

## 2017 年度《模式识别》课程作业 2

1. 阅读讲义关于 PCA 的那一章
  - a) 用你自己的语言简述最大化方差的思想（一句话）；
  - b) 用你自己的语言简述最小化误差的思想（一句话）；
  - c) 用你自己的语言简述为什么这两者导致相同的答案（请简要描述直觉，而不是繁琐的数学）
2. 查找 Matlab 的文档，寻找到 Matlab 中关于 PCA 的函数。用  $\mathbf{x}=\text{randn}(2000,2)*[2 \ 1; \ 1 \ 2]$  产生数据  $\mathbf{x}$ 。
  - a) 用 Matlab 的 scatter 函数将数据画出散点图（即每个数据是一个点，共 2000 个点），如有必要，学习 scatter 函数的文档。
  - b) 用 Matlab 的 PCA 函数对  $\mathbf{x}$  进行 PCA 变换，保留所有的 2 个维度。并用 scatter 对变换后的数据画图。以上在手写作业中，可以根据屏幕输出结果画草图即可。
  - c) 用你自己的语言描述为什么 PCA 变换在不去除任何维度时，是一个高维空间中的旋转变换？这样的旋转有什么作用？
3. 证明以下等式：（符号的含义见课件第四章第 18 页）
  - a)  $\mathbf{e}_i^T \mathbf{e}_j = 0$
  - b)  $E(|\mathbf{e}_i|^2) = \lambda_i$
4. 安装 LIBLINEAR 软件，阅读其文档（软件中的 README 和“A practical guide to LIBLINEAR”）。以上软件和文档从 <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/liblinear/> 下载。从 <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvmtools/datasets/multiclass.html#mnist> 下载 mnist 数据集并解压缩（包括两个版本）。了解该数据的训练、测试集划分是怎样的。
  - a) 运行 LIBLINEAR 软件，在 mnist 版本得到的准确率是多少？
  - b) 运行 LIBLINEAR 软件，在 mnist.scale 版本得到的准确率是多少？
  - c) 这两个版本数据集的不同点是什么？怎么样和我们课堂讲授的内容联系起来？
  - d) 能否找到具有相似特点的另外一个数据集？（即  $\mathbf{x}$  和  $\mathbf{x.scale}$  相差很大）那么其余的归一化方式效果又是怎样的？
  - e) （仅研究生）尝试另外一种归一化方法（如课上讲的方法），描述你如何进行试验，并阐述该归一化方法在你的试验中的效果。
5. 沿用课件第五章第 20 页的记号， $S_T = \sum_{\mathbf{x}} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu})(\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu})^T$ ， $S_W = \sum_{k=1}^C S_k = \sum_{y_i=k} (\mathbf{x}_i - \boldsymbol{\mu}_k)(\mathbf{x}_i - \boldsymbol{\mu}_k)^T$ ， $S_B = \sum_{i=1}^C N_i (\boldsymbol{\mu}_i - \boldsymbol{\mu})(\boldsymbol{\mu}_i - \boldsymbol{\mu})^T$ ，证明，
  - a) 当  $C = 2$  时，有  $S_T = S_W + S_B$
  - b) 说明为什么最多能得到  $C - 1$  个有效的投影方向（第 21 页），不需要严格证明。
6. 按照课件第五章第 23 页的两个 URL，下载人脸数据，安装并运行 OpenCV 中的人脸识别 Tutorial，该部分代码已经提供，不需要编程。
  - a) 简要说说你的心得体会。
  - b) 修改源程序并观察用特征脸（即特征向量）重建的人脸图像，确定需要多少个特征

向量,能使得 PCA 重建的人脸在人眼看来与原来的人脸在肉眼看来没有什么区别?

7. 按照课件第六章第 12 页的记号,证明最优化充分条件中的必要条件中的两个等式。
8. 证明线性核 $k(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \mathbf{x}^T \mathbf{y}$ 是一个 Mercer 核。