Adam optimizer با learning rate مناسب استفاده کنید.
- معیار mse و mae را برای داده های آموزش و ولیدیشن به عنوان متر یادگیری در نظر بگیرید و در پایان آموزش نمودار روند آنها را رسم کنید.
- مدلها را با batch size = 256 و طی ۱۰ epochs آموزش دهید.

### ۱-۴. ارزیابی مدلها و مشاهده خروجی آنها (۱۵ نمره)

خطای mse و mae را بر روی دادگان تست هر مجموعه گزارش کنید. در انتها برای هر دو دیتاست مانند شکل زیر از هر کلاس یک تصویر اصلی و تصویر تولید شده آن توسط autoencoder مربوطه را رسم کنید.



تصویر ۱- مقایسه تصویر اصلی و تولید شده توسط شبکه از دیتاست mnist

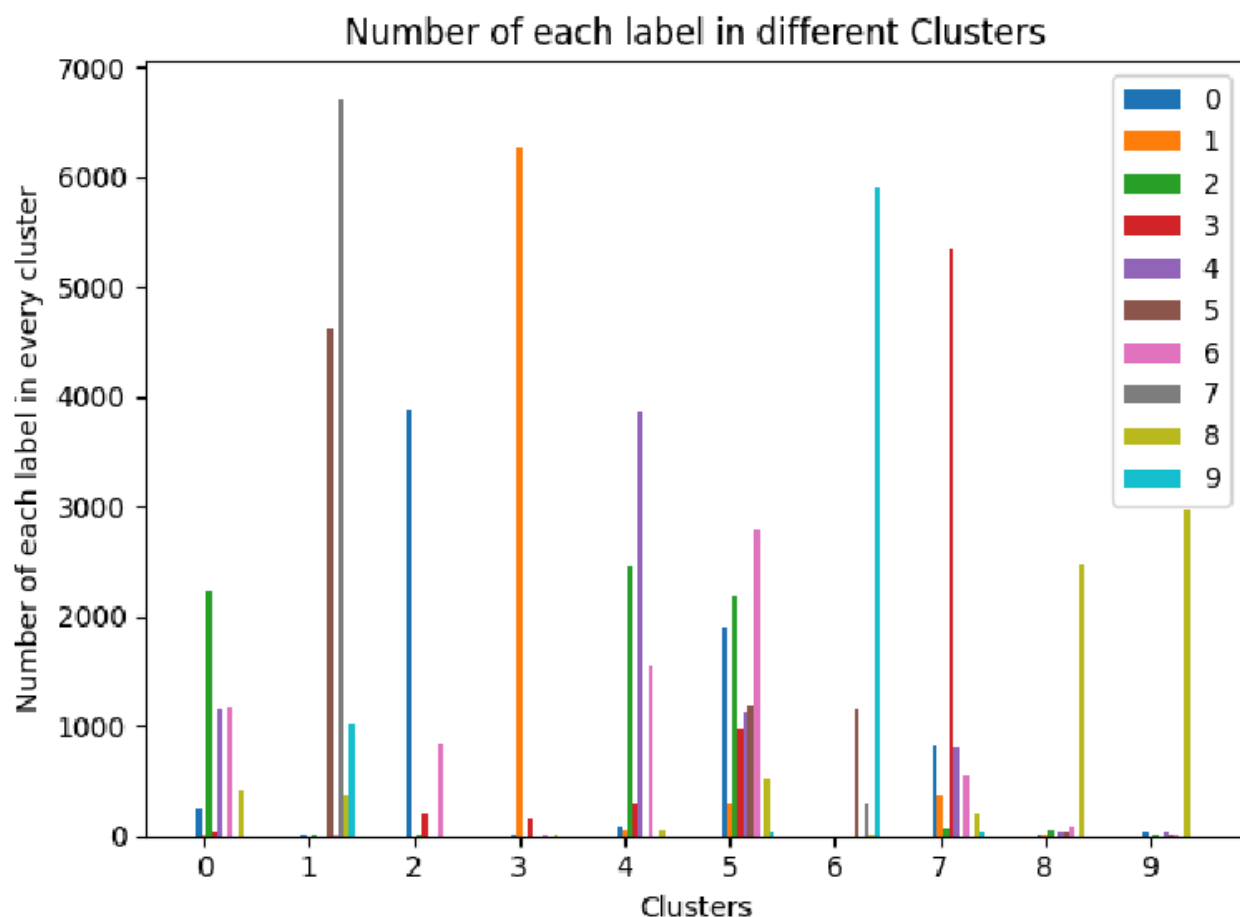


تصویر ۲- مقایسه تصویر اصلی و تولید شده توسط شبکه از دیتاست fashion mnist

## ۵-۱ خوشه بندی (۳۵ نمره)

حال به کمک encoderهای مربوط به هر مجموعه داده برداری متشکل از ویژگی‌های کلیه داده‌های train, validation, test به دست آورید همچنین تمام برچسب‌های این سه مجموعه داده را هم به یک بردار تبدیل کنید. سپس به کمک الگوریتم KMeans بر روی بردار ویژگی‌ها خوشه بندی انجام دهید. برای خوشه‌هایی با اندازه بین ۵ تا ۱۵ این الگوریتم را اجرا کنید سپس بر اساس معیار silhouette score بهترین تعداد خوشه را برای mnist و سپس fashion mnist را پیدا کنید. نمودار silhouette score را برای تعداد خوشه متفاوت رسم کنید و در مورد آن توضیح دهید.

بار دیگر و بعد از پیدا کردن تعداد خوشه مناسب الگوریتم KMeans را اجرا کنید و در نمودار مانند نمودار زیر برای هر خوشه نمودارهای ستونی رسم کنید به نحوی که تعداد یا درصد هر کدام از برچسب‌های اصلی در هر خوشه مشخص باشد و بررسی کنید که هر خوشه در حقیقت کدام برچسب را کشف کرده است. همچنین در مورد کیفیت عملکرد این روش بر هر کدام از مجموعه داده‌ها نظر دهید.



تصویر ۳- ارتباط کلاسترها و لیبل تصاویر

## پرسش ۲ شبکه‌های مولد تخصصی عمیق کانولوشنال

در این سوال، هدف پیاده‌سازی یکی از انواع شبکه‌های GAN می‌باشد که از شبکه‌های عصبی کانولوشن برای بخش discriminator و از شبکه‌هایی متشکل از transposed convolutions برای بخش generator استفاده می‌کند. این شبکه دارای سه بخش مشخص می‌باشد:

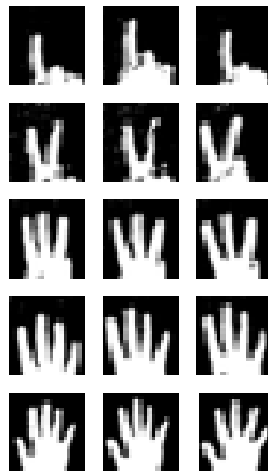
- بخش Generator
- بخش Discriminator
- بخش فرآیند آموزش

حال قصد داریم تا با استفاده از معماری این شبکه، یک image generator پیاده‌سازی کنیم. [این مقاله](#) در فرآیند پیاده‌سازی به شما کمک خواهد کرد.

### ۱-۱ پیاده‌سازی مولد تصویر با استفاده از شبکه‌های مولد تخصصی کانولوشنال عمیق (۵۰ نمره)

در گام اول، برای مجموعه داده‌ی شامل ۵ کلاس اعداد که متعلق به ضمیمه مقاله است (از [این لینک](#) نیز می‌توانید دانلود کنید)، یک image generator پیاده‌سازی نمایید. در نهایت، انتظار می‌رود شبکه بتواند داده‌هایی مشابه با داده‌های موجود در این مجموعه (ساخته‌شده با انگشتان دست) تولید نماید.

در گزارش خود تعداد کافی تصویر تولید شده توسط شبکه مولد برای هر کلاس و نمودار loss طی epochها را گزارش کنید.



تصویر ۴- نمونه‌هایی از داده‌های دیتاست

### ۲-۱ ارزیابی شبکه (۱۵ نمره)

نمودارهای loss و accuracy برای داده آموزش و اعتبارسنجی را در طول آموزش برای بخش‌های مولد و تفکیک‌کننده را رسم و گزارش کنید.

## ۳-۱ پایدارسازی شبکه (۳۵ نمره)

برای پایدارسازی شبکه‌های GAN، دو راهکار ساده به کار برده می‌شود:

- [One-Sided Label Smoothing](#)
- [Add Noise](#)

نحوه پیاده‌سازی و تاثیر این تکنیک‌ها را مطالعه کرده و آن را در شبکه DCGAN اولیه پیاده‌سازی شده اعمال کنید. سپس نتایج حاصل از اعمال این تکنیک‌ها را گزارش کرده و با نتایج بخش ۱ و ۲ مقایسه نمایید.