

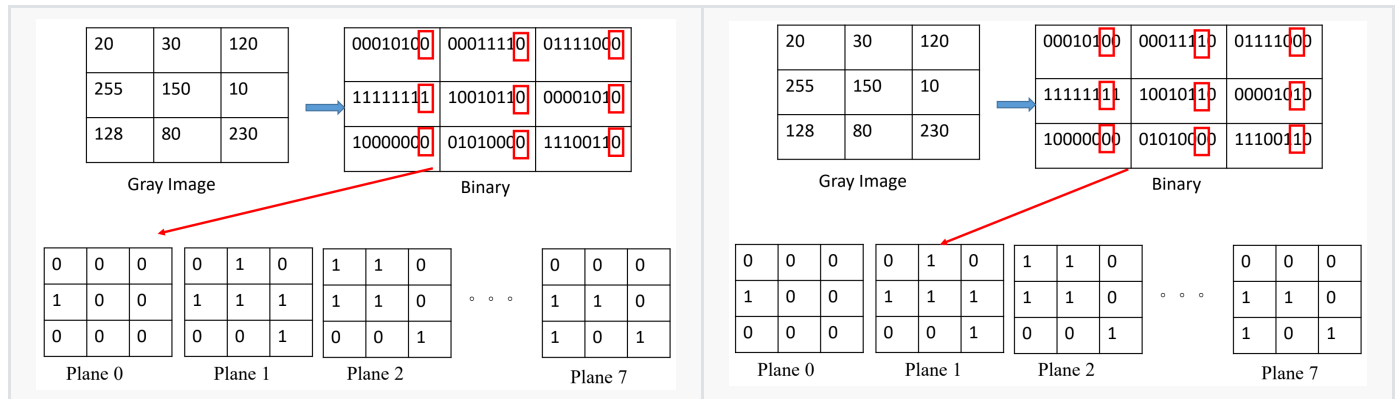
《多媒体系统导论》期末速通教程

2. 多媒体基础

2.1 灰度图像

[位平面]

例



[例] 一个 4×4 的打分矩阵可将图像变为原来的 $4^2 = 16$ 倍, 并表现 $16 + 1 = 17$ 级亮度分辨率.

2.2 彩色图像

2.2.1 24 位彩色图像 (真彩色)

[例] 求无压缩地存储 640×480 像素的 24 位彩色图像的空间。

[解] $\frac{640 \times 480 \times 3}{1024} \text{ KB} = 900 \text{ KB}$.

[例] 若人眼对红色和绿色的敏感度是蓝色的 1.5 倍, 如何更好地编码真彩色图像中的像素?

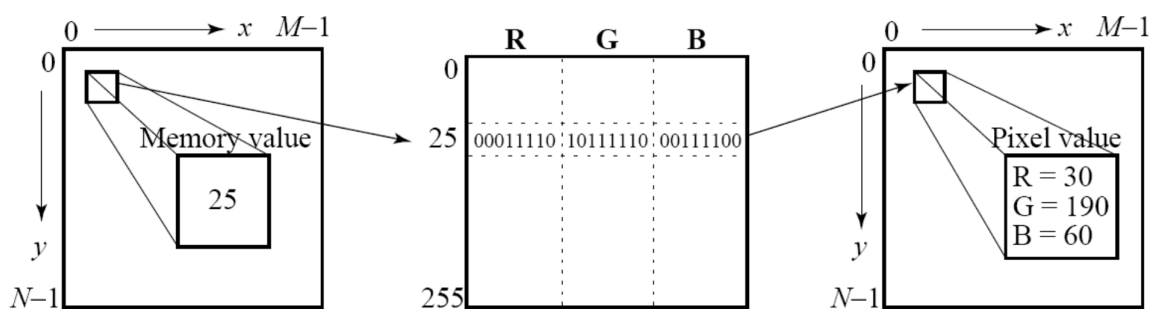
[解] 红色和绿色占 $\frac{1.5}{1.5 + 1.5 + 1} \times 24 = 9$ 位, 蓝色占 $\frac{1}{1.5 + 1.5 + 1} \times 24 = 6$ 位.

2.2.2 8 位彩色图像 (伪彩色)

[颜色查找表]

(1) 策略: 每个像素存索引和编码值, 查**颜色查找表**得到 RGB 值.

(2) 例:

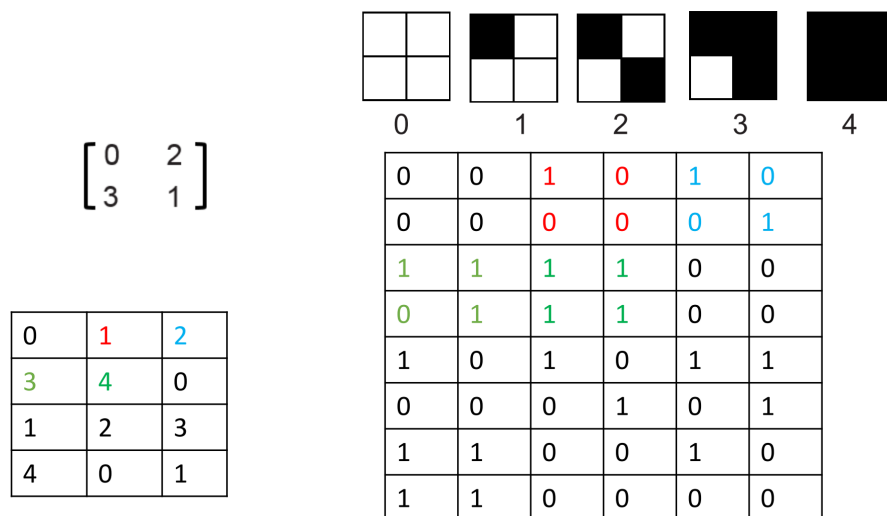


2.3 抖动

[抖动, 网板打印]

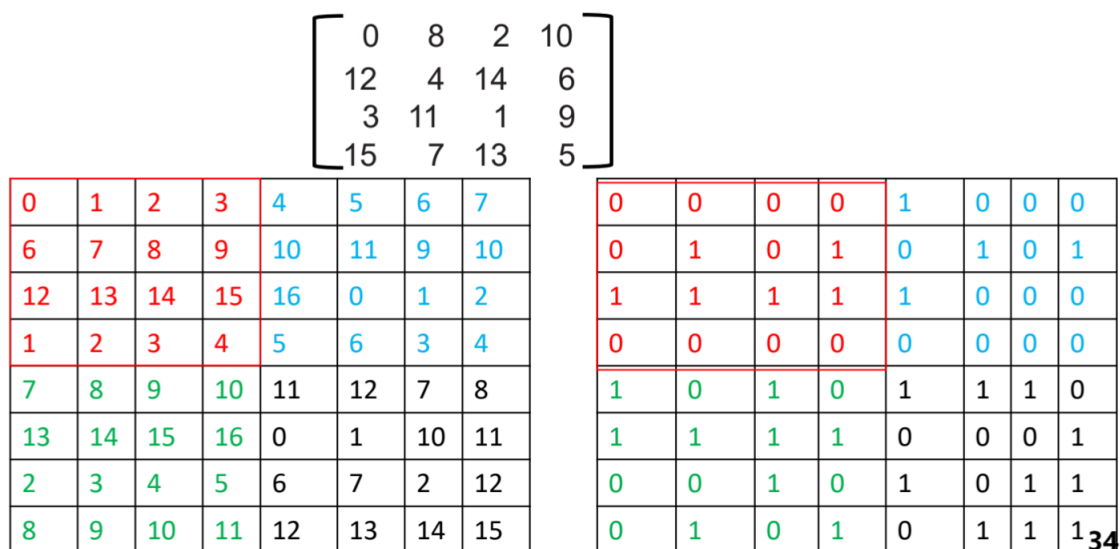
(1) **抖动矩阵**的作用: 将高位深图像转化为低位深图像.

(2) 例: 每个像素放大为 2×2 的抖动矩阵.



[有序抖动]

例: 与模板比较, 若像素值严格大于模板对应位置的值, 则输出 1, 否则输出 0.



[例] 在 1 位打印机上显示 5 位的灰度图像至少需要多大的抖动矩阵.

[解] 设至少需要 $n \times n$ 的抖动矩阵, 则抖动矩阵可表示的灰度级应不少于 5 位灰度图像可表示的灰度级,

即 $n^2 \geq 2^5 = 32$, 解得: $n \geq \lceil \sqrt{32} \rceil = 6$, 即至少需要 6×6 的抖动矩阵.

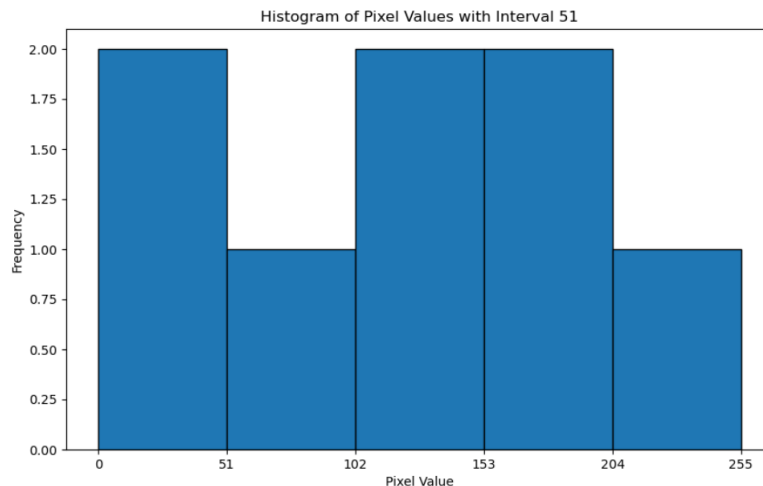
[例] 某 8 位灰度图中的一个区域的像素值如下 $f = \begin{bmatrix} 255 & 200 & 180 & 144 \\ 112 & 78 & 20 & 0 \end{bmatrix}$.

[1] 以 51 为间隔, 作这组像素值的直方图.

[2] 以像素值 128 为阈值, 将 f 转化为二进制图.

[解]

[1]



$$[2] f' = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

[例] 用分辨率 $300 \text{ dpi} \times 300 \text{ dpi}$ 的激光打印机将一张 240×180 大小的 8 bit 灰度图打印到 $12.8 \text{ inch} \times 9.6 \text{ inch}$ 的纸上, 求该灰度图的每个像素的实际尺寸.

[解]

(1) 打印纸的像素数:

$$\textcircled{1} \text{ 宽方向像素数} = 12.8 \text{ inch} \times 300 \text{ dpi} = 3840.$$

$$\textcircled{2} \text{ 高方向像素数} = 9.6 \text{ inch} \times 300 \text{ dpi} = 2880.$$

(2) 计算原图的每个像素对应的打印像素大小.

$$\textcircled{1} \text{ 原图像素的打印像素宽度} = \frac{3840}{240} = 16.$$

$$\textcircled{2} \text{ 原图像素的打印像素高度} = \frac{2880}{180} = 16.$$

故原图的每个像素对应 16×16 的打印像素.

(3) 转化为实际尺寸.

$$\text{原图像素的实际宽度} = 16 \cdot \text{打印像素的实际宽度} = \frac{16}{300} \text{ inch} = \frac{4}{75} \text{ inch} \approx 0.0533 \text{ inch}.$$

$$\text{原图像素的实际高度} = \text{原图像素的实际宽度} = 0.0533 \text{ inch}.$$

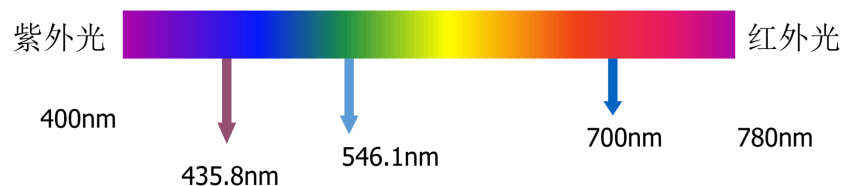
综上, 原图的每个像素的实际尺寸为 $0.0533 \text{ inch} \times 0.0533 \text{ inch}$.

[注] 300 dpi 表示每 1 inch 有 300 个打印点.

2.4 颜色

[光谱]

(1) 光谱:



(2) 可见光范围: 400 nm ~ 700 nm .

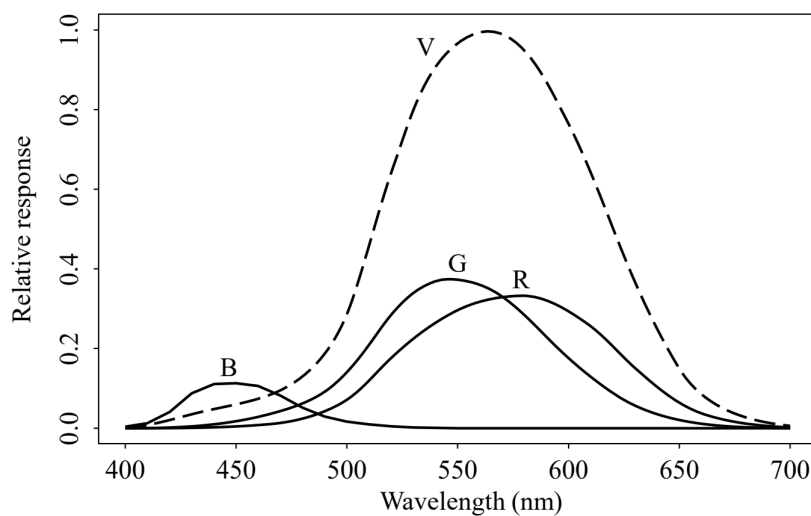
(3) 光的颜色取决于波长, 短波产生蓝色感觉, 长波产生红色感觉.

[人眼视觉]

(1) 组成:

- ① 柱状细胞: 光线暗时起作用, 产生灰色阴影的图像.
- ② 视锥细胞: 光线亮时起作用, 产生颜色信号, 对红光、绿光、蓝光最敏感.

(2) 人眼的光谱灵敏度:



[Gamma 校正]

原因:

- ① 图像文件中的 RGB 数值转换为模拟信号并驱动 CRT 中的电子枪. 电子的发射与驱动电压成正比, 则 CRT 产生的光线也与电压的指数大致成正比, 该指数为 $\gamma \approx 2.2$.
- ② 通过 Gamma 校正, 使得颜色看起来正确.
- ③ 电视接收器的工作机制类似于 CRT , 电视系统在传送电视电压信号前通过反变换预修正, 以得到线性信号.

[例]

[1] 说出 RGB 颜色模型中三个分量代表何颜色? 任两种颜色叠加产生何颜色?

[2] 说出 $L^*a^*b^*$ 颜色模型中三个分量的含义.

[解]

[1] (1) R 代表红色, G 代表绿色, B 代表蓝色.

(2) 红色与绿色叠加产生黄色, 红色与蓝色叠加产生品红色, 蓝色与绿色叠加产生青色.

[2] (1) L^* 代表亮度, 表示颜色的明暗程度.

(2) a^* 代表红绿平衡, 正值表示颜色偏红, 负值表示颜色偏绿.

(3) b^* 代表黄蓝平衡, 正值表示颜色偏黄, 负值表示颜色偏蓝.

[XYZ 与 RGB 的关系]
$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = T \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}, T = \begin{bmatrix} 0.3935 & 0.3653 & 0.1916 \\ 0.2124 & 0.7011 & 0.0866 \\ 0.0187 & 0.1119 & 0.9582 \end{bmatrix}.$$

[颜色模型的应用]

(1) 颜色模型的应用表:

模型	应用领域	Comments
XYZ	理论实验	CIE, 三色值
Lab	纺织、制造	CIE
RGB	电子设备	CIE、三基色、加模型
sRGB	网页	平衡显示和色彩感知
HSV/HIS/HSL	艺术	色调、饱和度、亮度
CMYK	印刷工业	减模型
YUV	彩色视频	欧洲、PAL
YIQ	彩色视频	北美、NTSC
YCbCr	数字视频	视觉特征, 低存储

(2) ① 加性模型常用于显示设备, 如计算机显示器、电视屏幕何投影仪.

② 减性模型常用于印刷和绘画.

[例] CMY 相机是否能生成 RGB 图像? 为什么?

[答] 能. CMY 与 RGB 是互补的颜色模型, 可通过
$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$
 相互转换.

2.5 图像检索的评价指标

[图像检索的评价指标]

(1) **查准率** precision = $\frac{N_{\text{relevant}} \wedge N_{\text{retrieved}}}{N_{\text{retrieved}}}$ 表示检索出的部分有多少与查询图像相关.

(2) **查全率** recall = $\frac{N_{\text{relevant}} \wedge N_{\text{retrieved}}}{N_{\text{relevant}}}$ 表示与查询图像相关的图像中有多少被检索出来.

(3) **均值准确率** AveP = $\frac{\sum_{k=1}^n p(k) \cdot \text{rel}(k)}{N_{\text{relevant}}} = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R \frac{r}{\text{position}(r)}$,

其中 $p(k)$ 是前 k 个文档的准确率, $\text{rel}(k)$ 表示第 k 个文档是否相关, 若相关则为 1, 否则为 0,

$N_{\text{relevant}} = R$ 是相关文档数, $\text{position}(r)$ 表示结果列表从前往后看, 第 r 个相关文档在列表中的下标.

上述的文档号和下标都从 1 开始.

(4) **平均均值准确率** MAP = $\frac{\sum_{q=1}^Q \text{AveP}(q)}{Q}$.

[例] 某数据库有 100 张图片, 其中 40 张与查询词相关. 检索时得到 40 个检索结果, 其中 30 个结果与查询词相关. 求:

[1] 查准率.

[2] 查全率.

[解]

[1] precision = $\frac{N_{\text{relevant}} \wedge N_{\text{retrieved}}}{N_{\text{retrieved}}} = \frac{30}{40} = 75\%$.

[2] recall = $\frac{N_{\text{relevant}} \wedge N_{\text{retrieved}}}{N_{\text{relevant}}} = \frac{30}{40} = 75\%$.

[例] 有两查询图, 查询图 1 有 4 张相关图, 查询图 2 有 5 张相关图.

(1) 对查询图 1, 系统检索出 4 张图, 且对主题 1 的 4 张相关图的排位分别为 1, 2, 4, 7.

(2) 对查询图 2, 系统检索出 3 张图, 排位分别为 1, 3, 5.

[1] 分别求均值准确率.

[2] 求 MAP.

[解]

[1] AveP₁ = $\frac{\frac{1}{1} + \frac{2}{2} + \frac{3}{4} + \frac{4}{7}}{4} = 0.83$, AveP₂ = $\frac{\frac{1}{1} + \frac{2}{3} + \frac{3}{5} + 0 + 0}{5} = 0.45$.

[2] MAP = $\frac{\text{AveP}_1 + \text{AveP}_2}{2} = \frac{0.83 + 0.45}{2} = 0.64$.

