

清华大学本科生考试试题专用纸 A 卷

考试课程： 图像信息原理

2009 年 1 月 4 日

注意：一、二、三题做在试题纸上，四、五、六题做在答题纸上。

一、填空题：15分（每题 3分）

1. 可见光的波长范围是380~780 nm，颜色感觉随波长的增加依次呈现紫、蓝、青、绿、黄绿、黄、橙、红的颜色，在CIE色度图上表示为不封闭的+型曲线（可见光谱轨迹）。
2. 兼容制彩色电视将三基色信号处理成一个宽带的亮度和两个窄带的色差信号，这是与感色机理假说中的对立颜色学说类似。
3. 目前应用最多的硅图像传感器有固体摄像器件(MOS 摄像器件, CCD 摄像器件)，它们的光谱响应在长波端可达红外光区域，因此，普通摄像机或相机采用它时需在镜头处加红外滤光片。
4. 环境光和双眼视觉是产生人类视觉深度感的物质基础，而且主要是由横向视差产生的。
5. 数字图像传输为了适应信道要求，要经过信源编码和信道编码，图像压缩原理常用到解除图像的空间相关性和时间相关性。

二、选择题：10 分（填正确答案的标号，每题 2 分）

1. 在下列表色系统中，参变量符合人眼主观感觉的是(4)。
(1) CIE-RGB (2) CIE-XYZ (3) Munsell (4) HSI
2. ITU-R BT601 分量编码标准中定义亮度和两个色差是(1)，其中色差比亮度的抽样点数在水平和垂直方向上都少一半的是(4)格式。
(1) Y/R-Y/B-Y (2) Y/C_R/C_B (3) 4:2:2 (4) 4:2:0 (5) 4:1:1
3. 我国嫦娥一号探月卫星携带的下列探测器中能直接获得图像的是(2) (3) (4)。
(1) 微波探测器 (2) 激光高度计 (3) 干涉成像光谱仪 (4) **CCD**立体相机
(5) γ 射线谱仪 (6) X 射线谱仪 (7) 太阳高能粒子探测器
4. 下列显示设备中像素的发光机理是基于三色荧光粉的有(1) (4) (5)。
(1) CRT (2) LCD (3) LED (4) PDP (5) FED
5. 进行图像预测编码时，解除图像的空间相关性要依靠(1)，而解除图像的时间相关性要依靠(2) (3)。
(1) 正交变换 (2) 帧内预测 (3) 帧间预测 (4) 熵编码 (5) 游程编码

三、判断题：15 分（在选择结果上画勾，每题 3 分）

下列求色度坐标是否正确：

1. (正确/错误) $\because F = 6[R] + 3[G] + 1.5[B] = 15\{0.4[R] + 0.2[G] + 0.1[B]\}$,
 \therefore 色度坐标是(0.4, 0.2, 0.1)
2. (正确/错误) \because 410nm 光的分布色系数: $\bar{x} = 0.0435$, $\bar{y} = 0.0012$, $\bar{z} = 0.2074$,
 \therefore 色度坐标是(0.0435, 0.0012, 0.2074)

3. (正确/错误) ∵某色光的 RGB 表色制下的色度坐标是 (0.3, 0.2, 0.5),
∴按下式求出 CIE 色度坐标:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.7689 & 1.7518 & 1.1302 \\ 1.0000 & 4.5907 & 0.0601 \\ 0.0000 & 0.0565 & 5.5943 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.3 \\ 0.2 \\ 0.5 \end{bmatrix}$$

4. (正确/错误) ∵ $F = 0.1[X] + 0.3[Y] + 0.1[Z] = 0.5\{0.2[X] + 0.6[Y] + 0.2[Z]\}$,
∴色度坐标是(0.2, 0.6, 0.2)
5. (正确/错误) ∵ $F = 0.3[R_e] + 0.6[G_e] + 0.1[B_e]$,
∴色度坐标是(0.3, 0.6, 0.1)

四、(20 分) 从扫描体制 (例如幅型、扫描类型和行数、行和场频以及帧频、复合同步的组成等)、彩色编码 (例如亮度和色差的方程、色度的调制方式、副载波选择和色同步等)、地面广播的调制特性 (例如视频信号的带宽、图像和伴音信号的调制方式、频道带宽等) 等方面简述我国现行的广播电视的参数和指标。

答: 扫描体制: 我国电视广播采用 PAL 制 625 行 50 场、2:1 隔行扫描, 幅型比 $K=4/3$. 行频 15625Hz, 场频 50Hz, 帧频 25Hz. 复合同步的组成: 行同步频率 15625Hz (周期 64us)、行同步脉宽为 4.7us、行消隐宽度为 12us; 场消隐宽度 25 个行周期, 其中的前 7.5 行 (分为 2.5H-2.5H-2.5H 三段) 是半个行周期 (32us) 的前、后均衡脉冲 (脉宽为 2.35us) 和齿脉冲 (开槽宽度为 4.7us).

彩色编码: 亮度方程: $Y = 0.299R_e + 0.587G_e + 0.114B_e$

$$\text{色差方程: } \begin{bmatrix} R_e - Y \\ G_e - Y \\ B_e - Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.701 & -0.587 & -0.114 \\ -0.299 & 0.413 & -0.114 \\ -0.299 & -0.587 & 0.886 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_e \\ G_e \\ B_e \end{bmatrix}$$

色度的调制方式: PAL 制采用 1.3MHz 的对称边带传送 U、V 信号, 色度信号表达式如下: $e_c = U(t) \sin \omega_{sc} t + \Phi_k(t) V(t) \cos \omega_{sc} t$, PAL 制的 V 信号条制采用将单频的副载波 $\cos \omega_{sc} t$ 逐行地倒极性后, 再对 V 信号作平衡调制.

PAL 制采用 $n=284$, $f=4.43361875\text{MHz}$ 的副载波.

色同步的形成是将适当幅度和极性的 K 脉冲同时送到 U、V 调制器, 与色度信号的形成类似, 得到以 135° 相位和 225° 相位逐行交变的色同步.

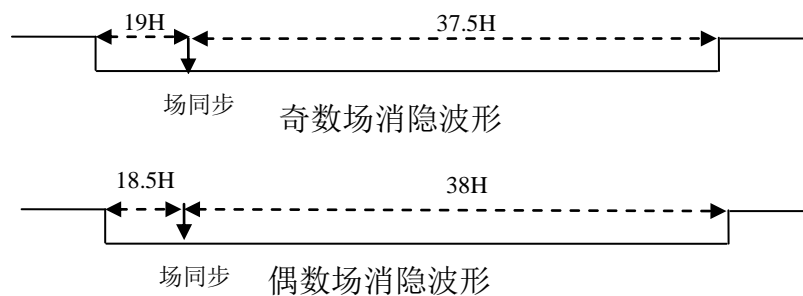
地面广播的调制特性: 我国电视广播采用的标称视频带宽 B 为 6MHz, 为了预留弥补其他处理环节中的带宽损失, 电视台内的视频设备带宽规定为 8MHz. 电视伴音的调制方案采用保真度高和抗干扰性强的调频方式, 我国电视标准规定伴音载频比图像载频高 6.5MHz, 调频后占有 250kHz~300kHz 带宽.

五、(20 分) 某 512×512 的数字图像处理系统的 A/D 以 10MHz 时钟对幅型比 4:3 的 625 行/50 场黑白电视摄像机输出图像采样, 并要求经过 D/A 输出到相同扫描制式的图像监视器屏幕上居中显示 (512×512 图像的四周为黑色), 试求:

1. 视频 D/A 的行消隐和场消隐宽度, 分别绘出行消隐和场消隐的波形 (注意在行、场消隐中, 用竖线标出行同步、场同步的起始位置. 规定消隐为低电平, 波形中标注的参数单位为 μs);

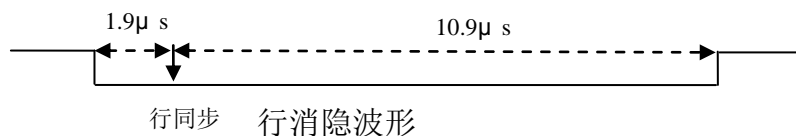
解: 场消隐宽度 = $(625 - 512) \div 2 = 56.5$ 行 (H);

场消隐波形如下:



行消隐宽度=64-51.2=12.8 μ s;

行消隐波形如下:



2. 若系统为 8bit 量化, 的最大码率按照 Y/R-Y/B-Y 为 4:2:2 的格式且均为, 求视频信号最低总码率。

六、(20 分) 已知某种色光的 CIE 坐标为(0.3,0.2,10), 试求:

1. 写出该色光的配色方程;

解: 设该色光的配色方程为 $X'[X] + Y'[Y] + Z'[Z]$, 则 色模 $m' = \frac{Y'}{Y} = \frac{10}{0.2} = 50$,

$X' = m'x' = 50 \times 0.3 = 15$, $Z' = m'(1 - x' - y') = 50 \times (1 - 0.3 - 0.2) = 25$,

配色方程为 $15[X] + 10[Y] + 25[Z]$ 。

2. 能够与它一起混配出光通量为 30 lm 白光的色光的配色方程和 CIE 坐标 (精确到小数点后 3 位)。

解: 设其补色光方程为 $X[X] + Y[Y] + Z[Z]$,

则白光方程为 $(15+X)[X] + (10+Y)[Y] + (25+Z)[Z]$, $\because (10+Y)=30 \therefore Y=20$,

$\therefore (15+X) = (25+Z) = 30 \therefore X=15, Z=5$ 。

补色光方程为 $15[X] + 20[Y] + 5[Z] = 40\{0.375[X] + 0.5[Y] + 0.125[Z]\}$, CIE 坐标为 (0.375, 0.5, 20)。