

# 南京理工大学课程考试试卷 (学生考试用)

课程名称: 智能电网信息技术 学号: 3.0 教学大纲编号: 10045201

试卷编号: 10045201-2024-A 考试方式: 闭卷 满分分值: 100 考试时间: 120 分钟

组卷日期: 2024 年 11 月 22 日 组卷教师 (签字): 刘伟伟 审定人 (签字): 赵大伟

学生班级: \_\_\_\_\_ 学生学号: \_\_\_\_\_ 学生姓名: \_\_\_\_\_

要求: 所有答案必须写在答题纸上, 需要有解题步骤。考试结束时, 试题和答题纸一并上交。

1. 在电力物联网的环境中, 传感器采集电网中的电压数据。某电力传感器以采样周期  $T=0.1$  秒采集电压信号  $V(t)$ , 其值的范围为  $[0, 100]V$ 。由于电力物联网系统的带宽有限, 系统对采集到的电压信号进行量化处理, 在  $0\sim 20V$  范围内, 使用 8 级量化; 在  $20\sim 80V$  范围内, 使用 16 级量化; 在  $80\sim 100V$  范围内, 使用 4 级量化。现在对所有量化值用二进制序列进行表示, 且用单独的固定长度二进制序列来表示上述三种所在范围, 即每次采样的量化表示方式为 {范围标识序列 量化标识序列}, 求:

- (1) 在所有电压信号的量化表示序列中, 最长的序列长度为多少? (5 分)
- (2) 若采集电压值落在上述三个范围概率均为  $1/3$ , 则平均每秒所需量化表示比特数为多少? (5 分)

2. 某市电力公司新推出了一种工业用电智能分析系统, 用于分析各工厂每日的用电情况。不同的用电类型包括生产用电、办公用电和其他用电, 每种用电类型被划分为高、中、低三个负荷等级, 且相互独立。现有工厂 A 和工厂 B 两个工业用户, 其用电负荷等级的概率分布如下表:

| 工厂\概率 | 生产用电负荷等级概率      | 办公用电负荷等级概率      | 其他用电负荷等级概率      |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       | 高 / 中 / 低       | 高 / 中 / 低       | 高 / 中 / 低       |
| 工厂 A  | 0.5 / 0.3 / 0.2 | 0.4 / 0.4 / 0.2 | 0.7 / 0.3 / 0   |
| 工厂 B  | 0.3 / 0.4 / 0.3 | 0.3 / 0.5 / 0.2 | 0.2 / 0.4 / 0.4 |

(1) 如果工厂 B 某日的用电分析报告为“生产设备用电负荷中) 办公设备用电负荷高, 其他用电负荷中”, 该报告的信息量是多少比特? (4 分)

(2) 假定采用了一种可达理论极限的信源压缩方法, 将两个工厂的每日用电分析报告均压缩至极限, 请问两个工厂的用电分析报告存储平均所需比特数谁更多? 给出理由 (6 分)

3. 某风力发电设施根据日风速情况将实际发电量划分为“达标”和“未达标”两类。风力发电设施对发电量的预测主要依赖气象预报中的风速等级, 气象预报中的风速等级被划分为“高风速”和“低风速”两档。已知: 该风力发电设施的实际发电量达标率为 60%; 气象预报风速为“高风速”的概率为 50%; 在气象预报为“高风速”时, 实际发电量达标的概率为 80%。请根据以上信息回答以下问题:

- (1) 在“气象预报为低风速”条件下, “实际发电量达标”的条件自信息是多少比特? (5 分)
- (2) “气象预报为高风速”与“实际发电量未达标”的互信息是多少比特? (5 分)

4. 在一个智能电力调控系统中, 有两个传感器节点 C 和 D, 它们可以分别发送两种状态消息, 分别用随机变量  $U$  和  $V$  表示。其中,  $U$  表示节点 C 发送的消息,  $V$  表示节点 D 发送的消息。这两个随机变量的取值为  $\{-2, 2\}$ , 即正负两种状态。二者消息的 4 种组合的概率均为 0.25。定义一个新的随机变量  $W$ , 表示节点 C 与节点 D 的消息之和, 即  $W=U+V$ 。

- (1) 随机变量  $W$  的熵  $H(W)$  是多少? (5 分)
- (2) 随机变量  $W$  与节点 C 的消息  $U$  之间的条件熵  $H(W|U)$  是多少? (5 分)

5. 某区域电力公司对用户用电行为进行监测, 并根据一天中不同时间段的用电量将其划分为 4 个等级  $\{T_1, T_2, T_3, T_4\}$ 。各用电量等级的概率分布分别为  $\{0.4, 0.3, 0.2, 0.1\}$ 。

- (1) 请根据香农编码原则为每个用电等级设计二进制编码, 并列出每个符号对应的码字。(6 分)
- (2) 计算信源的平均码长。(4 分)

6. 某智能电力调度系统中, 有三种类型的电力传感器, 分别是高压传感器 (标记为  $X_1$ )、中压传感器 (标记为  $X_2$ ) 和低压传感器 (标记为  $X_3$ )。它们的运行状态由一个信道输入  $X$  表示,  $X$  的取值为  $\{X_1, X_2, X_3\}$ , 其概率分别为 0.2, 0.3, 0.5。电力系统的输出  $Y$  表示系统的监测状态,  $Y$  的取值为 {正常, 警告, 故障}, 信道转移概率如下:

| 转移概率  | 正常   | 警告   | 故障   |
|-------|------|------|------|
| $X_1$ | 0.8  | 0.15 | 0.05 |
| $X_2$ | 0.3  | 0.4  | 0.3  |
| $X_3$ | 0.05 | 0.2  | 0.75 |

- (1) 给出在最小错误译码下的判决函数, 并说明原因。(5 分)
- (2) 给出在最大似然译码下的判决函数, 并说明原因。(5 分)

7. 远程电表需要向数据中心传输用户用电数据。为了保证数据在传输中的可靠性, 使用 (7, 4) 二元线性分组纠错码进行编码。其生成矩阵  $G$  如下所示:

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

- (1) 计算该线性分组码的一致监督矩阵  $H$ 。(5 分)
- (2) 如果传感器发送的信息字是 1010, 请列出对应的码字, 并说明当接收端接收到码字后, 最多可以纠正的位错误数和检测的位错误数。(5 分)

# 南京理工大学课程考试试卷 (学生考试用)

课程名称: 智能电网信息技术 学号: 3.0 教学大纲编号: 10045201

试卷编号: 10045201-2024-A 考试方式: 闭卷 满分分值: 100 考试时间: 120 分钟

8. 有三个电力设备监控点 X, Y, Z, 每小时上报其设备运行状态, 包括“正常”和“故障”两类状态。这三个监控点上报“故障”的概率分别为  $1/15$ ,  $1/18$ ,  $1/10$ 。现在接收到一份“故障”状态报告, 但不清楚它来自哪个监控点。为了确保电网设备的安全, 需要判断这份“故障”状态报告最可能来自哪个监控点。已知各监控点在实际“故障”但被误判为“正常”时的经济损失分别为 8 万元、6 万元、4 万元, 在实际“正常”但被误判为“故障”时造成的额外经济损失分别为 5 万元、3 万元、2 万元。其他情况无经济损失。

(1) 基于最小错误概率的贝叶斯决策, 判断该“故障”状态最可能来自哪个监控点? (5 分)

(2) 基于最小风险的贝叶斯决策, 判断该“故障”状态最可能来自哪个监控点? (5 分)

9. 某智能电网监控系统收集了以下输电线路的运行数据, 用于评估输电线路的运行状态是否为“故障”或“正常”。数据如下:

| 线路编号 | 电压等级 | 环境温度 | 负载是否超标 | 运行时间是否超限 | 运行状态 |
|------|------|------|--------|----------|------|
| 1    | 高    | 高    | 是      | 是        | 正常   |
| 2    | 低    | 中    | 否      | 否        | 正常   |
| 3    | 高    | 高    | 是      | 是        | 故障   |
| 4    | 中    | 高    | 否      | 是        | 故障   |
| 5    | 低    | 中    | 是      | 否        | 正常   |
| 6    | 高    | 中    | 否      | 是        | 故障   |
| 7    | 中    | 高    | 是      | 是        | 故障   |
| 8    | 高    | 中    | 是      | 否        | 故障   |
| 9    | 低    | 高    | 否      | 是        | 正常   |
| 10   | 中    | 中    | 否      | 否        | 正常   |

利用 ID3 决策树算法, 根据信息增益原则, 选择第一层的划分属性, 并计算对应的信息增益。(10 分)

10. 某工业园区的智能电表系统采集了 7 个工业用户的每日用电数据。要求将它们基于 日最大、最小、平均用电量 聚类为 2 类, 采用 K-Means 聚类算法。初始聚类中心选择用户 1 和用户 3 的数据, 距离度量采用 曼哈顿距离 (即各项差值绝对值之和)。

| 用户   | 日最大用电量 (千瓦时) | 日最小用电量 (千瓦时) | 日平均用电量 (千瓦时) |
|------|--------------|--------------|--------------|
| 用户 1 | 20           | 5            | 10           |
| 用户 2 | 18           | 4            | 8            |
| 用户 3 | 15           | 6            | 9            |
| 用户 4 | 22           | 5            | 11           |
| 用户 5 | 25           | 3            | 13           |
| 用户 6 | 23           | 4            | 12           |
| 用户 7 | 17           | 6            | 9            |

根据初始聚类中心使用 K-Means 聚类算法, 给出每次迭代的聚类结果和最终聚类中心 (最大迭代次数不超过 5 次)。(10 分)

附表: 以 2 为底的常用对数函数近似值

| $\log_2 3$   | $\log_2 5$   | $\log_2 6$   | $\log_2 7$   | $\log_2 9$   | $\log_2 10$  | $\log_2 11$  | $\log_2 12$  | $\log_2 13$ | $\log_2 14$ | $\log_2 15$ |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| 1.6          | 2.3          | 2.6          | 2.8          | 3.2          | 3.3          | 3.5          | 3.6          | 3.7         | 3.8         | 3.9         |
| $\log_2 0.1$ | $\log_2 0.2$ | $\log_2 0.3$ | $\log_2 0.4$ | $\log_2 0.6$ | $\log_2 0.7$ | $\log_2 0.8$ | $\log_2 0.9$ |             |             |             |
| -3.3         | -2.3         | -1.7         | -1.3         | -0.7         | -0.5         | -0.3         | -0.2         |             |             |             |