

教务处填写：

\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

考 试 用

# 湖南大学课程考试试卷

课程名称：\_\_\_\_ 机器智能 \_\_\_\_；课程编码：\_\_\_\_ CS06152 \_\_\_\_；

试卷编号：\_\_\_\_ A \_\_\_\_；考试形式：\_\_\_\_ 闭卷 \_\_\_\_；考试时间：\_\_\_\_ 120 \_\_\_\_分钟。

题 号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
应得分	20	20	20	20	20						100
实得分											
评卷人											

(请在答题纸内作答！)

## 一、(简答题) (20 分)

- .....(a). 简述分类和回归的差别？YOLO 算法采用的是分类还是回归？其主要的原理是什么？（10 分）
- (b). 简述什么是强化学习，其主要的特点是什么？（10 分）

### 【答案】

输入变量与输出变量均为连续变量的预测问题是回归问题；(1 分)回归使得输出变量离回归平面越近越好；(1 分)  
输出变量为有限个离散变量的预测问题成为分类问题；(1 分)分类使得输出变量离分类平面越远越好；(1 分)

YOLO 将目标检测转化为了回归问题；（2 分）

YOLO 的设计理念遵循端到端训练和实时检测。YOLO 将输入图像划分为  $S \times S$  个网格，如果一个物体的中心落在某网格(cell)内，则相应网格负责检测该物体。在训练和测试时，每个网格预测  $B$  个 bounding boxes，每个 bounding box 对应 5 个预测参数，即 bounding box 的中心点坐标  $(x,y)$ ，宽高  $(w,h)$ ，和置信度评分。这里的置信度评分  $(Pr(Object) \cdot IOU(pred|truth))$  综合反映基于当前模型 bounding box 内存在目标的可能性  $Pr(Object)$  和 bounding box 预测目标位置的准确性  $IOU(pred|truth)$ 。如果 bounding box 内不存在物体，则  $Pr(Object)=0$ 。如果存在物体，则根据预测的 bounding box 和真实的 bounding box 计算 IOU，同时会预测存在物体的情况下该物体属于某一类的后验概率  $Pr(Class_i|Object)$ 。假定一共有  $C$  类物体，那么每一个网格只预测一次  $C$  类物体的条件类概率  $Pr(Class_i|Object)$ ， $i=1,2,...,C$ ；每一个网格预测  $B$  个 bounding box 的位置。即这  $B$  个 bounding box 共享一套条件类概率  $Pr(Class_i|Object)$ ， $i=1,2,...,C$ 。基于计算得到的  $Pr(Class_i|Object)$ ，在测试时可以计算某个 bounding box 类相关置信度： $Pr(Class_i|Object) \cdot Pr(Object) \cdot IOU(pred|truth) = Pr(Class_i) \cdot IOU(pred|truth)$ 。如果将输入图像划分为  $7 \times 7$  网格 ( $S=7$ )，每个网格预测 2 个 bounding box ( $B=2$ )，有 20 类待检测的目标 ( $C=20$ )，则相当于最终预测一个长度为  $S \times S \times (B \times 5 + C) = 7 \times 7 \times 30$  的向量，从而完成检测+识别任务；（4 分）

B、强化学习是智能体 (Agent) 以“试错”的方式进行学习，通过与环境进行交互获得的奖赏指导行为，目标是使智能体获得最大的奖赏，强化学习不同于连接主义学习中的监督学习，主要表现在强化信号上，强化学习中由环境提供的强化信号是对产生动作的好坏作一种评价 (通常为标量信号)，而不是告诉强化学习系统 RLS(reinforcement learning system)如何去产生正确的动作。由于外部环境提供的信息很少，RLS 必须靠自身的经历进行学习。通过这种方式，RLS 在行动-评价的环境中获得知识，改进行动方案以适应环境。（5 分）

强化学习的特点：（5分，答对3个给满分，少一个扣2分）

交互式学习

强化信息的延迟性

无需先验知识

增量式的在线学习

可应用于不确定环境

## 二、（参数学习）（20分）

已知有草莓味和酸橙味两种类型的糖果，分别放入5种不同的包装之中，h1包装中100%是草莓味，h2包装中75%是草莓味25%是酸橙味，h3包装中50%是草莓味50%是酸橙味，h4包装中25%是草莓味75%是酸橙味，h5包装中100%是酸橙味。假定h1,h2,...,h5的先验分布概率为<0.1,0.2,0.4,0.2,0.1>，每次拿出糖果是相互独立的且不影响袋子里面糖果的比例，试回答下列问题：

- (a) 假定拿出的2个糖果分别都是草莓味，请计算每拿出一个糖果后h1到h5的概率值；（8分）
- (b) 在(a)的基础上计算下一个糖果为草莓味，酸橙味的概率。（5分）
- (c) 设 $x_1, x_2, \dots, x_N$ 是取自总样本 $X$ 的一个观察序列，满足如下的分布

$$X \sim f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\theta} e^{-(x-\mu)/\theta}, & x \geq \mu \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad \theta, \mu \text{ 为未知参数}$$

$\theta > 0$ , 求 $\theta, \mu$ 的极大似然估计。（7分）

### 【答案】

(a)：第一个糖果草莓味（4分）

$$P(h1 | \text{草莓}) = \alpha P(\text{草莓} | h1) * P(h1) = 0.1 \alpha = 0.2$$

$$P(h2 | \text{草莓}) = \alpha P(\text{草莓} | h2) * P(h2) = 0.15 \alpha = 0.3$$

$$P(h3 | \text{草莓}) = \alpha P(\text{草莓} | h3) * P(h3) = 0.2 \alpha = 0.4$$

$$P(h4 | \text{草莓}) = \alpha P(\text{草莓} | h4) * P(h4) = 0.05 \alpha = 0.1$$

$$P(h5 | \text{草莓}) = \alpha P(\text{草莓} | h5) * P(h5) = 0$$

第二个糖果草莓味（4分）

$$P(h1 | \text{草莓, 草莓}) = \alpha P(\text{草莓} | h1) * P(\text{草莓} | h1) * P(h1) = 0.1 \alpha = 0.308$$

$$P(h2 | \text{草莓, 草莓}) = \alpha P(\text{草莓} | h2) * P(\text{草莓} | h2) * P(h2) = 0.1125 \alpha = 0.346$$

$$P(h3 | \text{草莓, 草莓}) = \alpha P(\text{草莓} | h3) * P(\text{草莓} | h3) * P(h3) = 0.1 \alpha = 0.308$$

$$P(h4 | \text{草莓, 草莓}) = \alpha P(\text{草莓} | h4) * P(\text{草莓} | h4) * P(h4) = 0.0125 \alpha = 0.043$$

$$P(h5 | \text{草莓, 草莓}) = \alpha P(\text{草莓} | h5) * P(\text{草莓} | h5) * P(h5) = 0$$

(b)：下一个糖果为草莓味的概率：（5分）

$$P(d=\text{草莓} | X=(\text{草莓, 草莓})) = 0.308 + 0.346 * 0.75 + 0.308 * 0.5 + 0.043 * 0.25 + 0 = 0.732$$

$$P(d=\text{酸橙} | X=(\text{草莓}, \text{草莓})) = 0.268$$

(c)

解：似然函数为

$$L(\theta, \mu) = \begin{cases} \prod_{i=1}^n \frac{1}{\theta} e^{-(x_i - \mu)/\theta}, & x_i \geq \mu \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad i=1, 2, \dots, n$$

$$= \begin{cases} \frac{1}{\theta^n} e^{-\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)}, & \min x_i \geq \mu \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$$

对数似然函数为

$$\ln L(\theta, \mu) = -n \ln \theta - \frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)$$

(c)

由于  $L(\theta, \mu) = \begin{cases} \frac{1}{\theta^n} e^{-\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)}, & \min x_i \geq \mu \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$

对  $\mu \leq \min x_i$ ,  $L(\theta, \mu) > 0$ , 且是  $\mu$  的增函数

$\mu$  取其它值时,  $L(\theta, \mu) = 0$ .

故使  $L(\theta, \mu)$  达到最大的  $\mu$ , 即  $\mu$  的 MLE,

是  $\mu^* = \min_{1 \leq i \leq n} x_i$  即  $\theta^*, \mu^*$  为  $\theta, \mu$  的 MLE.

于是  $\theta^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i - \mu^*$

对数似然函数为

$\ln L$  用求导方法无法最终确定  $\theta, \mu$ , 用极大似然原则来求.

对  $\theta, \mu$

$$\frac{\partial \ln L(\theta, \mu)}{\partial \theta} = -\frac{n}{\theta} + \frac{1}{\theta^2} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial \ln L(\theta, \mu)}{\partial \mu} = \frac{n}{\theta} = 0 \quad (2)$$

由(1)得

$$\theta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i - \mu$$

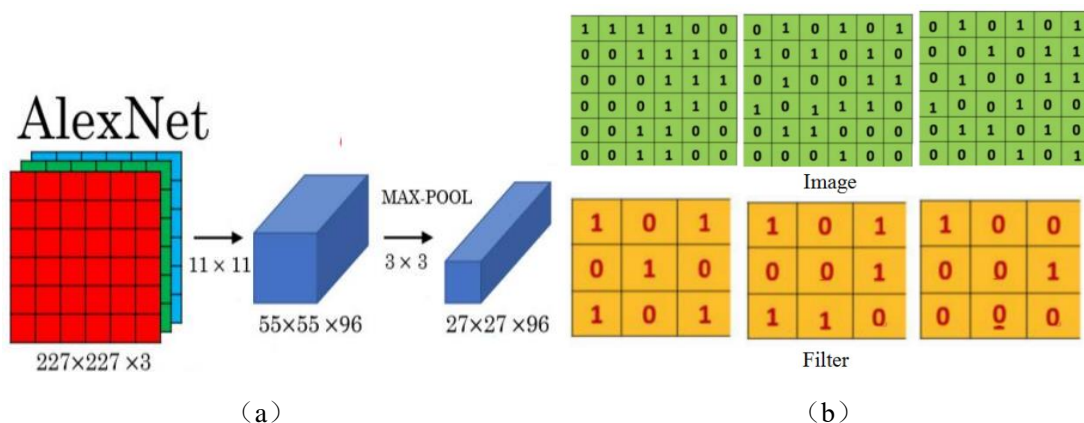
### 三、(卷积神经网络) (20 分)

卷积神经网络在人工智能领域被广泛使用，试回答下列问题：

(a) 图一(a)展示了 AlexNet 的部分结构表示，包括一个卷积操作和一个池化操作，请指出该图中卷积操作的卷积核大小、个数、步长以及池化操作的步长；（8 分）

(b) 根据(b)中的图像输入及卷积核，计算当步长为 1 时输出的卷积后特征矩阵，并根据该特征计算步长为 1 的最大池化输出；（8 分）

(c) 给出 2 种防止卷积神经网络过拟合的操作。（4 分）



图一 卷积神经网络示例图

### 【答案】

(a) 图一(a)展示了 AlexNet 的部分结构表示, 包括一个卷积操作和一个池化操作, 请指出该图中卷积操作的卷积核大小、个数、步长以及池化操作的步长; (8 分)

答: 卷积核大小:  $11 * 11 * 3$ , 个数: 96, 步长: 4, 池化操作的步长: 2

(b) 根据(b)中的图像输入及卷积核, 计算当步长为 1 时输出的卷积后特征矩阵, 并根据该特征计算步长为 1 的最大池化产生的输出; (8 分)

答: 特征矩阵:

5	8	5	9
4	3	11	7
3	8	6	5
6	4	7	5

池化后:

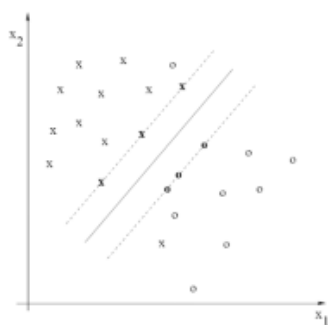
8	11	11
8	11	11
8	8	7

(c) 给出 2 种防止卷子神经网络过拟合的操作。(4 分)

答: 数据增强、Dropout、正则化、提前终止。

## 四、(支持向量机) (20 分)

根据图一, 回答下列问题:



图二 支持向量分类平面展示图

(a) 图中采用最大间隔分类器的预测误差估计是多少? (用样本数表示) (5 分)

(b) 已知输入数据为  $\mathbf{x} = [x_1, x_2]$ , 核函数为 3 阶多项式函数, 计算  $\mathbf{x}$  在新特征空间中的表示。(10 分)

$$K(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j) = (1 + \mathbf{x}_i^T \mathbf{x}_j)^3$$

(c) “支持向量机输入的数据维度越高则训练的时间越长”，这句话对吗？为什么？（5 分）

【答案】 (a) 2;

(b)  $\phi(x) = [1, \sqrt{3}x_1, \sqrt{3}x_2, \sqrt{3}x_1^2, \sqrt{3}x_2^2, \sqrt{6}x_1x_2, x_1^3, \sqrt{3}x_1^2x_2, \sqrt{3}x_1x_2^2, x_2^3]$

(c) 错误，支持向量机输入的是数据之间的内积而不是数据本身，数据的内积都是预先计算好的，因此不会增加在线训练时间。

## 五、(决策树) (20 分)

根据表一中的 9 个训练数据来构建一棵决策树，其中 class 是输出的类别，回答下列问题。

- 计算根节点各属性的信息增益值，并构造该问题的完整决策树。(12 分)
- 利用朴素贝叶斯算法计算 (Environment=Land, Mammal=Yes) 的类别。(8 分)

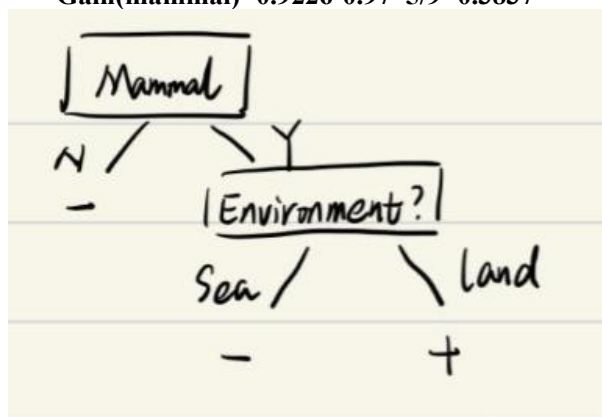
Example	Environment?	Mammal?	Class
Ant	Land	No	—
Bat	Land	Yes	+
Dolphin	Sea	Yes	—
Lizard	Land	No	—
Sea Lion	Sea	Yes	—
Zebra	Land	Yes	+
Shark	Sea	No	—
Mouse	Land	Yes	+
Chicken	Land	No	—

表一：动物样本数据

1.  $H(\text{class}) = 0.9226$

$$\text{Gain}(\text{Environment}) = 0.9226 - 6/9 = 0.256$$

$$\text{Gain}(\text{mammal}) = 0.9226 - 0.97 \cdot 5/9 = 0.3837$$



$$2. P(+|L, Y) = P(L|+)P(Y|+)P(+)=1 \cdot 1 \cdot 3/9=0.33 \quad P(-|L, Y) = P(L|-)P(Y|-)P(-)=0.5 \cdot 2/3 \cdot 6/9=0.22, \text{ 类别为+};$$