|  |
| --- |
| **实验摘要：**  **实验要求：**   1. **掌握使用matlab进行图片分解和合成的方法** 2. **掌握使用matlab对图片提取高频信息和低频信息的方法** 3. **掌握使用matlab对信号取样和重构的方法** 4. **掌握使用matlab对图片附数字水印的方法**   **实验目的：**   1. **使用matlab提取图片低频和高频信息，并进行合成** 2. **使用matlab对信号进行取样和重构** 3. **使用matlab对图片加盖数字水印** |
| **实验题目** |
|  |
| **实验内容**  在本题中，要使用matlab分别提取两个图片的高频和低频信息并进行合成。通过对matlab document的查阅，发现dct2函数。  dct2函数可以进行2-D DCT操作，将图像的高频和低频分开。在2-D DCT变换后的频域表示中，图像的高能量系数通常位于左上角，而低能量系数位于右下角。  具体而言，对于一个灰度图像，使用dct2函数对其执行2-D DCT变换后，得到的结果是一个与原始图像大小相同的矩阵。这个矩阵中的每个元素代表图像中对应位置的DCT系数。通过观察这个矩阵，可以注意到左上角的一些系数具有较大的数值，而右下角的系数则较小。左上角的系数对应于图像中的高频信息，而右下角的系数对应于低频信息。  因此，通过保留左上角的系数并将右下角的系数舍弃，可以实现对图像高频部分和低频部分的分离。这种分离可以用于图像压缩、去噪和特征提取等应用中。  通过对两张图片进行分解，并以100为高频低频界限，对我的图片采用高频，对小孩图片取低频，并使用idct2函数合成图像，可以得到如下图所示的结果： |
| 针对第二个问题，同上面一样，将图片使用矩阵读取以后，使用dct2函数对图片进行2-D DCT变换，由给定信息，高低频分界线为340，分离频率340前后的信息，分别组成图片并输出，得到结果如下：    由结果可知，我们正确分解了原图片。  对于第二题，我下载了狼叫的资源，并对其使用不同取样率进行取样。使用audioread函数对wav格式的音频数据进行读取，并获得音频信号采样率fs，之后使用不同的音频信号采样率重新作为信号图绘制的横轴，对信号进行绘制。  其结果图如下： |
| 由结果图可知，随着采样频率变低，发生了波形变化和采样信号频谱变化。   * 波形变化   当采样频率降低时，每秒钟采样的次数减少，因此在单位时间内获取的采样点数量减少。这导致采样点之间的时间间隔变大，从而使得波形变得更加平缓。具体来说，原始信号的波形在降低采样频率后会显得更加平滑，细节会变得更少，波形的变化范围也会减小。   * 采样信号频谱变化   降低采样频率会导致采样定理的违反，即采样频率低于信号最高频率的两倍。这将引入混叠效应，即高频成分被混叠到频谱的低频区域。因此，在降低采样频率时，采样信号频谱会发生折叠现象，高频部分的能量会被混叠到频谱的低频区域，造成频谱失真。频谱的失真程度取决于信号的最高频率和降低的采样频率之间的差距。 |
| **3.**  针对题目三，需要对图片加盖数字水印。通过对附加资料的读取，可以使用傅立叶变换的频域操作实现数字水印的加盖和反解操作。  具体而言，在加盖水印时，首先对原始图像和水印图像进行二维傅里叶变换，得到它们的频域表示。然后将水印图像乘以水印深度，并与原始图像的频域表示相加。最后对相加后的频域表示进行逆傅里叶变换，得到加入水印后的图像。  反解水印时，首先对加入水印后的图像和原始图像进行二维傅里叶变换，得到它们的频域表示。然后将原始图像的频域表示从加入水印后的图像的频域表示中减去。最后对相减后的频域表示进行逆傅里叶变换，得到解出的水印图像。  对于原始水印，它为：    使用此水印加盖题目1中的合成图： |
| 反解出水印：    由上述图片可以发现，数字水印加盖前后，图片并无明显变化，这是因为加盖的水印信息主要体现在图像的频域中，而在空域中的变化相对较小。  傅里叶变换将图像从空域转换到频域，将图像表示为频率分量的集合。频域中的每个频率分量对应着图像中不同的空间频率信息。加盖水印的操作是在频域上对图像进行处理，通过改变频域表示中的某些分量，将水印信息嵌入到图像中。  由于人眼对空域细节更加敏感，对频域细节的感知相对较弱，因此加盖水印后的图像在空域上变化较小，人眼很难察觉到明显的差异。水印信息主要隐藏在图像的高频部分，而人眼对高频细节的感知较弱，因此水印的加入对图像整体视觉效果影响较小。 |
| **实验总结**  **1. 掌握了使用matlab对图片进行频域分解的方法**  **2. 掌握了数字水印的相关知识**  **3. 复习了信号与系统的相关知识点** |
| **参考文献**  **1. 信号与线性系统分析第5版**  **2. Matlab Documentation** |
| **实验一**  **合成图片：**  RGB1 = imread("我的照片.jpg");  I1 = im2gray(RGB1);  RGB2 = imread("小孩照片.jpg");  I2 = im2gray(RGB2);  % 使用dct2对灰度图像执行2-D DCT  J1 = dct2(I1);  J2 = dct2(I2);  % 高低频分界线  d = 100;  % 去除低频  J\_high = J1;  J\_high(abs(J1) > d) = 0;  % 去除高频  J\_low = J2;  J\_low(abs(J2) <= d) = 0;  % 使用逆DCT函数idct2重建图像  K = idct2(J\_low+J\_high);  K = rescale(K);  % 显示图像  montage({I1,I2})  title('原始图像');  montage({K})  title('合并图像');  imwrite(K,"合成图像.jpg")  **分解图片：**  RGB = imread('m\_a.png');  I = im2gray(RGB);  % 使用dct2对灰度图像执行2-D DCT  J = dct2(I);  % 使用对数标度显示变换后的图像  % 注意到大部分能量位于左上角  imshow(log(abs(J)),[])  colormap parula  colorbar  % 高低频分界线  d = 340;  % 去除高频  J\_low = J;  J\_low(abs(J) <= d) = 0;  % 去除低频  J\_high = J;  J\_high(abs(J) > d) = 0;  % 使用逆DCT函数idct2重建图像  K\_low = idct2(J\_low);  K\_low = rescale(K\_low);  K\_high = idct2(J\_high);  K\_high = rescale(K\_high);  % 并排显示图像  montage({K\_low,K\_high})  title('低频图像/高频图像'); |
| **实验二**  [y, fs] = audioread('狼.wav');  sound(y, fs); % 播放源文件  nbits = audioinfo("狼.wav").BitsPerSample;  ts = 1/fs;  t = (0:ts:(length(y)-1)\*ts);  figure(1);  subplot(2,1,1);  plot(t, y);  title('原始信号波形');  xlabel('时间t');  grid on;  subplot(2,1,2);  num = length(y);  f = (-num/2:num/2-1)/num\*fs;  plot(f, abs(fftshift(fft(y))));  title('原始信号频谱');  xlabel('频率 Hz');  grid on;  % 频率减半 fs/2  fs1 = round(fs/2);  y1 = resample(y, 1, 2);  audiowrite('狼\_2.wav', y1, fs1);  t1 = (0:1/fs1:(length(y1)-1)/fs1);  figure(2);  subplot(2,1,1);  plot(t1, y1);  title('22kHz采样信号波形');  xlabel('时间t');  grid on;  subplot(2,1,2);  num1 = length(y1);  f1 = (-num1/2:num1/2-1)/num1\*fs1;  plot(f1, abs(fftshift(fft(y1))));  title('22kHz采样信号频谱');  xlabel('频率 Hz');  grid on;  % 频率再减半 fs/4  fs2 = round(fs/4);  y2 = resample(y, 1, 4);  audiowrite('狼\_4.wav', y2, fs2);  t2 = (0:1/fs2:(length(y2)-1)/fs2);  figure(3);  subplot(2,1,1);  plot(t2, y2);  title('11kHz采样信号波形');  xlabel('时间t');  grid on; |
| subplot(2,1,2);  num2 = length(y2);  f2 = (-num2/2:num2/2-1)/num2\*fs2;  plot(f2, abs(fftshift(fft(y2))));  title('11kHz采样信号频谱');  xlabel('频率 Hz');  grid on;  % 频率再减半 fs/8  fs3 = round(fs/8);  y3 = resample(y, 1, 8);  audiowrite('狼\_8.wav', y3, fs3);  t3 = (0:1/fs3:(length(y3)-1)/fs3);  figure(4);  subplot(2,1,1);  plot(t3, y3);  title('5.5kHz采样信号波形');  xlabel('时间t');  grid on;  subplot(2,1,2);  num3 = length(y3);  f3 = (-num3/2:num3/2-1)/num3\*fs3;  plot(f3, abs(fftshift(fft(y3))));  title('5.5kHz采样信号频谱');  xlabel('频率 Hz');  grid on;  % 频率再减半 fs/16  fs4 = round(fs/16);  y4 = resample(y, 1, 16);  audiowrite('狼\_16.wav', y4, fs4);  t4 = (0:1/fs4:(length(y4)-1)/fs4);  figure(5);  subplot(2,1,1);  plot(t4, y4);  title('2.75kHz采样信号波形');  xlabel('时间t');  grid on;  subplot(2,1,2);  num4 = length(y4);  f4 = (-num4/2:num4/2-1)/num4\*fs4;  plot(f4, abs(fftshift(fft(y4))));  title('2.75kHz采样信号频谱');  xlabel('频率 Hz');  grid on; |
| **实验三**  clear  % 加水印  img = double(imread("合成图像.jpg"));  wm = double(imread("水印.jpg"));  wm = imresize(wm, size(img)); % 调整水印图像大小与原始图像相同  imshow(wm);  title('水印图像');  d = 5; % 水印深度  fimgre = fft2(img) + wm\*d;  imgre = uint8(real(ifft2(fimgre)));  figure(1)  % 并排显示加水印前后图像  montage({uint8(img), imgre})  title('原始图像/加入水印后的图像');  figure(2)  % 解水印  wm\_recovered = fft2(imgre) - fft2(img);  imshow(mat2gray(real(wm\_recovered)/d));  title('解出水印'); |