1. (1%)請比較有無 normalize(rating)的差別。並說明如何 normalize.
   (collaborator:無)

	有 normalize	無 normalize
Private	0.86175	0.85386
Public	0.86027	0.85223

我覺得 notmalize 出來的效果並沒有比無 normalize 出來的效果好，我這裡沒有 normalize 會先將 rating shift 到-2 ~ 2，之後 predict 的值在加回 3。我 normalize 的方法是先去計算 training data rating 的 mean 和 standard deviation，再將 training data rating 做 normalized 當作 training input 的 rating。

2. (1%)比較不同的 latent dimension 的結果。
   (collaborator:無)

latent dimension	32	64	128	256
Private	0.86022	0.85722	0.85287	0.85350
Public	0.85991	0.85527	0.85234	0.85173

我發現在 public 的分數，當 latent dimension 越大，分數會越好，但是在 private 的分數就不會是 latent dimension 越大越好，反而是在 128 的時候是最好。我覺得可能是 128 維就能很好的代表 data，但是當過大的時候，可能就包含了過多比較沒有用的資訊，所以 performance 不一定比較好。

3. (1%)比較有無 bias 的結果。
   (collaborator:無)

	bias	無 bias
private	0.85386	0.85345
public	0.85223	0.85280

我發現有加 bias 和沒加 bias 的 performance 看起來好像沒有差很多，可能 user 評分的傾向好像對這個 case 沒有太大的影響。

4. (1%)請試著用 DNN 來解決這個問題，並且說明實做的方法(方法不限)。並比較 MF 和 NN 的結果，討論結果的差異。
   (collaborator:無)
   我將 user_input 和 movie_input 分別接一層 embedding layer，再分別用 flatten 將他們攤平，之後將他們 concatenate 起來，在接三層 Dense layers 使他降到 1 維輸出。

DNN performance: private= 0.87403 public=0.87547

Layer (type)	Output Shape	Param #	Connected to
input_2 (InputLayer)	(None, 1)	0	
input_1 (InputLayer)	(None, 1)	0	
embedding_2 (Embedding)	(None, 1, 256)	1546496	input_2[0][0]
embedding_1 (Embedding)	(None, 1, 256)	1011968	input_1[0][0]
flatten_2 (Flatten)	(None, 256)	0	embedding_2[0]
flatten_1 (Flatten)	(None, 256)	0	embedding_1[0]
concatenate_1 (Concatenate)	(None, 512)	0	flatten_2[0][0] flatten_1[0][0
dense_1 (Dense)	(None, 150)	76950	concatenate_1[
dense_2 (Dense)	(None, 50)	7550	dense_1[0][0]
dense_3 (Dense)	(None, 1)	51	dense_2[0][0]

Total params: 2,643,015
Trainable params: 2,643,015
Non-trainable params: 0

MF performance: private= 0.85386 public=0.85223

Layer (type)	Output Shape	Param #	Connected to
input_2 (InputLayer)	(None, 1)	0	
input_1 (InputLayer)	(None, 1)	0	
embedding_2 (Embedding)	(None, 1, 256)	1536256	input_2[0][0]
embedding_1 (Embedding)	(None, 1, 256)	1536256	input_1[0][0]
flatten_2 (Flatten)	(None, 256)	0	embedding_2[0][0]
flatten_1 (Flatten)	(None, 256)	0	embedding_1[0][0]
embedding_4 (Embedding)	(None, 1, 1)	6001	input_2[0][0]
embedding_3 (Embedding)	(None, 1, 1)	6001	input_1[0][0]
dot_1 (Dot)	(None, 1)	0	flatten_2[0][0] flatten_1[0][0]
flatten_4 (Flatten)	(None, 1)	0	embedding_4[0][0]
flatten_3 (Flatten)	(None, 1)	0	embedding_3[0][0]
add_1 (Add)	(None, 1)	0	dot_1[0][0] flatten_4[0][0] flatten_3[0][0]

Total params: 3,084,514
Trainable params: 3,084,514
Non-trainable params: 0

我的 dnn 的 performance 比 MF 的 performance 還要不好，我覺得可能是我 Dense layer 的參數設的不夠好，可能還要再多加嘗試。

5. (1%)請試著將 movie 的 embedding 用 tsne 降維後，將 movie category 當作 label 來作圖。

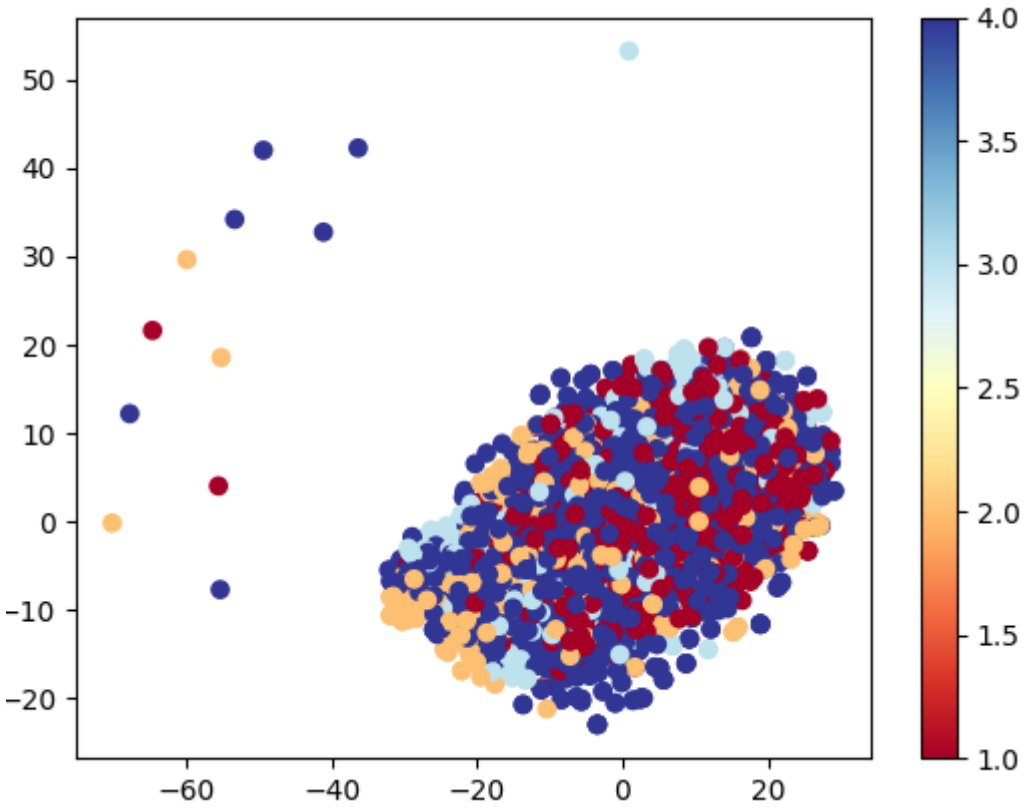
   (collaborator:無)

   1: ‘Drama’、’Musical’

   2: ‘Thriller’、’Horror’、’Crime’

   3: ‘Adventure’、’Animation’、’Childrem’

   4、Other



我覺得這個分類看起來沒有把 data 分得很開，我覺得有可能這樣的分類沒辦法很明顯的區分，或是他在高維上可以區分，但降到 2 維之後，可能在這樣的平面上無法將它區分出來。

6. (BONUS)(1%)試著使用除了 rating 以外的 feature, 並說明你的作法和結果，結果好壞不會影響評分。
   (collaborator:無)
   我將 movie.csv 中的每一行先用::區隔開來，再將最後一個個資料(ex: "Animation|Children's|Comedy")用 | 來隔開取第一個資料(ex: "Animation")，我將這個部分稱為 movie 的類別。把每個 train data 的 movie 類別當作 movie_bias 的 train input。但做出來的效果沒有很好，可能是因為加入的 feature 對這個 case 沒有甚麼影響。

	無加入額外的 features	有加入額外的 feature
Private	0.85386	0.85916
public	0.85223	0.85742