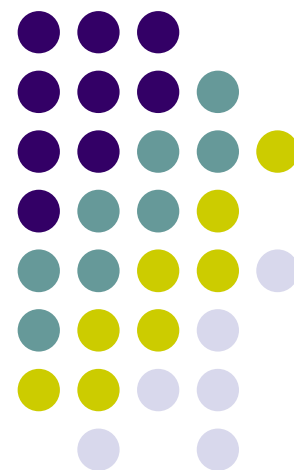




信息隐藏技术基础

王莘



哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

数字图像隐写技术

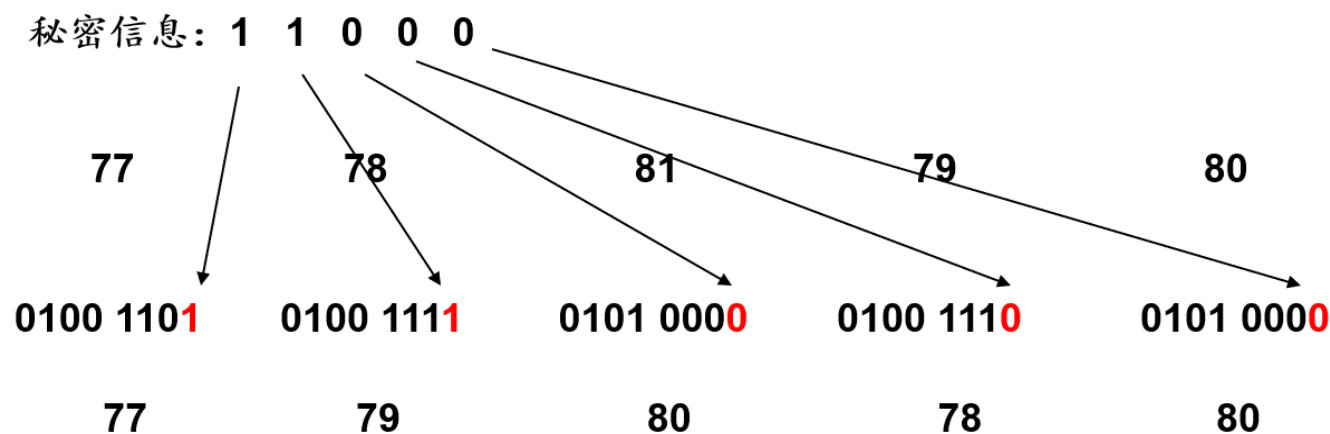
- 基于BMP图像格式的隐写技术
- 基于JPEG图像格式的隐写技术



基于BMP格式的数字图像隐写---LSB

嵌入规则：

1. 如果秘密信息与最低比特位相同，则不改动
2. 如果秘密信息与最低比特位不同，则使用秘密信息值代替最低比特位



基于BMP格式的数字图像隐写

在Windows中BMP格式图像存在两种类型的位图：DDB位图和DIB位图。

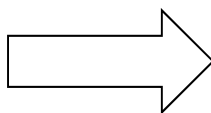
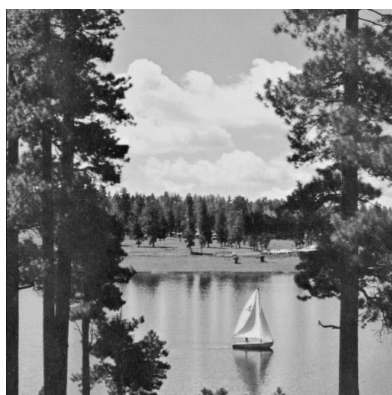
DDB（设备相关位图）：取决于显示硬件

DIB（设备无关位图）：不依赖于硬件及操作系统

位图文件头
位图信息头
彩色表
位图数据



基于BMP格式的数字图像隐写


$$\begin{pmatrix} 163 & 139 & 88 & \dots \\ 102 & 126 & 68 & \dots \\ 99 & 100 & 77 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix}$$


0100 1101

LSB隐写技术的原理:

- 位平面越高, 对灰度值的贡献越大
- 最低位平面往往类似于随机噪声



基于JPEG格式的数字图像隐写---Jsteg

Jsteg隐写是将秘密信息嵌入在量化后的DCT系数的LSB上，但原始值为-1, 0, +1的DCT系数除外。

秘密信息：0 1

79	0	-1	0	0	0	0	0
-2	-1	0	0	0	0	0	0
-1	-1	0	0	0	0	0	0
-1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

DCT系数

0 → 79 → 78

1 → -2 → -3

78	0	-1	0	0	0	0	0
-3	-1	0	0	0	0	0	0
-1	-1	0	0	0	0	0	0
-1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

隐写后的DCT系数



基于JPEG格式的数字图像隐写---F3

DCT系数

$$\begin{bmatrix} 79 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

隐写后的DCT系数

$$\begin{bmatrix} 78 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

秘密信息: **0 0 1 1 1**

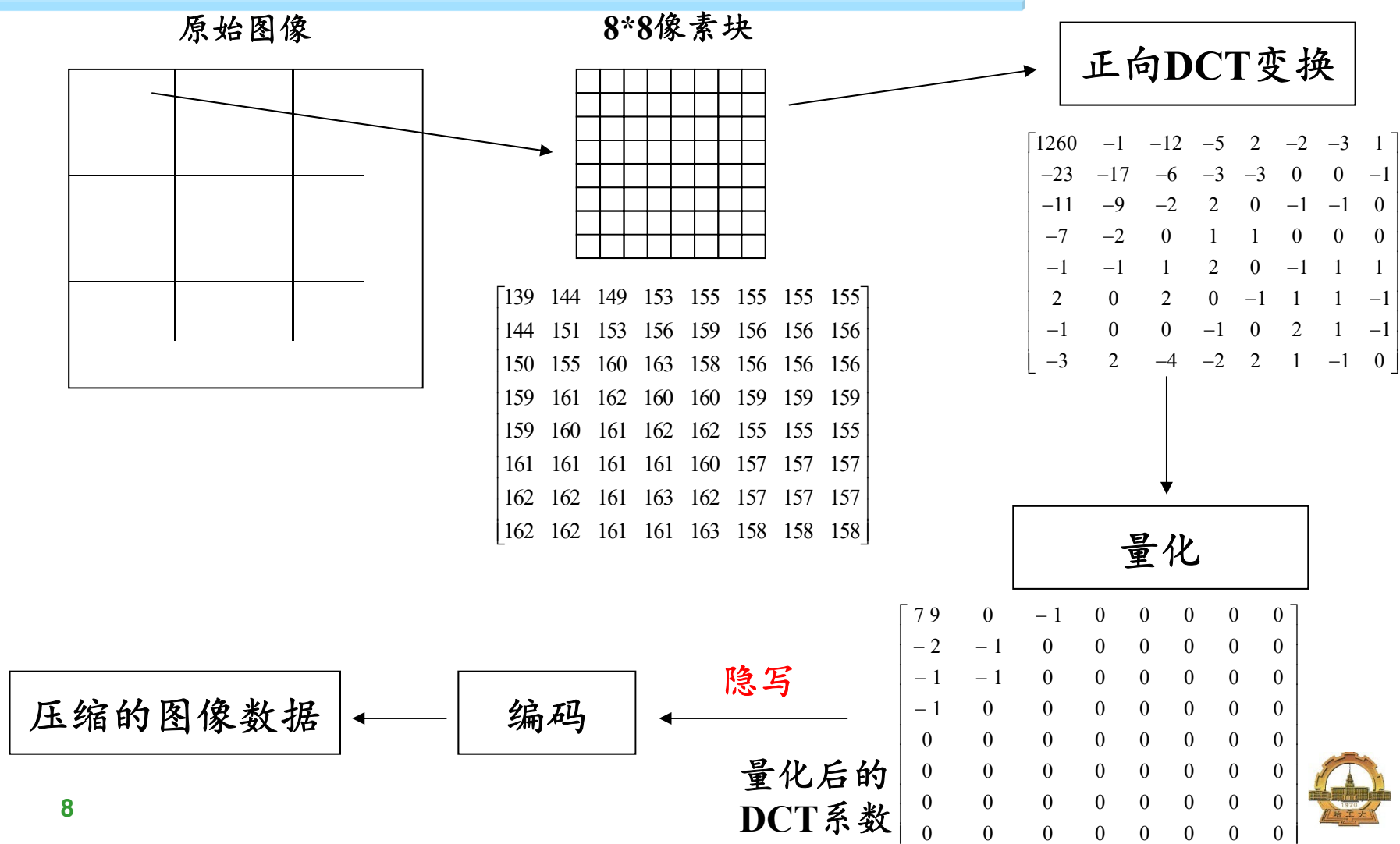
0	→	79	→	78
0	→	-2	→	-1
1	→	-1	→	-1

嵌入规则:

1. 每个非0的DCT数据用于隐藏1比特秘密信息，为0的DCT系数不负载秘密信息。
2. 如果秘密信息与DCT的LSB相同，便不作改动；如果不同，将DCT系数的绝对值减小1，符号不变。
3. 当原始值为+1或-1且预嵌入秘密信息为0时，将这个位置归0并视为无效，在下一个DCT系数上重新嵌入。



基于JPEG格式的数字图像隐写



基于视觉特性的隐写技术



基于视觉特性的隐写技术

- 动机:

- 为了提高信息隐藏的隐蔽性, 增加信息嵌入率, 可以利用视觉特性进行更为隐蔽的秘密信息嵌入, 即:
 - 在视觉不敏感的区域嵌入较多的秘密信息
 - 在视觉较敏感的区域嵌入较少的秘密信息

- 本章内容:

- 位平面复杂度分割 (bit-plane complexity segmentation, BPCS) 隐写技术
- 像素值差异 (pixel-value differencing, PVD) 隐写技术



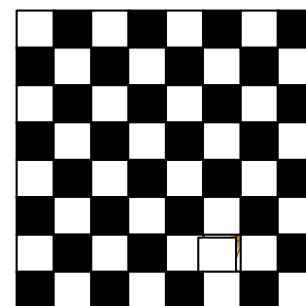
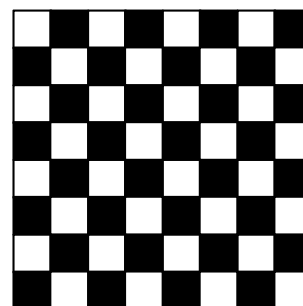
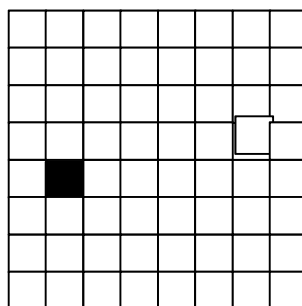
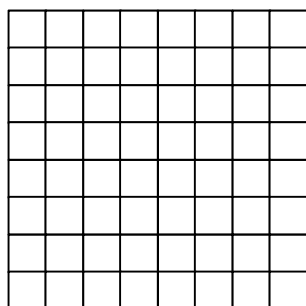
BPCS隐写方法



基于视觉特性的隐写技术---BPCS

- BPCS隐写的主要思想:

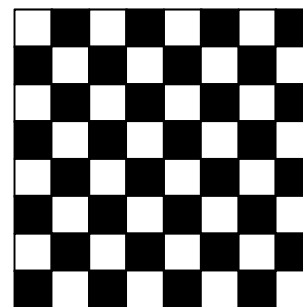
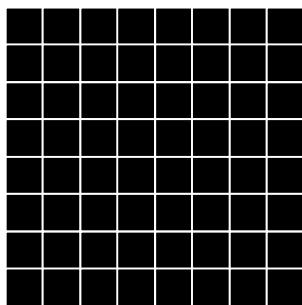
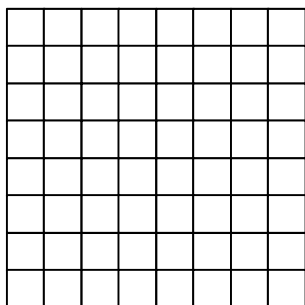
- 将载体数据的多个位平面都分成固定大小的小块, 由于人的视觉对变化剧烈、复杂度较高的位平面小块不敏感, 所以用这些位平面小块来负载秘密信息
- 考虑到人的视觉特性, 有较好的隐蔽性
- 信息嵌在多个位平面上, 可能有更大的容量
- 可以应用于空间域, 也可以用于小波压缩域等变换域



基于视觉特性的隐写技术---BPCS

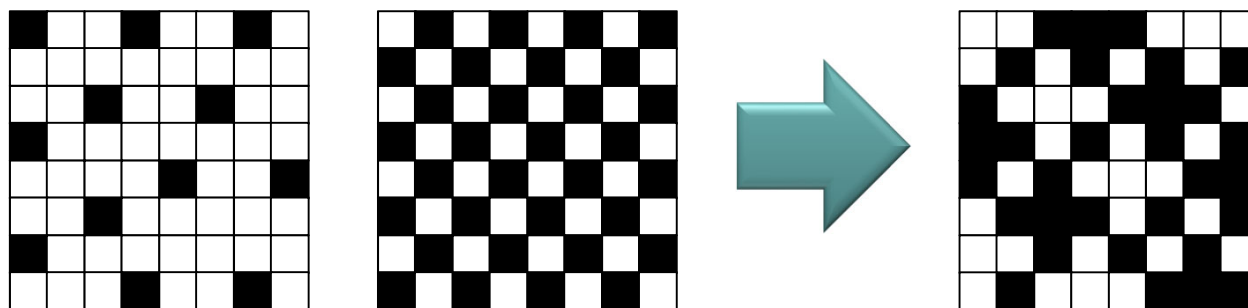
- BPCS隐写的嵌入步骤:

1. 将图像的所有位平面分成相同大小的块(如8x8)
2. 计算每个小块的复杂度 C_{\max}
 - C_{\max} 等于所有相邻像素对中取值不同的像素对数目
 - 8x8的块, C_{\max} 的取值范围为0-112



基于视觉特性的隐写技术---BPCS

3. 将复杂度大于 aC_{\max} 的位平面块用于负载秘密信息，其中 a 是参数，其值必须小于0.5
4. 将秘密信息构成同样大小的块：
 - 若其复杂度大于 aC_{\max} ，则直接替换原位平面
 - 若其复杂度小于 aC_{\max} ，则做共轭处理后再替换
 - 共轭处理即将秘密信息构成的块与棋盘状小块做异或



基于视觉特性的隐写技术---BPCS

5. 记录下经过共轭处理的小块信息(位置、位平面),

将其也作为秘密信息, 嵌入载体中

- 可以预先划定一部分区域用来记录该信息
- 可以在嵌入主要信息之后依次嵌入共轭处理块的信息
- 是否存在“死局”?
 - 共轭处理的块不断增长?
- 如何避免?
 - 信息的预处理(置乱、加密)
 - “智能”的嵌入策略, 及时的反馈



基于视觉特性的隐写技术---BPCS

- BPCS隐写的提取步骤:

1. 取出载体中所有复杂度大于 aC_{\max} 的位平面块
2. 根据嵌入步骤5中记录的确定经过共轭处理的位平面块，对其再进行共轭处理，即恢复原始信息
3. 从所取出的块中提取隐藏信息



PVD隐写方法



基于视觉特性的隐写技术---PVD

- PVD隐写的主要思想：
 - 将载体图像分成许多不交叠的小块，每个小块由两个相邻像素组成
 - 划分方式：逐行扫描、逐列扫描、zigzag扫描等
 - 将隐蔽信息隐藏在每个小块两个像素灰度的差值中
 - 如果原始差值较大，则可以嵌入较多的秘密信息



基于视觉特性的隐写技术---PVD

- PVD隐写的嵌入步骤:

- 记小块中像素灰度差值为 $d = p_{i+1} - p_i$ 。

其中, $|d|$ 的取值范围为 $[0, 255]$

- 将整个亮度范围分成K个区域 $R_k(k=0,1,\dots,K-1)$, 每个区域的宽度都是2的整数幂

- 例如: $[0, 7], [8, 15], [16, 31], [32, 63], [64, 127], [128, 255]$

- 记每个区域的下界、上界和宽度为: l_k, u_k, w_k

- 如果 $|d|$ 落在区域 R_k 中, 则这个小块中嵌入 $\log_2 w_k$ 个秘密信息比特

$[0,7], [8,15], [16,31], [32,63], [64,127], [128,255]$



基于视觉特性的隐写技术---PVD

- PVD隐写的嵌入步骤:

- 将 $\log_2 w_k$ 个秘密信息比特转化为十进制值 b ，并计算:

$$d' = \begin{cases} l_k + b, & d \geq 0 \\ -(l_k + b), & d < 0 \end{cases}$$

- 嵌入过程如下:

$$(p'_i, p'_{i+1}) = f[(p_i, p_{i+1}), d'] = \begin{cases} (p_i - r_c, p_{i+1} + r_f), & d \bmod 2 = 1 \\ (p_i - r_f, p_{i+1} + r_c), & d \bmod 2 = 0 \end{cases}$$

- 其中: $r_c = \left\lceil \frac{d' - d}{2} \right\rceil, r_f = \left\lfloor \frac{d' - d}{2} \right\rfloor$



基于视觉特性的隐写技术---PVD

- PVD隐写的提取步骤:

- 以同样的方式划分小块
- 在可用的小块中计算 $d' = p'_{i+1} - p'_i$
- 若 $|d'| \in R_k$, 则

$$b = |d'| - l_k$$

- 从 b 中解出 $\log_2 w_k$ 比特的秘密信息

[0,7],[8,15],[16,31],[32,63],[64,127],[128,255]

21

3

3

4

5

6

7



谢谢！



大作业1

1. 实现F3隐写算法
2. 包括JPEG压缩过程（熵编码结束）
3. 5月16日课堂分组讲解（两人一组，每组自行准备电脑，最好有转接线）
4. 每组占用8分钟（5分钟讲解，3分钟回答问题）
5. 讲解内容以算法过程结合程序实现为主（ppt结合代码，代码要求可现场执行）
6. 最终成绩的重要组成部分！！！！



本节重点

1. 基于视觉特性的隐写技术优点是什么？
2. 如何评价图像块的复杂度？
3. 为什么要将秘密信息进行共轭处理？
4. 阐述BPCS隐写算法过程
5. 使用PVD方法实现隐写

秘密信息：1 1 1 0 1 0 1

像素值：（105， 113， 118， 101）

