

清华大学本科生考试试题专用纸 (A 卷答案)

考试课程：图像信息原理 考试日期：2012 年 1 月 12 日

一、填空题：36分（每空1.5分）

1. 色温常被用来描述光源的色度属性，真实光源的色温往往小于其实际温度，这是因为实际辐射物体辐射电磁波的波长和能量不完全取决于其温度；辐射测量和光度测量的区别在于光度测量考虑人类视觉系统特性而辐射测量则没有，这两类测量获取的物理量之间的相互转换需要利用光谱光效率函数；描述物体表面反射特性的 Phong 模型是双向反射分布函数的特例。
2. 模拟视频信号最高频率发生在视频图像相邻像素一黑一白的情况下；我国 PAL 制模拟电视信号中的同步信号是用来同步收发两端的扫描点的几何对应位置，增加槽脉冲和均衡脉冲分别是为了解决场同步期间的行同步失落问题以及消除积分法分离场同步时奇、偶场的场同步的半行时间差，色度副载波采用 1/4 行频间置是因为UV 信号反相相差半个行频因此半行频间置会和 Y 混叠；模拟电视系统采用中频调制是因为较低频率下调制滤波等较容易实现且电路容易模块化，同时也利于降低接收机复杂度。
3. 人眼视网膜上的感光细胞有视锥体和视杆体两种，分别含有紫蓝质素和紫红质素两种视色素，人眼的色适应是由锥状体不同的视色素褪色导致对应颜色感受性下降造成的；韦伯分数定量描述了相对亮度辨别能力，而视觉 Mach 效应是由视神经并列信道侧抑制造成的。
4. 采用 CCD 或 CMOS 的摄像设备中的红外滤片在阳光下通常呈现偏青色，这是因为红外滤色片可能会吸收部分可见红光；CIE-RGB 色度图上，单波长光的色度坐标形成光谱轨迹或谱色光轨迹，而 Maxwell 三角形的投影称为相加混色区。
5. 数字电视系统抗干扰能力强，其信号质量本质上取决于信源；视频压缩编码过程中：解除图像数据相关性的常用方法有预测编码和变换编码，离散余弦变换可近似 K-L 变换是由于自然图像大部分区域可以用 Markov 过程描述，运动估计以图像宏块为单位进行，隔行扫描场图像的变换系数采用交替扫描的方式展开是因为场图像在垂直方向高频分量较强。

二、多选题：10分（填写正确答案的标号。每题2分）

1. 以下哪些技术在采用 PAL 制彩色模拟电视系统中没有使用 (2) (5) (7)。
(1) 逐行倒相 (2) YIQ 表色系 (3) 半场频偏置 (4) 梳状滤波器
(5) 色度预加重 (6) 负极性调制 (7) 三模式亚奈抽样 (8) 调频
2. 以下哪些方面不应由国标 GB/T20090.2-2006 加以规范 (1) (4) (6) (7)。
(1) 数据交织模式 (2) 视频分辨率 (3) 运动估计搜索精度 (4) 载波频率
(5) 图像组结构 (6) 离散余弦变换量化矩阵 (7) 音频帧结构
3. 以下哪些设备的相关理论或技术曾经获得过诺贝尔奖 (1) (2) (3) (4) (5) (6)。
(1) 全息照相机 (2) 正析像管 (3) 核磁共振仪 (4) 三板式 CCD 摄像机
(5) 无线电报机 (6) iPhone 4S
4. 以下哪些视觉现象主要和视网膜上感光细胞中视色素的化学变化有关 (1) (3) (7)。
(1) 夜盲症 (2) Mach 效应 (3) 亮适应 (4) 主观轮廓 (5) 近视
(6) Muller-Lyer 错觉 (7) 相继对比现象

5. 以下哪些量的数值可能是负数 (1) (2) (4) (6)。

- (1) 色系数 (2) 分布色系数 (3) 漫反射系数 (4) 焦距 (5) Weber 分数
(6) 离散余弦变换的 AC 系数 (7) 扫描逆程系数

三、判断题：14分（在选择的下面划横线。每题1分）

1. (正确/错误) 考虑到伴音接收问题，NTSC制彩色电视系统的场频略微偏离60Hz，但这并不会影响电视接收机中同步信号的锁定。
2. (正确/错误) 射影变换下，空间中不共面的直线在成像面上不会相交。
3. (正确/错误) 正交频分复用利用多载波延长符号周期从而克服无线传输中的多径干扰。
4. (正确/错误) 核磁共振通常不适合骨部位成像。
5. (正确/错误) 信源符号概率分布情况对算术编码的编码效率没有本质的影响。
6. (正确/错误) CIE-rgb表色系中，色度坐标的绝对值不可能大于1。
7. (正确/错误) 整数变换、帧内预测以及环路滤波等技术使得H. 264在同等图像质量下可以实现比MPEG2更低的码率。
8. (正确/错误) 太阳光分别透过青、品、黄三种滤色镜后混合得到黑色。
9. (正确/错误) TN型液晶显示屏两面的偏光片的偏振轴应相互垂直，否则无法实现显示。
10. (正确/错误) 使用基带延迟线的PAL_D解码器利用一行存储器延迟使相邻两行信号相加来实现亮色分离。
11. (正确/错误) 前向纠错码对于信道的分散随机噪声较为有效，而数据交织技术主要被用来克服信道的突发噪声。
12. (正确/错误) MPEG视频编码中I帧的码率通常要比B帧高，但I帧编码速度更快。
13. (正确/错误) 人眼要充分看清物体细节需经过一段时间注视，这期间人眼保持完全静止。
14. (正确/错误) 我国模拟电视系统中存在相位失真时，用户接收的电视图像色彩饱和度可能会下降。

四、(16分) 已知某信源发出符号的概率是：
$$\begin{bmatrix} x_i \\ p_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \\ 0.4 & 0.3 & 0.15 & 0.1 & 0.05 \end{bmatrix}$$

- (1) 求该信源的熵，并依照最小码方差的原则对信源进行Huffman编码；
- (2) 信源发出符号串 $x_4x_1x_2x_1x_5x_2x_3$ ，经(1)的Huffman编码之后形成比特流直接传输，假设传输信道的噪声使得该比特流中某一个比特位发生误码(0、1翻转)。假定接收方已知符号串长度为7，分析接收方无法检错的状态下解码误符号率最高和最低的情况。

(1) 由熵公式得出信源熵 $H = -\sum p_i \log_2 p_i = 2.0087$

Huffman编码过程如下

符号	概率	编码过程	码字	码长
x_1	0.4		0	1
x_2	0.3		10	2
x_3	0.15		110	3
x_4	0.1		1111	4
x_5	0.05		1110	4

(2) 符号串经Huffman编码后的比特流为11110100111010110

误符号率最低是仅有一个符号错的情况， $x_4 \rightarrow x_5$ 或者 $x_5 \rightarrow x_4$ ，例如 $x_4 \rightarrow x_5$ ，即第四个比特翻转，接收方比特流为11100100111010110，解码后为 x_5 $x_1x_2x_1x_5x_2x_3$

0 1110 10 0 1110 10 110 $x_1 x_5 x_2 x_1 x_5 x_2 x_3$ 错两个	10 110 10 0 1110 10 110 $x_2 x_3 x_2 x_1 x_5 x_2 x_3$ 错两个
110 10 10 0 1110 10 110 $x_3 x_2 x_2 x_1 x_5 x_2 x_3$ 错两个	1110 0 10 0 1110 10 110 $x_5 x_1 x_2 x_1 x_5 x_2 x_3$ 错一个
1111 110 0 1110 10 110 $x_4 x_3 x_1 x_5 x_2 x_3$	1111 0 0 0 0 1110 10 110 $x_4 x_1 x_1 x_1 x_1 x_5 x_2 x_3$
1111 0 110 1110 10 110 $x_4 x_1 x_3 x_5 x_2 x_3$	1111 0 10 1111 0 10 110 $x_4 x_1 x_2 x_4 x_1 x_2 x_3$ 错两个
1111 0 10 0 0 110 10 110 $x_4 x_1 x_2 x_1 x_1 x_3 x_2 x_3$	1111 0 10 0 10 10 10 110 $x_4 x_1 x_2 x_1 x_2 x_2 x_2 x_3$
1111 0 10 0 110 0 10 110 $x_4 x_1 x_2 x_1 x_3 x_1 x_2 x_3$	1111 0 10 0 1111 10 110 $x_3 x_1 x_2 x_1 x_4 x_2 x_3$ 错两个
1111 0 10 0 1110 0 0 110 $x_4 x_1 x_2 x_1 x_5 x_1 x_1 x_3$	
1111 0 10 0 1110 1111 0 $x_4 x_1 x_2 x_1 x_5 x_4 x_1$ 错两个	1111 0 10 0 1110 10 0 10 $x_4 x_1 x_2 x_1 x_5 x_2 x_1 x_2$
1111 0 10 0 1110 10 10 0 $x_4 x_1 x_2 x_1 x_5 x_2 x_2 x_1$	1111 0 10 0 1110 10 111 $x_4 x_1 x_2 x_1 x_5 x_2 ?$

五、(12分) 已知某色光在CIE-XYZ表色系中的色度坐标为(0.45, 0.15, 15)

(1) 求该色光的色系数；

(2) 求可以和该色光混配出60流明等能白光的补色光配色方程和色度坐标。

(1) 色模=15/0.15=100，因此 $X=0.45 \times 100=45$ ， $Y=15$ ， $Z=100 \times (1-0.45-0.15)=40$

(2) 可以配出等能白光的补色光色度方程为 $(60-45)[X] + (60-15)[Y] + (60-40)[Z] = 15[X] + 45[Y] + 20[Z]$ ，其色度坐标为 (0.1875, 0.5625, 45)

六、(12分) 某3x3断层图像的水平Radon变换如下图所示。试重构该断层图像并分析重构结果的惟一性。

采用Back project重构的过程如下。不过重构本身的解并不唯一，至少还有右侧所示一种解。实际上由于有9个变量而只有六个线性方程组，这个方程的解无穷多。可以直接给任意三个变量赋值，然后求解出其他六个变量。

