



参考答案：作业1计算

1. 求下表中预测类别的准确率、召回率和 F_1 得分；当阈值设定为 $\text{score} > 2$ 时计算拒绝无效假设的准确率、召回率和 F_1 得分；当 $\text{score} > -1$ 时计算拒绝无效假设的准确率、召回率和 F_1 得分

ID	Score	Predicted Class	True Class
1	-4.80	-	-
2	-4.43	-	-
3	-2.09	-	-
4	-1.30	-	-
5	-0.53	-	+
6	-0.30	-	+
7	0.49	+	-
8	0.98	+	-
9	2.25	+	+
10	3.37	+	+
11	4.03	+	+
12	4.90	+	+



参考答案：作业1计算

基于Score > 0 (表格中的分界线) 计算, 此时样本7~12被划分为正例:

$$\text{Error Rate} = 4/12 \approx .33$$

$$\text{Precision} = 4/6 \approx .67$$

$$\text{Recall} = 4/6 \approx .67$$

$$F_1 = 4/6 \approx .67$$

基于Score > 2计算, 此时样本9~12被划分为正例:

$$\text{Error Rate} = 2/12 \approx .17$$

$$\text{Precision} = 4/4 = 1.0$$

$$\text{Recall} = 4/6 \approx .67$$

$$F_1 = 0.8$$

基于Score > -1计算, 此时样本5~12被划分为正例:

$$\text{Error Rate} = 2/12 \approx .17$$

$$\text{Precision} = 6/8 = .75$$

$$\text{Recall} = 6/6 = 1.0$$

$$F_1 = 0.86$$



参考答案：作业2推导

2. 通过经验风险最小化推导极大似然估计：证明模型是条件概率分布，损失函数是对数损失函数时，经验风险最小化等价于极大似然估计。

推导：模型是条件概率分布： $P_{\theta}(Y|X), \theta \in \mathbf{R}^n$

对数损失函数： $L(Y, P(Y|X)) = -\log P(Y|X)$

经验风险为：

$$\begin{aligned} R_{emp}(f) &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N L(y_i, f(x_i)) \\ &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N -\log P(y_i|x_i) \\ &= -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \log P(y_i|x_i) \end{aligned}$$

最小化经验风险，即最大化 $\sum_{i=1}^N \log P(y_i|x_i)$
等价于最大化 $\prod_{i=1}^N P(y_i|x_i)$ 即极大似然估计



参考答案：作业3计算

3.基于某用于诊断病人是否患病的黑箱模型，预测得到100个样本0~1之间的患病分数。调节阈值可得到不同的诊断结果（见下表）：随着阈值从0.0逐步增加到1.0，会有越来越多的样本被判断为正常人。试根据该表格画出ROC曲线并计算曲线下面积AUC。

首先根据表中给出的TP、FP、TN和FN计算每个阈值下的

FPR和TPR，公式如下：
$$FPR = \frac{FP}{FP+TN}$$

$$TPR = \frac{TP}{TP + FN}$$

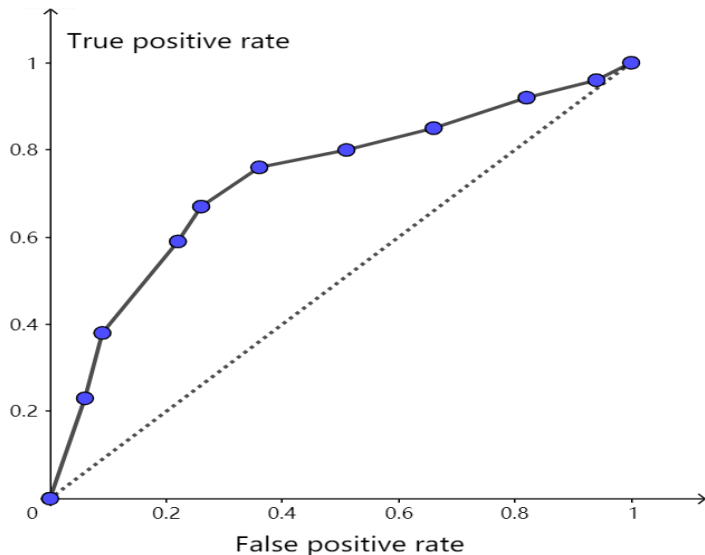
Threshold	TP	FP	TN	FN
0.0	50	50	0	0
0.1	48	47	3	2
0.2	47	40	9	4
0.3	45	31	16	8
0.4	44	23	22	11
0.5	42	16	29	13
0.6	36	12	34	18
0.7	30	11	38	21
0.8	20	4	43	33
0.9	12	3	45	40
1.0	0	0	50	50

Threshold	FPR	TPR
0.0	1	1
0.1	0.94	0.96
0.2	0.82	0.92
0.3	0.66	0.85
0.4	0.51	0.80
0.5	0.36	0.76
0.6	0.26	0.67
0.7	0.22	0.59
0.8	0.09	0.38
0.9	0.06	0.23
1.0	0	0



参考答案：作业3计算

根据算出的FPR和TPR做出ROC曲线（FPR为横轴，TPR为纵轴）：



计算AUC面积，即ROC曲线下的面积，通过计算曲线下的每个小梯形面积之和得到：

$$\begin{aligned} \text{AUC} = & [0.06 \times 0.23 + (0.23 + 0.38) \times 0.03 + (0.38 \\ & + 0.59) \times 0.13 + (0.59 + 0.67) \times 0.04 + (0.67 + 0.76) \times 0.1 \\ & + (0.76 + 0.8) \times 0.15 + (0.8 + 0.85) \times 0.15 \\ & + (0.85 + 0.92) \times 0.16 + (0.92 + 0.96) \times 0.12 + (0.96 + 1) \times 0.06] / 2 = 0.73 \end{aligned}$$