

一、实验项目名称：

图像的滤波与融合

二、实验原理：

通过高斯滤波器对图像进行滤波处理，再叠加两个图像的高、低频部分对图像进行融合，形成一张远近观察效果不同的图像。

三、实验目的：

对不同图像分别进行高通和低通滤波，融合图片

四、实验内容：

实验主要分为四个步骤：图像选取、图像过滤、滤波操作、高低分量叠加。

（1）图像选取

选取两幅大小一致的图像，最好是频率上有较大差别。本次选取了 data 文件夹中 marilyn.bmp 和 einstein.bmp 两幅图片进行融合实验。



图 1-marilyn.bmp

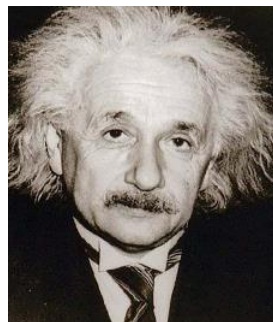


图 2-einstein.bmp

（2）图像过滤

这一步骤的目的是去除图像中大于或小于某一频率的分量，经查询可以使用 matlab 中的 `fspecial` 函数，实现对图像高频、低频分量的提取。该函数当设置类型为 'gaussian' 时可作为高斯低通滤波器，得到图像中频率低于某个阈值的部分。

根据 MATLAB Help Center 的文档，`fspecial` 函数使用方法如下：

$$h = \text{fspecial}(\text{type}, \text{parameters}, \text{sigma})$$

* *type*: 制定算子类型，*type* = 'gaussian' 时为高斯低通滤波器

* *parameters*: 指定相应的参数

* *sigma*: 表示滤波器的标准差，单位为像素，默认值为 0.5。

* *Example*: $h = \text{fspecial}(\text{'gaussian'}, \text{hsize}, \text{sigma})$ returns a rotationally symmetric Gaussian lowpass filter of size *hsize* with standard deviation *sigma*.

(3) 进行滤波操作

滤波的表达式如下所示：

$$h[m, n] = \sum_{k, l} f[k, l] I[m + k, n + l]$$

* *h*: 滤波后的图像

* *f*: 滤波算子

* *I*: 原始图像

如下图所示：

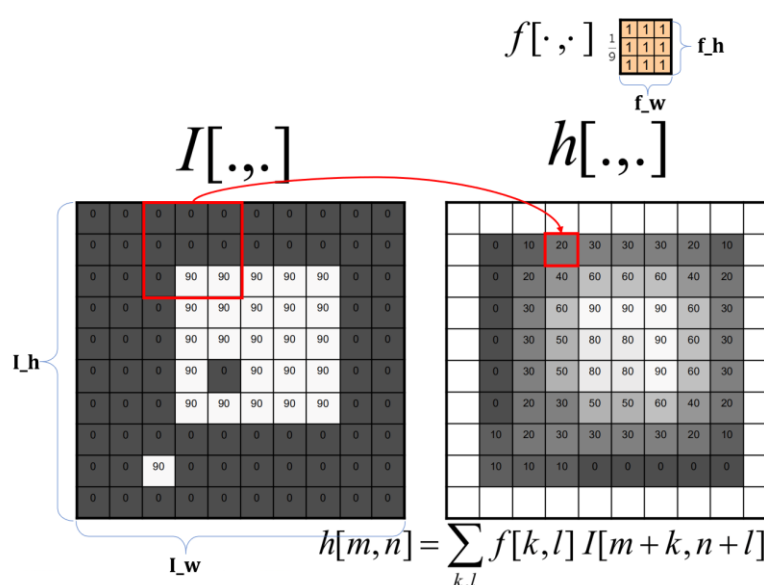


图 3-滤波示意图

(4) 高低分量叠加

本实验中将 **marilyn** 的高频部分与 **einstein** 的低频部分进行叠加。由于本次实验使用的是高斯低通滤波器，因此 **marilyn** 的高频部分由原图像减去低频部分得到。最终得到 **marilyn** 的高频部分与 **einstein** 的低频部分后将他们相加即可。

五、实验步骤：

matlab 代码实现如下：

（1）主函数部分

```
clear
clc
z1=im2single(imread('marilyn.bmp'));
z2=im2single(imread('einstein.bmp'));
sigma=10;
size=21;
filter=fspecial('Gaussian',size,sigma);
low1=myfilter(z1,filter);
low2=myfilter(z2,filter);
high1=z1-low1;
high2=z2-low2;
output=high1+low2;
imshow(output);
pry=vis_hybrid_image(output);
imshow(pry);
imwrite(low1,'low_m.bmp');
imwrite(high1,'high_m.bmp');
imwrite(low2,'low_e.bmp');
imwrite(high2,'high_e.bmp');
imwrite(output,'me.bmp');
```

（2）**myfilter** 子函数部分

```
function output = myfilter(image, filter)
[I_h,I_w,c]=size(image);
[f_h,f_w]=size(filter);
panel=zeros(I_h+f_h-1,I_w+f_w-1,c);
panel((f_h-1)/2+1:end-(f_h-1)/2,(f_w-1)/2+1:end-(f_w-1)/2,:)=image;
tmp=zeros(size(filter));
for i=1:I_h
    for j=1:I_w
        for k=1:c
            tmp=panel(i:i+f_h-1,j:j+f_w-1,k).*filter;
            output(i,j,k)=sum(tmp(:));
        end
    end
end
```

```
end
```

(3) vis_hybrid_image 子函数部分

```
function output = vis_hybrid_image(hybrid_image)
scales = 5;
scale_factor = 0.5;
padding = 5;
original_height = size(hybrid_image,1);
num_colors = size(hybrid_image,3);
output = hybrid_image;
cur_image = hybrid_image;

for i = 2:scales
    %add padding
    output = cat(2, output, ones(original_height, padding, num_colors));
    cur_image = imresize(cur_image, scale_factor, 'bilinear');
    tmp = cat(1, ones(original_height - size(cur_image,1), size(cur_image,2),
num_colors), cur_image);
    output = cat(2, output, tmp);
end
```

六、实验数据及结果分析：

- (1) 设置参数 $\sigma=10$ ， $\text{size}=21$ ，生成融合图像金字塔
运行结果如下：



图 4-高低频及融合结果

可见高频部分主要保留了原图的头发，眼睛，衣服等边缘细节，而低频部分较为模糊，主要保留了图片的轮廓信息。而融合结果既有 Einstein 的衣服部分，也有 Marilyn 的眼睛，头发部分，成功实现了这两张图片的融合。

融合图像金字塔如下：



图 5-Marilyn 与 Einstein 融合图像金字塔

对 data 文件夹中的 dog.bmp 和 cat.bmp 进行同样的实验，得到图片金字塔如下所示：

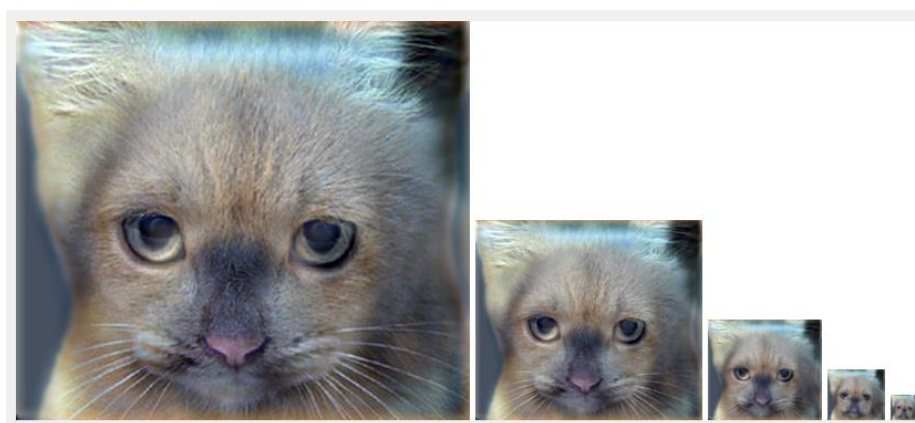


图 6-dog 与 cat 融合图像金字塔

从以上两个图像金字塔中可以看到，大的图片和小的图片观测的效果不一样，也就是融合后的图片从远处看和从近处看的效果不一样。具体来说就是，从远处看（图像变小）低频部分就越明显，从近处看（图像变大）高频部分越明显。我认为这是因为低频部分是图片的大体框架，而高频部分是图片的细节与噪声，经历低通滤波的图像相当于被进行了模糊处理，经过高通滤波的图片相当于被进行了边缘锐化。当图片缩小时，边缘细节会丢失而大体框架能得到更好的保留，因而图片缩小时看起来更像低频的原图。当图片放大时，更多的细节能被留下来，因而高频的部分作用更为显著。

(2) 控制变量法探究 σ 和 size 参数对结果的影响

a) 控制 size 值一定 (size=21)，调整 σ 大小

运行结果如下：

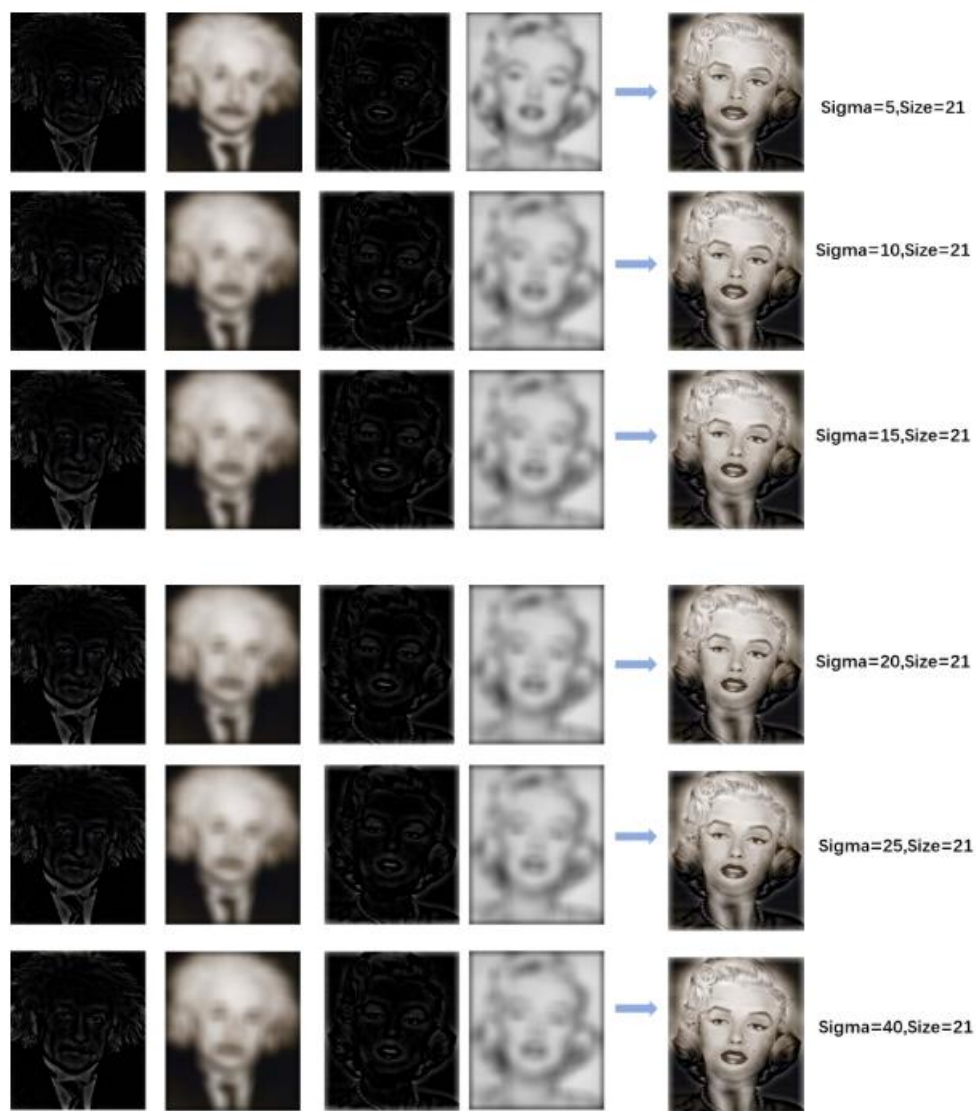


图 7-控制 size 不变

结果显示，随着 σ 的增大，保留的低频部分越多，低频图像越模糊；作为高频部分的 Marilyn 在融合结果中更明显。

b)控制 σ 值一定 ($\sigma=10$)，调节 size 大小
运行结果如下：

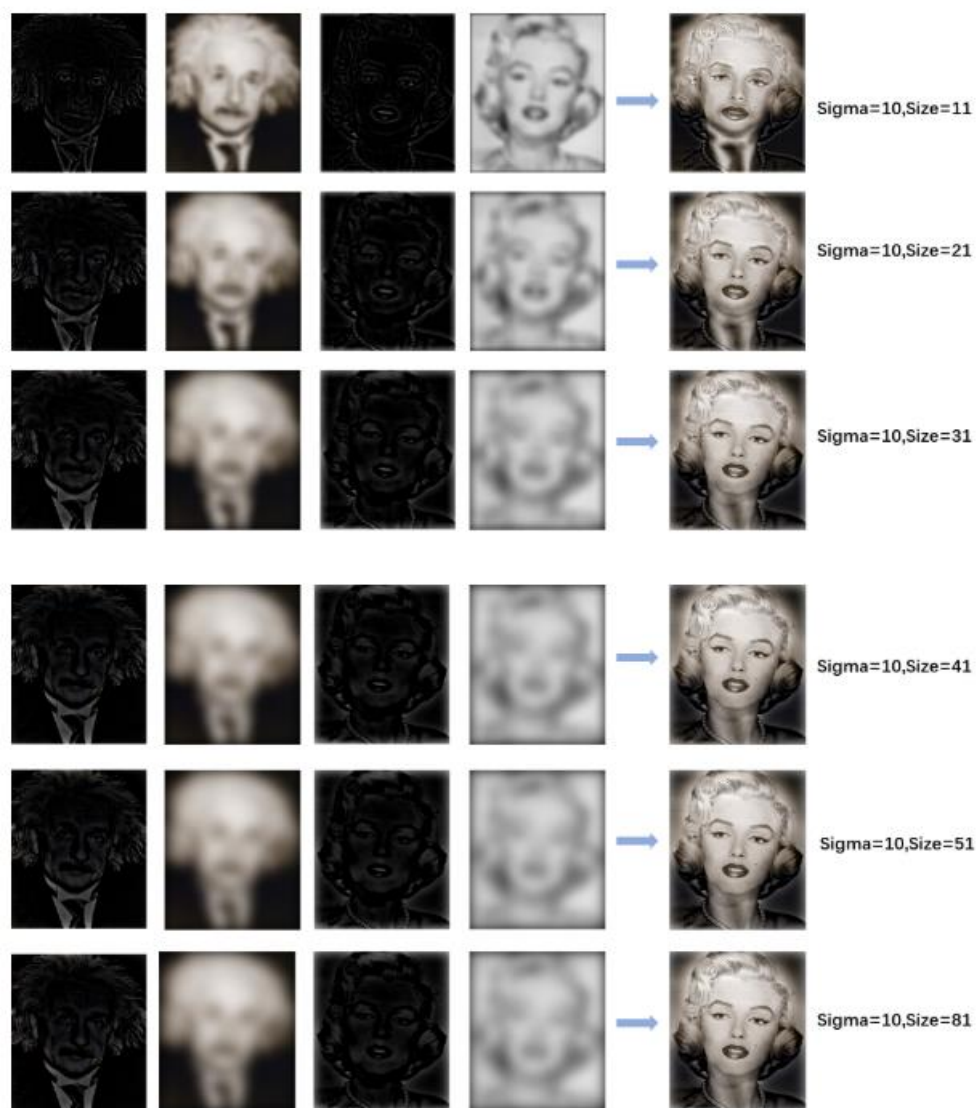


图 8-控制 sigma 不变

可见，随着滤波器 size 的增大，低频图像越来越模糊，作为高频部分的 Marilyn 在融合结果中更明显。

七、实验结论：

本次实验实现了对两个图片不同频率部分的滤波和融合操作，且随着 sigma 的增大和 size 的增大，作为高频部分的 Marilyn 在融合结果中更明显。

八、对本实验过程及方法的改进建议：

- (1) 本次实验中仅仅使用了自己实现的 `myfilter` 函数，之后准备结合 Matlab 自带的滤波函数实现滤波操作

- (2) 将代码扩展到其他的设计语言（如 python）上进行实现，使得该图像操作得到更为广泛的运用