

به نام خدا



دانشگاه تهران



دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

درس شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق

تمرین ششم

نام دستیار طراح	حمید نعمتی	پرسش ۱
رایانامه	Hamid.nemati@ut.ac.ir	
نام دستیار طراح	مهرداد نوربخش	پرسش ۲
رایانامه	m.nourbakhsh75@gmail.com	
مهلت ارسال پاسخ	۱۴۰۲.۰۳.۲۴	

فهرست

قوانین.....	۱
پرسش ۱. شبکه‌های رمزگذار-رمزگشا مولد.....	۱
۱-۱. مجموعه دادگان مقاله.....	۱
۱-۲. انجام PCA و ISOMAP.....	۱
۱-۳. رمزگذار-رمزگشا.....	۲
۱-۴. خود رمزگذار متغیر (Variational AutoEncoder).....	۲
۱-۵. کاوش در فضای latent.....	۲
۱-۶. Diffusion Models.....	۴
پرسش ۲. شبکه‌ی متخاصم مولد.....	۵
۲-۱. بارگذاری داده‌ها و شبکه‌ی ResNet.....	۵
۲-۲. شبکه‌ی Conditional DCGAN.....	۶
۲-۳. طبقه‌بندی به کمک داده‌های تولید شده توسط مولد.....	۷

قبل از پاسخ دادن به پرسش‌ها، موارد زیر را با دقت مطالعه نمایید:

- از پاسخ‌های خود یک گزارش در قالبی که در صفحه‌ی درس در سامانه‌ی Elearn با نام **REPORTS_TEMPLATE.docx** قرار داده شده تهیه نمایید.
- پیشنهاد می‌شود تمرین‌ها را در قالب گروه‌های دو نفره انجام دهید. (بیش از دو نفر مجاز نیست و تحویل تک نفره نیز نمره‌ی اضافی ندارد) توجه نمایید الزامی در یکسان ماندن اعضای گروه تا انتهای ترم وجود ندارد. (یعنی، می‌توانید تمرین اول را با شخص A و تمرین دوم را با شخص B و ... انجام دهید)
- **کیفیت گزارش شما در فرآیند تصحیح از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛** بنابراین، لطفاً تمامی نکات و فرض‌هایی را که در پیاده‌سازی‌ها و محاسبات خود در نظر می‌گیرید در گزارش ذکر کنید.
- در گزارش خود مطابق با آنچه در قالب نمونه قرار داده شده، برای شکل‌ها زیرنویس و برای جدول‌ها بالانویس در نظر بگیرید.
- الزامی به ارائه توضیح جزئیات کد در گزارش نیست، اما باید نتایج بدست آمده از آن را گزارش و تحلیل کنید.
- **تحلیل نتایج الزامی می‌باشد، حتی اگر در صورت پرسش اشاره‌ای به آن نشده باشد.**
- **دستیاران آموزشی ملزم به اجرا کردن کدهای شما نیستند؛** بنابراین، هرگونه نتیجه و یا تحلیلی که در صورت پرسش از شما خواسته شده را به طور واضح و کامل در گزارش بیاورید. در صورت عدم رعایت این مورد، بدیهی است که از نمره تمرین کسر می‌شود.
- **کدها حتماً باید در قالب نوت‌بوک با پسوند ipynb تهیه شوند، در پایان کار، تمامی کد اجرا شود و خروجی هر سلول حتماً در این فایل ارسالی شما ذخیره شده باشد.** بنابراین برای مثال اگر خروجی سلولی یک نمودار است که در گزارش آورده‌اید، این نمودار باید هم در گزارش هم در نوت‌بوک کدها وجود داشته باشد.
- **در صورت مشاهده‌ی تقلب امتیاز تمامی افراد شرکت‌کننده در آن، 100- لحاظ می‌شود.**
- تنها زبان برنامه نویسی مجاز **Python** است.
- **استفاده از کدهای آماده برای تمرین‌ها به هیچ وجه مجاز نیست.**

- نحوه محاسبه تاخیر به این شکل است: پس از پایان رسیدن مهلت ارسال گزارش، حداکثر تا یک هفته امکان ارسال با تاخیر (به ازای هر روز 5 درصد کسر نمره) وجود دارد، پس از این یک هفته نمره آن تکلیف برای شما صفر خواهد شد.
- لطفا گزارش، کدها و سایر ضمایم را به در یک پوشه با نام زیر قرار داده و آن را فشرده سازید، سپس در سامانه‌ی Elearn بارگذاری نمایید:

HW[Number]_[Lastname]_[StudentNumber]_[Lastname]_[StudentNumber].zip

(مثال: HW1_Ahmadi_810199101_Bagheri_810199102.zip)

- برای گروه‌های دو نفره، بارگذاری تمرین از جانب یکی از اعضا کافی است ولی پیشنهاد می‌شود هر دو نفر بارگذاری نمایند.

پرسش ۱. شبکه‌های رمزگذار-رمزگشا مولد

در این پرسش هدف پیاده سازی یک Variational Auto Encoder و مقایسه قدرت آن در کاهش ابعاد با روش‌های پیشین مانند PCA و ISOMAP و Encoder-Decoder است. [مقاله‌ای](#) که پیوست شده را مطالعه نموده و به پرسش‌های هر بخش پاسخ دهید.

۱-۱. مجموعه دادگان مقاله

(۵ نمره)

ابتدا مجموعه دادگان مقاله را به صورت زیر بارگذاری کنید و پیش پردازش‌های لازم را روی آنها انجام دهید. در صورت فرد بودن شماره دانشجویی CIFAR10 و در صورت زوج بودن شماره دانشجویی Fashion_mnist را انتخاب کنید و مراحل بعدی را روی آنها انجام دهید.

```
from keras.datasets import cifar10, fashion_mnist

(x_train, y_train), (x_test, y_test) = cifar10.load_data()
(x_train_2, y_train_2), (x_test_2, y_test_2) = fashion_mnist.load_data()
```

شکل ۱. بارگذاری مجموعه دادگان

۱-۲. انجام PCA و ISOMAP

(۱۵ نمره)

ابتدا در مورد شیوه عملکرد PCA و ISOMAP تحقیق کرده و خلاصه‌ای از آن‌ها ارائه دهید و مزایا و معایب آنها را نیز ذکر کنید. سپس مجموعه دادگان قسمت قبل را به این روش کاهش بعد دهید و همانند مقاله با KNN طبقه بندی را روی فضای کاهش بعد یافته انجام دهید. همچنین با استفاده از جست‌وجوی تصادفی^۱ چند مقدار مختلف را برای پارامترهای این دو تابع آزمایش کنید. توجه کنید که اجرای ISOMAP

¹ Random Search

زمان زیادی خواهد برد، برای حل این مشکل شما می‌توانید از یک زیرمجموعه کوچک از مجموعه دادگان استفاده کنید.

۱-۳. رمزگذار-رمزگشا

(۲۰ نمره)

یک بار با استفاده از Dense Layer ها و یک بار هم با استفاده از Convolution Layer ها رمزگذار-رمزگشا بسازید و آن را روی مجموعه دادگان آموزش دهید و سپس از قسمت رمزگذار برای کاهش بعد استفاده کنید و فضای کاهش بعد یافته را با KNN طبقه بندی کنید و همچنین حداقل دو مقدار متفاوت را برای latent_dimension تست کنید و نتایج را گزارش کنید. نیازی به آموزش شبکه بیش از Epoch 10 نمی‌باشد.

۱-۴. خود رمزگذار متغیر (Variational AutoEncoder)

(۳۰ نمره)

ابتدا خلاصه‌ای از شیوه عملکرد Variational AutoEncoder ها ارائه دهید و سپس یک بار با استفاده از Dense Layer ها و یک بار هم با استفاده از Convolution Layer ها Variational AutoEncoder بسازید و آن را روی مجموعه دادگان آموزش دهید و سپس از قسمت رمزگذار برای کاهش بعد استفاده کنید و فضای کاهش بعد یافته را با KNN طبقه بندی کنید و همچنین حداقل دو مقدار متفاوت را برای latent_dimension تست کنید و نتایج را گزارش کنید.

۱-۵. کاوش در فضای latent

(۱۵ نمره)

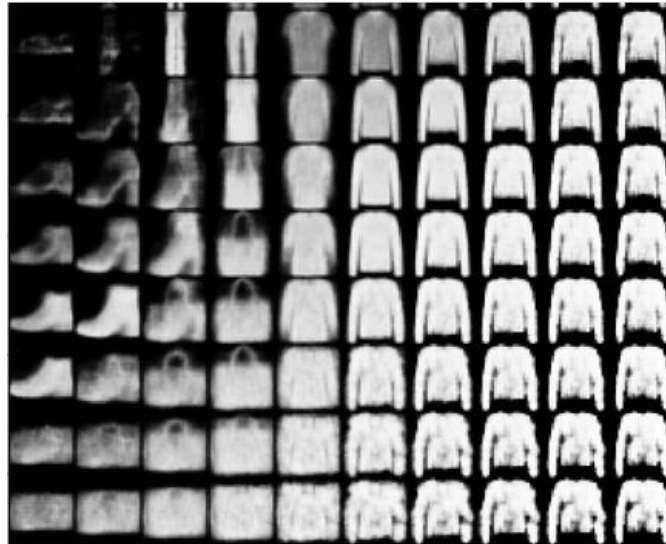
با استفاده از np.linspace یک grid از اعداد بسازید به Decoder شبکه VAE بدهید و تصاویری که تولید می‌شود را مشاهده و تحلیل کنید. همچنین داده Train خود را به Encoder شبکه VAE بدهید و Scatter plot داده آموزشی را در فضای نهان (latent) نمایش دهید.

```

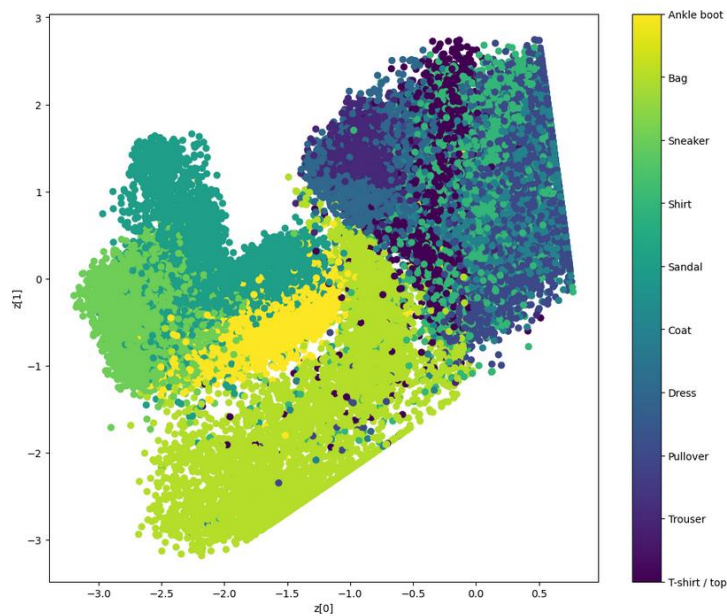
n = 10
img_dim = 28
scale = 2.0
figsize = 15
figure = np.zeros((img_dim * n, img_dim * n))
# linearly spaced coordinates corresponding to the 2D plot
# of images classes in the latent space
grid_x = np.linspace(-scale, scale, n)
grid_y = np.linspace(-scale, scale, n)[::-1]

```

شکل ۲. شیوه ساختن Grid مناسب برای VAE



شکل ۳. نمونه تصاویر تولید شده با استفاده از Decoder شبکه VAE



شکل ۴. Scatter Plot داده‌های آموزشی در فضای نهان

۱-۶. Diffusion Models

(۱۵ نمره)

Diffusion model ها شبکه‌های مولد جدیدی هستند که به تازگی محبوب شده‌اند. در مورد این شبکه‌ی مولد تحقیق کنید و شیوه عملکرد آن را با VAE ها مقایسه کنید.

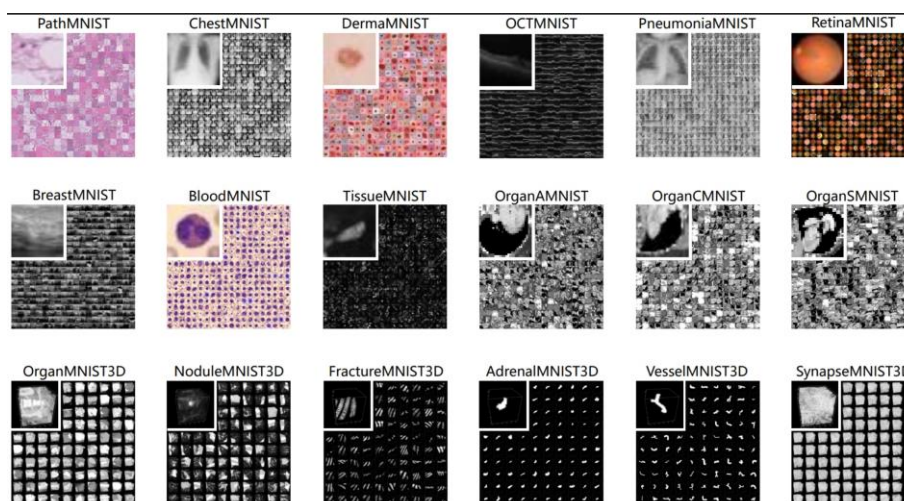
پرسش ۲. شبکه‌ی متخاصم مولد

در بسیاری از مسائل طبقه‌بندی ممکن است به دلیل محدودیت‌هایی که برای داده‌های آموزش وجود دارد (مانند محدود بودن تعداد نمونه‌ها، توزیع نامتوازن کلاس‌های داده و ...)، مدل نهایی به دقت مناسب نرسد. از این رو می‌توان از شبکه‌های متخاصم مولد برای تولید نمونه‌های جدید استفاده کرد و محدودیت‌های موجود در داده‌های آموزش را تا حدی برطرف کرد. در این تمرین قصد داریم تا با کمک یک Conditional Deep Convolutional GAN داده‌هایی تولید کنیم که برای آموزش و طبقه‌بندی در یک شبکه‌ی دیگر به کار گرفته می‌شوند.

۲-۱. بارگذاری داده‌ها و شبکه‌ی ResNet

(۲۰ نمره)

ابتدا مجموعه دادگان پیوست شده را بارگذاری کنید و داده‌ها را پیش‌پردازش کنید. داده‌های ضمیمه شده داده‌هایی موسوم به [MedMnist](#) هستند که شامل تصاویر biomedical هستند. شکل ۵ نمونه‌هایی از این تصاویر را نمایش می‌دهد.



شکل ۵. نمونه‌هایی از تصاویر biomedical

در اینجا ما با مجموعه دادگان BreastMNIST کار می‌کنیم. پس از انجام پیش‌پردازش‌های مناسب، یک شبکه با معماری ResNet ایجاد کرده و آن را با دادگان داده شده آموزش دهید. می‌توانید از مدل‌های Res-Net آماده که بر روی داده‌های ImageNet آموزش دیده است نیز استفاده کنید و برای تعداد دور^۱های کافی آن را بازآموزش دهید.

الف- نمودار دقت^۲ بر حسب دوره‌های آموزش را برای داده‌های آموزشی^۳ و اعتبارسنجی^۴ رسم کنید. همچنین دقت مدل بر روی داده‌های ارزیابی^۵ را نیز گزارش کنید.

ب- ماتریس آشفتگی^۶ را رسم کنید.

۲-۲. شبکه‌ی Conditional DCGAN

(۶۰ نمره)

می‌دانیم که شبکه‌ی Conditional GAN، یک شبکه‌ی متخاصم مولد است که در آن داده‌ها به همراه برچسب^۷های مناظرشان به شبکه‌ی مولد و تفکیک‌کننده داده می‌شوند. با استفاده از این شبکه می‌توان برای یک کلاس خاص از داده‌ها، نمونه‌های جدید تولید کرد. در این قسمت باید یک شبکه‌ی Conditional Deep Convolutional GAN را پیاده‌سازی کنید. معماری این شبکه مشابه معماری شبکه‌ی cGAN است با این تفاوت که در بخش مولد و تفکیک‌کننده، ممکن است دیگر لایه‌ها مانند کانولوشن، pooling و ... با تعداد زیادی حضوری داشته باشند. برای پیاده‌سازی و آشنایی با معماری شبکه می‌توانید به این [مقاله](#) یا این [مقاله](#) مراجعه کنید.

^۱ Epoch

^۲ Accuracy

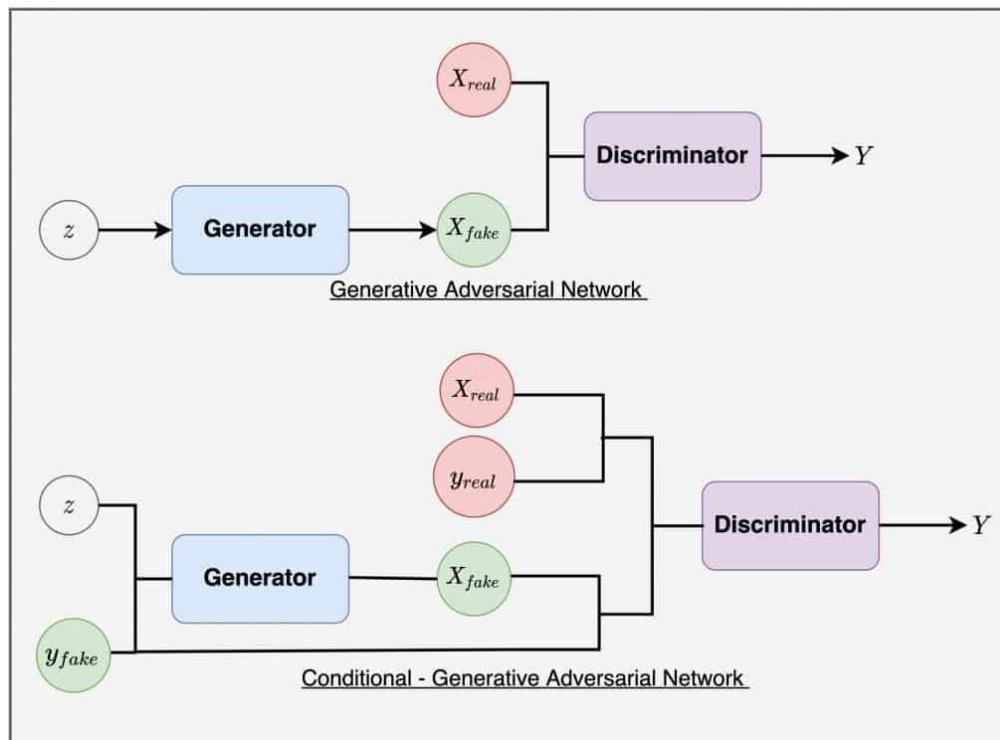
^۳ Train

^۴ Validation

^۵ Test

^۶ Confusion Matrix

^۷ Label



شکل ۶. cGAN

الف) ساختارهای مورد استفاده برای شبکه‌های مولد و تفکیک‌کننده و همچنین پارامترهای استفاده شده را گزارش کنید.

ب) پس از پیاده‌سازی شبکه و آموزش آن به تعداد ایپاک کافی، نمودار loss را برای مولد و تفکیک‌کننده رسم کنید و آن را تفسیر کنید.

پ) به ازای هر کدام از کلاس‌های داده، ۲۰۰۰ نمونه را توسط مولد تولید کنید و چند مورد از این نمونه‌ها را نمایش دهید.

ت) از چه راهکارهایی برای بهتر شدن خروجی مولد و پایدارسازی شبکه می‌توان استفاده کرد؟

۲-۳. طبقه‌بندی به کمک داده‌های تولید شده توسط مولد

(۲۰ نمره)

داده‌های تولید شده توسط مولد را با داده‌های آموزش اولیه ترکیب کنید و با استفاده از نمونه‌برداری تصادفی یک مجموعه دادگان جدید با اندازه مناسب ایجاد کنید به طوری که تعداد داده‌ها به ازای هر

کلاس، در مجموعه دادگان جدید یکسان باشد. حال گام اول را تکرار کنید و نتایج را گزارش و با قسمت اول مقایسه کنید.