學號：B04901060 系級： 電機三 姓名：黃文璁

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

   Normalize 的部分使用 $x' = \frac{x-\mu}{\sigma}$，其中 μ 為 training data 的 rating 平均、σ 為 training data 的 rating 標準差，predict 的時候再將 model 的輸出乘上 σ、加上 μ 即為 rating 的預測值。

   以下比較有無 normalize 的 validation loss (RMSE)：

   （有 normalize 的 RMSE 在此數據中已經乘回 σ）

   Latent dimension 皆為 64 的情況下：

   有 Normalize 0.8690 (15 個 epoch)

   沒有 Normalize 0.9243 (31 個 epoch)

   由此結果可以看出：

   1. 有 normalize 會更快收斂
   2. 有 normalize 的 RMSE loss 更小

   故整體來說 normalize 是比較好的。

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

   以下結果皆有對 rating 進行 normalize，比較 8~256 的 latent dimension：

Latent dimension	loss	val_loss	epochs
16	0.8019	0.8732	32
32	0.7833	0.8734	22
64	0.7742	0.8659	14
128	0.7264	0.8672	11
256	0.6859	0.8681	8

   可以注意到 latent dimension 越高 training loss 越低，但 validation loss 則沒有明顯下降，也就是 latent dimension 太高的情況下更容易 overfit。整體而言 latent dimension 大約選取 64 即可有不錯的效果。

   此外也可以注意到 latent dimension 越高的情況下，只需要更少個 epoch 即可達到最低的 val_loss，也就是 training 可能會稍微更快一些。

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

加上 bias 的方法為使用輸出為一維的 Embedding layer。

以下比較有無 normalize 的 validation loss (RMSE)：

取 latent dimension 為 64 進行本題實驗。

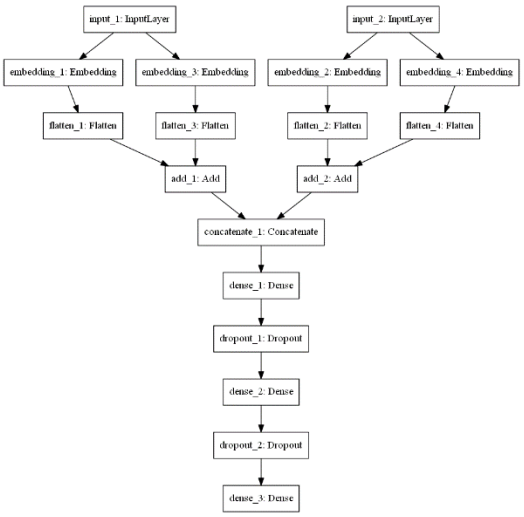
有 bias	0.8668	(15 個 epoch)
沒有 bias	0.8668	(14 個 epoch)

由上列兩個結果來看，在本題中有無 bias 的差異並不是很大。

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)

本次利用 DNN 的方法為：將 MF 中的 Dot layer 部分改為 Concatenate 後，再經過數層 Dense layer，最後輸出一個實數代表 rating。

架構如右圖，其中前兩層 Dense 皆為 512 個 units，最後一層為 1 個。Latent dimension 和 ML 相同皆為 64 兩種 model 的 loss 和 val_loss 比較如下：



	loss	val_loss	
MF	0.7742	0.8659	(14 epochs)
NN	0.8052	0.8663	(7 epochs)

經過 NN 作法後得到的結果和 MF 差不多，但可以觀察出 NN 的 model 更快得到最低的 loss，這應該是由於 NN 參數較多。

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)

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)**