

## Lab.6: Filtering in Freq. Domain

```
% step 1
% f(x,y) of size MxN, obtain the padding parameters P(=2M) and Q(=2N)
I = imread('Lee.jpg');
I = rgb2gray(I);
figure(1); subplot(2,2,1),imshow(I); title('input');
[M, N] = size(I);
P = 2*M; Q = 2*N;
%F(1,1)=15493085

% step 2. 제로 패딩으로 PxQ행렬 만들기
%Form a padded image, fp(x,y) of PxQ by appending the necessary number
padded_im = zeros(P,Q);
padded_im(1:M,1:N) = double(I);
```

0 행렬을 만들고, 이미지를 넣어준다.

```
% step 3. 대칭적인 주파수 domain 이미지 획득을 위함
% Multiply fp(x,y) by  $(-1)^{(x+y)}$  to center its transform

for i = 1:P
    for j = 1:Q
        padded_im(i,j) = padded_im(i,j)*(-1)^(i+j);
    end
end
```

$(-1)^{(x+y)}$ 은 변조 과정으로 주파수 domain으로 넘어갔을 때 fftshift를 하지 않아도 된다.

```
% step 4
% Compute the DFT, F(u,v) of the image from step3
F = fft2(padded_im); % DFT
%F(1,1)
subplot(2,2,2), imshow(log(abs(F)+1),[]); title('frequency');
```

위에서 이미 shift를 해주었기때문에 저주파가 중간으로 온 영상이 출력된다.

```

%% step 5
% Generate a real, symmetric filter function, H(u,v),
% of size PxQ with center at coordinates(P/2, Q/2)
% 좌표 중심으로
u = 0:P-1; v = 0:Q-1;
u = u-P/2; v = v-Q/2;
% 거리 재기
[V, U] = meshgrid(v,u); %u,v를 행렬로
D = sqrt(U.^2+V.^2);
mean(D,'all')
max(D,[],'all')

D0 = 850; %cut-off freq
H = double(D<D0);

```

주파수 필터를 만들어준다 D0의 값이 작을수록 고주파 성분이 제거된다.

```

%% step 6
% Form the product G(u,v) = H(u,v)F(u,v) using array multiplication
G = H.*F;
% magG = abs(G);
% subplot(2,2,3), imagesc(log(1+magG)); title('fitered spectrum');
figure(2);subplot(1,2,1), imshow(log(abs(G)+1),[]); title('filtered fr

```

필터와 패딩된 주파수를 곱해준다. 이는 영상에서 컨볼루션이 주파수로 오면서 곱셈이 된것이다.

```

%% step 7
% Obtain the processed image
g = real(ifft2(G));
for i = 1:P
    for j = 1:Q
        g(i,j) = g(i,j)*((-1)^(i+j));
    end
end

g = uint8(g);

% subplot(3,2,4), imshow(g); title('filtered image');

```

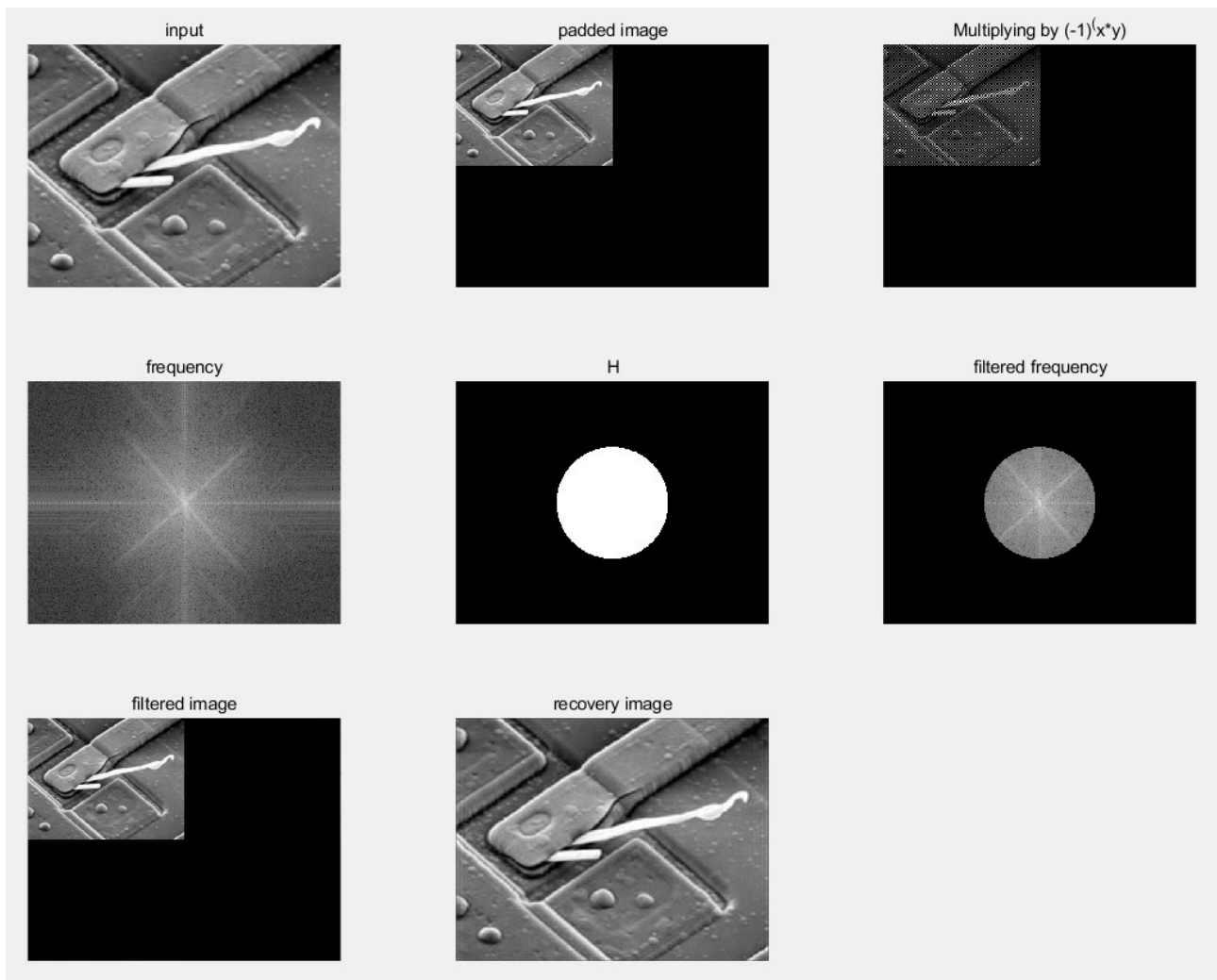
```

%% step 8
% Obtain the final processed result, g(x,y)
% by extraction the MxN region from the top, left quadrant of gp(x,y)
result = g(1:M,1:N);
figure(2);subplot(1,2,2), imshow(result); title('recovery image');

```

역변환을 통해 복구된 이미지를 얻어주고 패딩된 부분을 잘라 결과를 얻는다.

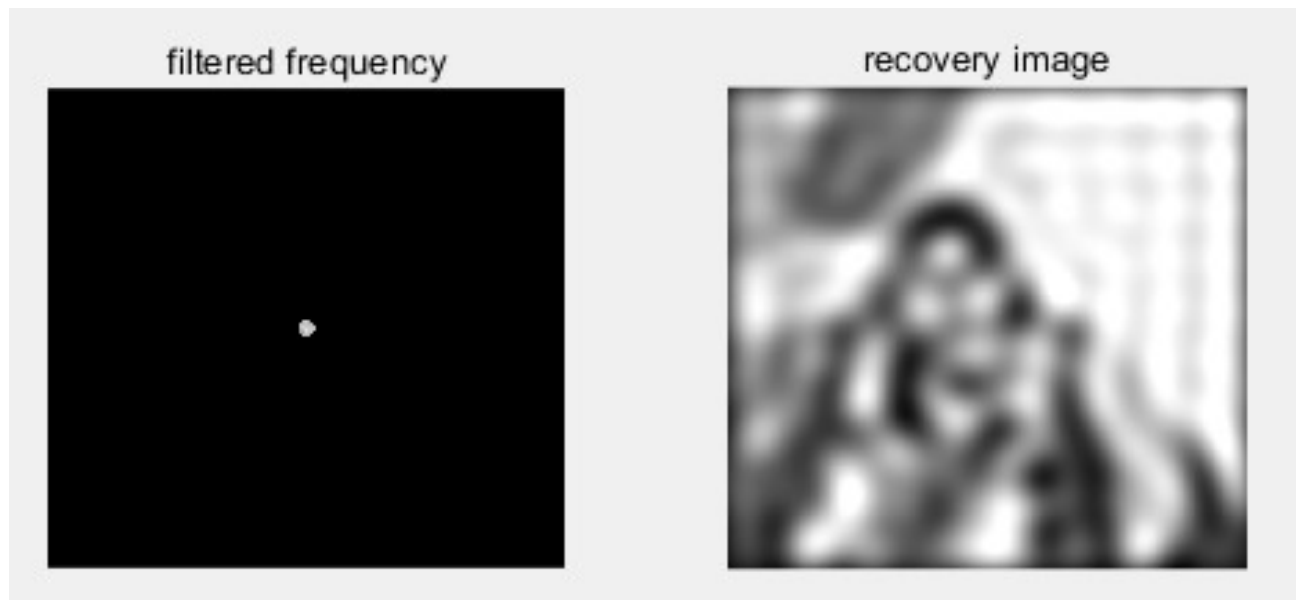
1) Reproduce the same results with the 'circuit.png'.



2) Use your photo.

- Change the H (low pass filter) size and analyze the results.

1.  $H = D < 20$



2.  $H = D < 100$



3.  $H = D < 456$

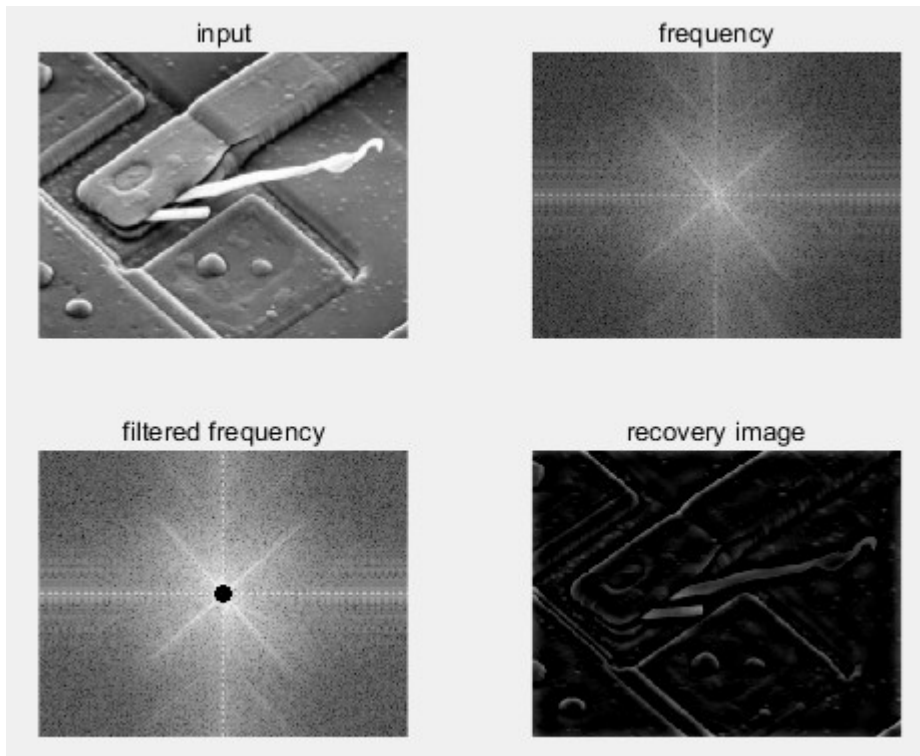


4.  $H = D < 850$



저주파만 통과시킨다는 것은 경계가 뚜렷한 부분을 걸러주기 때문에 smoothing효과를 주게 된다. 따라서 사진이 흐릿하게 보이는 특성이 있다. 결과 창을 봤을 때 사진의 테두리 부분이 검은 색으로 보이는 부분이 나타나는데 이는 제로패딩을 했기 때문에 0값이 영향을 미치고 있다는 것을 알 수 있다. 또한  $D0$ 의 값이 작을수록 제로패딩으로 인한 불연속 때문에 물결파동 현상이 심한 것을 볼 수 있고 마지막 사진처럼 고주파 차단을 많이 하지 않으면 물결파동이 거의 보이지 않는 것을 확인할 수 있다.

+ high pass filter



저주파 영역을 없애 주는 것은 영상에서 경계가 뚜렷하지 않은 부분을 걸러주는 것이다. 밝기 평균값인 DC성분을 없애 영상 평균값이 0이 되고 음수인 밝기 값을 0으로 처리하게 된다. 따라서 영상이 lowpass filter에 비해 어둡게 느껴진다. 결론적으로 high pass filter의 결과를 봤을 때 윤곽이 뚜렷한 부분만 나오는 것을 확인 할 수 있다.

- Compare the results obtained by the frequency domain filtering and space domain filtering



spatial domain에서 zero padding, 가우시안 필터를 사용한 결과이다. 주파수 domain 처럼 블러가 된다는 것은 똑같지만 물결 현상이 나타나지 않는 것을 확인할 수 있다.