

# 人工智能基础

## 编程作业 2

PB13011058

王悦

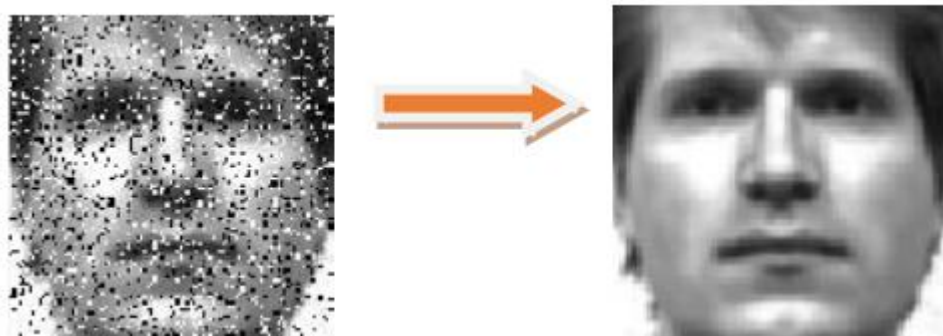
### 实验目的：

本次实验考虑机器学习中传统的监督学习问题与非监督学习，基于两个经典应用：手写数字识别和图片去噪，并结合课上介绍的相应学习算法，在数据集上分别进行实验，以加强对相关算法原理及应用的理

### Part 2. 图片去噪

在这部分实验中，我们以人脸图片数据为例，通过 PCA 算法对数据进行降维，保留数据中的主要信息，进一步检验 PCA 消除数据中噪音的效果。

在训练过程中通过 PCA 算法来计算投影矩阵。测试时将带有噪音的图片通过投影矩阵投影至低维空间，保留图片的主要信息，再投影至原空间完成重构，在此过程中会消除噪音的效果。



### 数据集介绍：

我们提供的是 YaleFace 中的人脸数据集，其中训练数据集为 60 张正常情况下的人脸图片，测试集共 6 个样本，每张均包含了一定的噪声。每张照片的大小是 50x50 的黑白图，对于照片中像素中的每一个像素，用 1 个 8bit 数字(0-255 之间)表示其灰度值。一个 50x50 的图片，总共有 2500 个像素，因此对于每张图片，可以用一个 2500 个元素的向量表示。

在课程主页上下载 YaleFace.mat，在 Matlab 中 load 数据。有 train\_data, test\_data, ground\_truth 三个矩阵，对应训练数据和测试数据和用于对比的无噪声数据，ground\_truth 和 test\_data 一一对应。其中数据都已进行归一化(每个元素在 0~1 范围)。

为了实现对于图片的去噪，我们对于训练数据用 PCA 算法计算得到投影矩阵 proj\_matrix，对于测试样本 y 的重构需要先将其投影至低维空间，从而保留图像中人脸的主要信息，再对原图像进行重构。将重构得到的图像与我们提供的 ground\_truth 图片作对比，得到两者之差的平方加和平均得到重构误差 recons\_error。例如，A 为重构的图片，B 为 ground\_truth，

$$\text{recons\_error} = \frac{\sum_{i=1}^{50} \sum_{j=1}^{50} |A_{ij} - B_{ij}|^2}{50 \times 50}。$$

### 实验要求

## 1. 实现一个 PCA 降维算法

提交一个 Matlab 函数 myPCA,函数形式为:

```
function [proj_matrix, recons_data, recons_error] = reconsPCA  
(train_data ,test_data ,ground_truth ,threshold)
```

其中 threshold 表示特征值的累计贡献率。即选择前 m 个特征向量, 使得

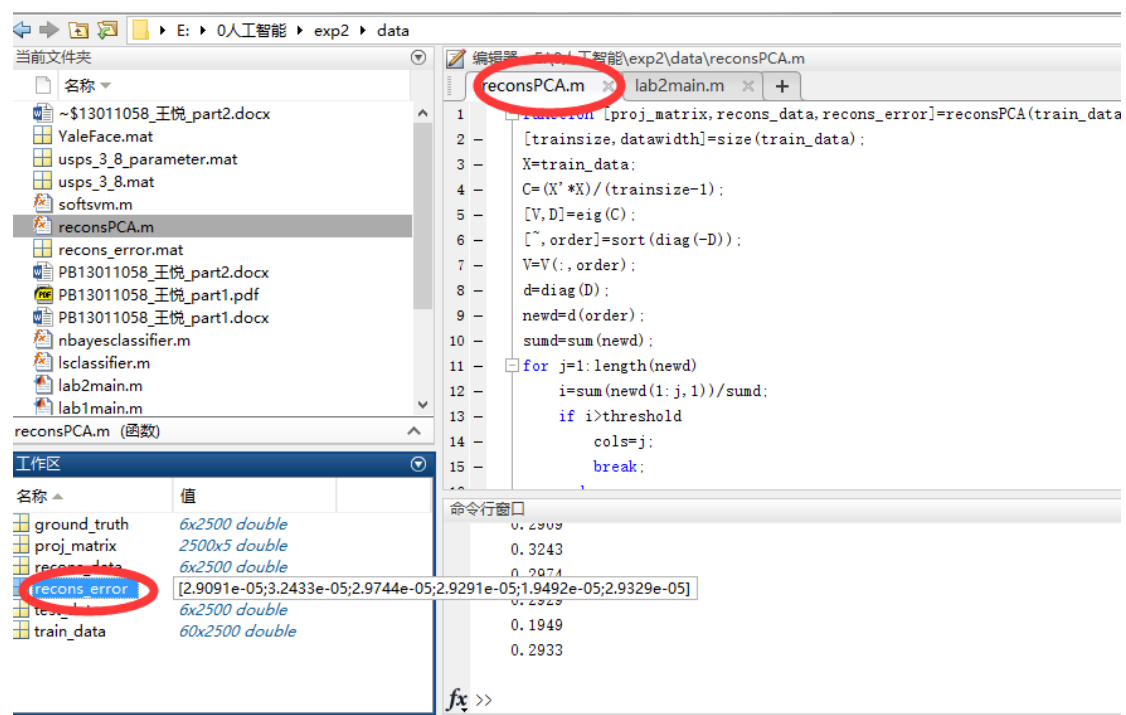
$$\frac{\text{Sum}(\text{first } m - 1 \text{ eigenvalues})}{\text{Sum}(\text{all eigenvalues})} < \text{threshold} \leq \frac{\text{Sum}(\text{first } m \text{ eigenvalues})}{\text{Sum}(\text{all eigenvalues})}$$

## 2. 实验验证 PCA 算法效果及实验报告

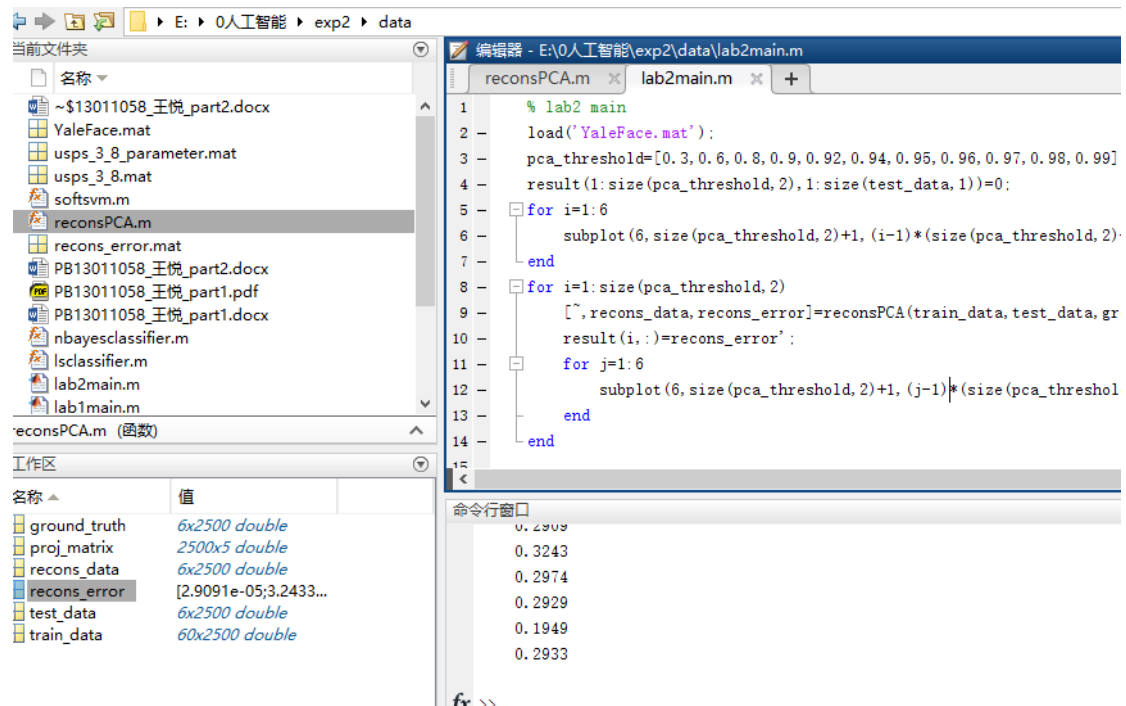
- 检验随着 threshold 不同取值, PCA 选择的降维维度以及对应的重构效果会有什么变化, 重构效果可从视觉上即恢复的图片以及重构误差两方面来评价。
- 讨论为什么 PCA 能够去噪并提出改进方案。
- 在实验报告中总结以上的实验结果。
- 当 threshold=0.95 时, 提交对于每个测试样本重构之后的图片, 请按照测试样本的索引进行命名, 例如对于第 1 个测试样本可以保存为 1.jpg。同时提交 recons\_error.mat, 即测试样本和 ground\_truth 之间的 error, 长度为 6,元素的顺序也是按照测试样本的顺序排列。

## 实验记录

首先编写reconsPCA函数并测试通过。



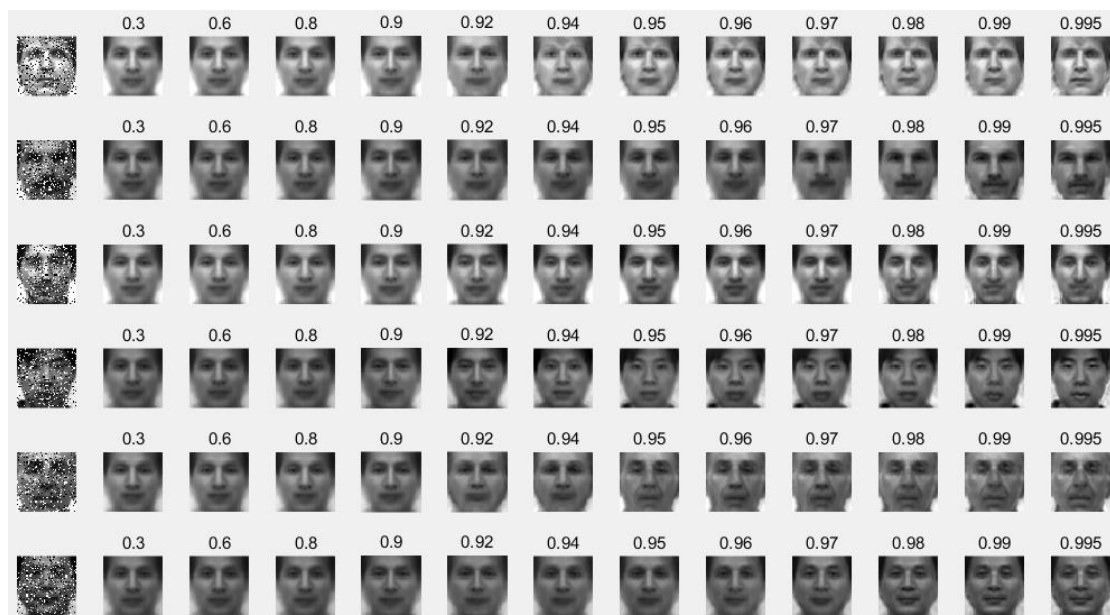
然后编写主程序测试不同 threshold 下的结果, 并在窗口显示图像。保存阈值为 0.95 的误差。



## 实验结果：

主程序中测试如下阈值得到的图像：

最左为含噪声的图，右侧为不同阈值得到的图像。



误差值，每行表示一种阈值，与上图阈值对应。

编辑窗 - lab2main.m

result

13x6 double

	1	2	3	4	5	6
1	5.2017e-05	4.0850e-05	4.1998e-05	4.4211e-05	4.2106e-05	3.3308e-05
2	5.2017e-05	4.0850e-05	4.1998e-05	4.4211e-05	4.2106e-05	3.3308e-05
3	5.2017e-05	4.0850e-05	4.1998e-05	4.4211e-05	4.2106e-05	3.3308e-05
4	5.1742e-05	4.0467e-05	4.1948e-05	4.3462e-05	4.2071e-05	3.0749e-05
5	4.8095e-05	3.9808e-05	3.4755e-05	3.3953e-05	3.1232e-05	3.0831e-05
6	3.6068e-05	3.2458e-05	3.3717e-05	3.3332e-05	2.6344e-05	3.0252e-05
7	2.9091e-05	3.2433e-05	2.9744e-05	2.9291e-05	1.9492e-05	2.9329e-05
8	2.8948e-05	3.2397e-05	2.9194e-05	2.5303e-05	1.6701e-05	2.7905e-05
9	2.8630e-05	2.9860e-05	2.9360e-05	2.4571e-05	1.5717e-05	2.1071e-05
10	2.8131e-05	2.7467e-05	2.3405e-05	2.4553e-05	1.6010e-05	1.8736e-05
11	2.6767e-05	2.4528e-05	2.2999e-05	2.3886e-05	1.5441e-05	1.7714e-05
12	2.7115e-05	2.4073e-05	2.3448e-05	2.0888e-05	1.5237e-05	1.7891e-05
13	2.7577e-05	2.4889e-05	2.3679e-05	2.1461e-05	1.5286e-05	1.8535e-05

## 实验总结：

阈值越接近一，降维后的维度越接近原维度，重构的效果越好，视觉上感觉更能保持细节，区分度更明显，误差数据上更小。

PCA 将高维的数据投影到低维上，高频的部分被截去，噪声点属于高频信息，因此被过滤掉。改进方式是动态调整阈值，实现更自然的滤波处理。