

## 深度学习作业 2

请依次实现：自动编码器模型 (AE)；变分自动编码器模型 (VAE)；条件变分自动编码器模型 (Conditional VAE)；并将模型应用到 MNIST 数据上对手写体数字进行降维、聚类、生成和指定生成工作。

具体要求如下：

- i. 使用 Fully Connected layer 实现 AE, VAE 和 CVAE 完成以下任务并用画图展示下列结果：
  1. 将 AE 模型和 PCA 模型进行对比：(A) 相同隐向量长度下（尝试多个不同的隐向量长度），AE 和 PCA 获得的重建图像质量（同时展示原图、AE 和 PCA 重建图）；(B) 比较 AE 和 PCA 获得的隐向量能否区分不同手写体数字（用 t-SNE 或 UMAP 对获得的隐向量进行进一步降维，降成 2 维，然后将每个数据点画到二维平面上，点的颜色根据数字 true label 标注）；(C) 对 AE 和 PCA 的隐向量进行聚类分析，将 (B) 中点的颜色用聚类得到的 cluster label 标注，从新生成图片。
  2. 实现 VAE 模型，然后：(D) 将 VAE 模型得到的隐向量（均值向量）与上述中的 AE 的隐向量 进行比较，具体执行上述的 B 和 C 操作，将 PCA 替换成 VAE，对比隐向量对不同数字的区分情况和聚类效果；(E) 尝试用 VAE 为每一种手写体数字生成一张图片。
  3. 实现 CVAE 模型，然后：(F) 比较 VAE 和 CVAE 学得的隐向量，重复 B、C 操作将里面的方法替换为 VAE 和 CVAE；(G) 为每一个手写体数字生成一张图片。
- ii. 使用 Convolution 相关的 layer 实现 AE, VAE, CVAE 重复以上的每一个任务

\*除以上具体要求外，请适当放上一些和每个模型训练过程相关的图（比如训练的 train/valid loss 图）。

以上模型代码和结果请放在一个 python notebook 里面展示；对不同的任务和代码请给出适当的描述和注释。对结果进行适当的描述、分析和总结。（最终作业请只提交 python notebook，作业描述也放 notebook，并 zip 压缩，深度学习作业 2+名字+学号 命名。）