

SVD之数字水印

一、实验题目

同学自由组队，每位同学任意选取彩色载体图像矩阵A(维度 $M \times N \times 3$)，W(维度 $m \times n \times 3$)作为待嵌入水印的彩色图像矩阵， $M > m$ ， $N > n$ ，选择合适的水印强度参数 a ，通过SVD将w嵌入到A中，交给其他同学必须的数据进行水印的验证。

二、实验原理

SVD

三、实验代码

- 水印嵌入

```
% 导入彩色载体图片，得到一个M*N*3的矩阵

A = imread("image.jpg");

figure;

imshow(A);

title('原图');

% 分离RGB三个通道

R = A(:,:,1); % 红色通道

G = A(:,:,2); % 绿色通道

B = A(:,:,3); % 蓝色通道

% 对每个通道进行奇异值分解

[U_R, S_R, V_R] = svd(double(R));

[U_G, S_G, V_G] = svd(double(G));

[U_B, S_B, V_B] = svd(double(B));

%导入彩色水印图片，得到一个m*n*3的矩阵
```

```
W = imread("W_image.jpg");

figure;

imshow(W);

title('水印图片');

% 分离RGB三个通道

W_R = W(:, :, 1); % 红色通道

W_G = W(:, :, 2); % 绿色通道

W_B = W(:, :, 3); % 蓝色通道

% 定义水印强度k

k = 3; % 举例，可以根据需要修改k的值

% 获取s矩阵的尺寸

[large_height, large_width] = size(S_R);

[small_height, small_width] = size(W_R);

% 计算水印矩阵的k倍

small_R_k = k * W_R;

small_G_k = k * W_G;

small_B_k = k * W_B;

% 创建与较大矩阵相同尺寸的新矩阵，并初始化为0

new_S_R = zeros(large_height, large_width);

new_S_G = zeros(large_height, large_width);

new_S_B = zeros(large_height, large_width);

% 将较小矩阵的k倍填充到新矩阵的左上角

new_S_R(1:small_height, 1:small_width) = small_R_k;

new_S_G(1:small_height, 1:small_width) = small_G_k;
```

```

new_S_B(1:small_height, 1:small_width) = small_B_k;

% 将新矩阵与原来的较大矩阵相加

S_R_combined = S_R + new_S_R;

S_G_combined = S_G + new_S_G;

S_B_combined = S_B + new_S_B;

% 对S_R_combined, S_G_combined, S_B_combined进行奇异值分解得到新的S

[U_R_combined, S_R_combined, V_R_combined] = svd(double(S_R_combined));

[U_G_combined, S_G_combined, V_G_combined] = svd(double(S_G_combined));

[U_B_combined, S_B_combined, V_B_combined] = svd(double(S_B_combined));

% 使用奇异值分解的结果重构新矩阵

% 重构红色通道的矩阵

R_new = uint8(U_R * S_R_combined * V_R');

% 重构绿色通道的矩阵

G_new = uint8(U_G * S_G_combined * V_G');

% 重构蓝色通道的矩阵

B_new = uint8(U_B * S_B_combined * V_B');

% 将三个通道的矩阵合并成一张彩色图像即为完成数字水印嵌入的新图像

new_image = cat(3, R_new, G_new, B_new);

figure;

imshow(new_image);

title('嵌入水印后图片');

```

绝大数思路如代码注释所述，需要注意的一点是由于水印图像较小，分解后得到的矩阵与原图奇异值分解后得到的s矩阵在相加时维度并不匹配，于是创建一个与s矩阵维度相同的矩阵并初始化为0，之后将k* 水印矩阵填充在其左上角，再与s相加，即在s的左上角相加，达到水印嵌入的目的

四、实验结果及解释

1.原图与水印图片如下

原图



水印图片



2. 不同K值时嵌入结果

k=3

嵌入水印后图片



k=2

嵌入水印后图片



k=1

嵌入水印后图片



k=0.5

嵌入水印后图片



k=0.1

嵌入水印后图片



分析上述结果可以见到，水印强度 $k=1,2,3$ 时,嵌入水印均使图像有一定程度的破坏，而在 $K=0.5$ 和 $k=0.1$ 时图像较为完整，接近原图，由此可以判断合适的水印强度范围应为 $K<1$ 。

关于水印验证，根据我的嵌入思路，除了必要的水印强度 K ，六个矩阵： $U R(G,B)$ combined, $V R(G,B)$ combined之外，还应该提供水印嵌入的位置（），但是验证的结果目前还是比较失败的