

Matlab Practice 10

Filter Design-Windows and etc

Sangkeun Lee

2016. 12. 07

Window Function Comparison

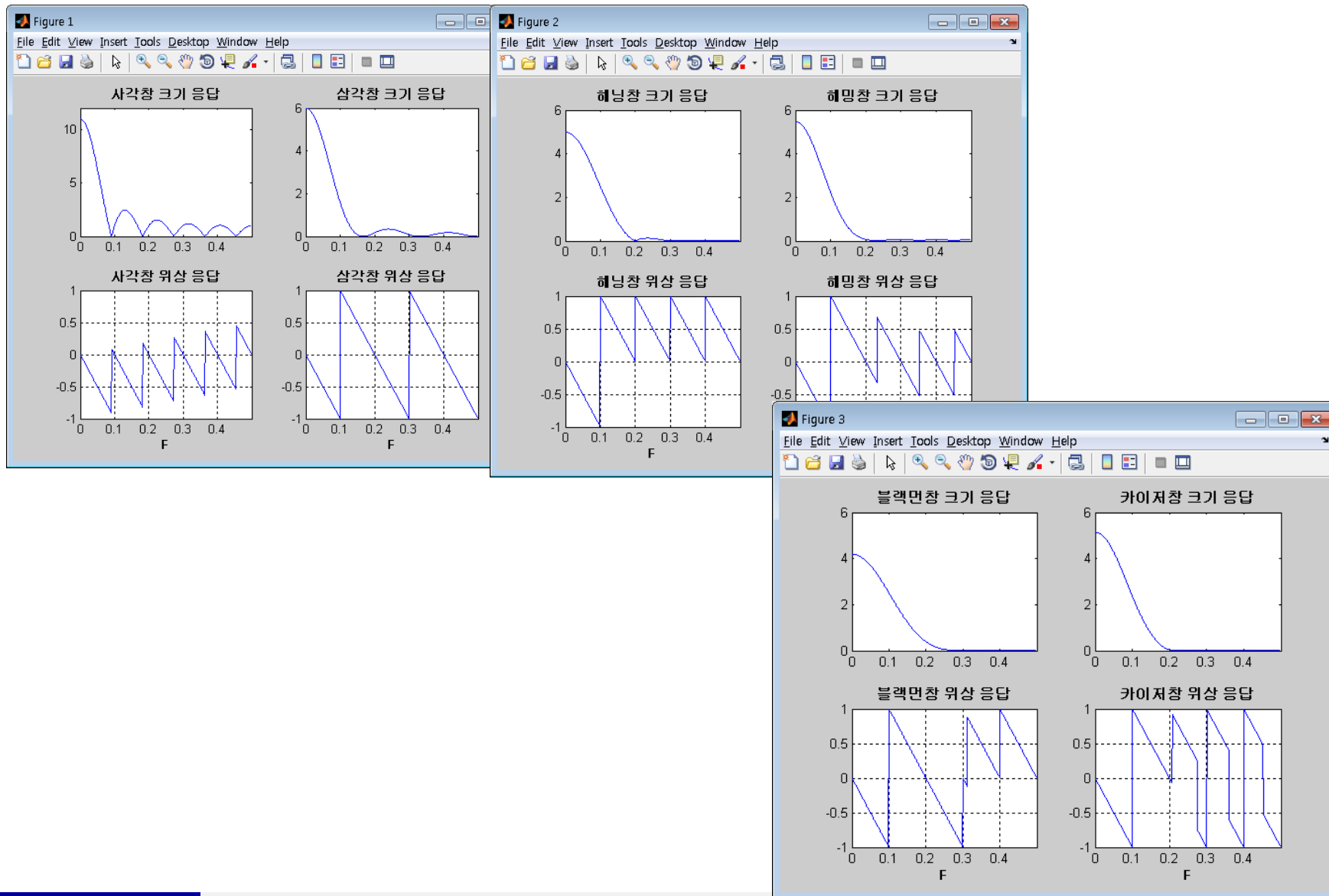
● Matlab Practice 10-1

Window Func에 대해 알아보자.

- (a) $N=11$ 일 때 사각창, 삼각창, 해닝 창, 해밍 창, 블랙먼 창, 카이저 창($\alpha=5.658$)의 크기 응답 및 위상 응답을 그려라. 단, 크기 응답은 선형척도를 사용한다.
- (b) $N=21$ 일때 (a) 를 반복해라. 단, 크기응답은 로그 척도, 즉 [dB]로 나타낸다.

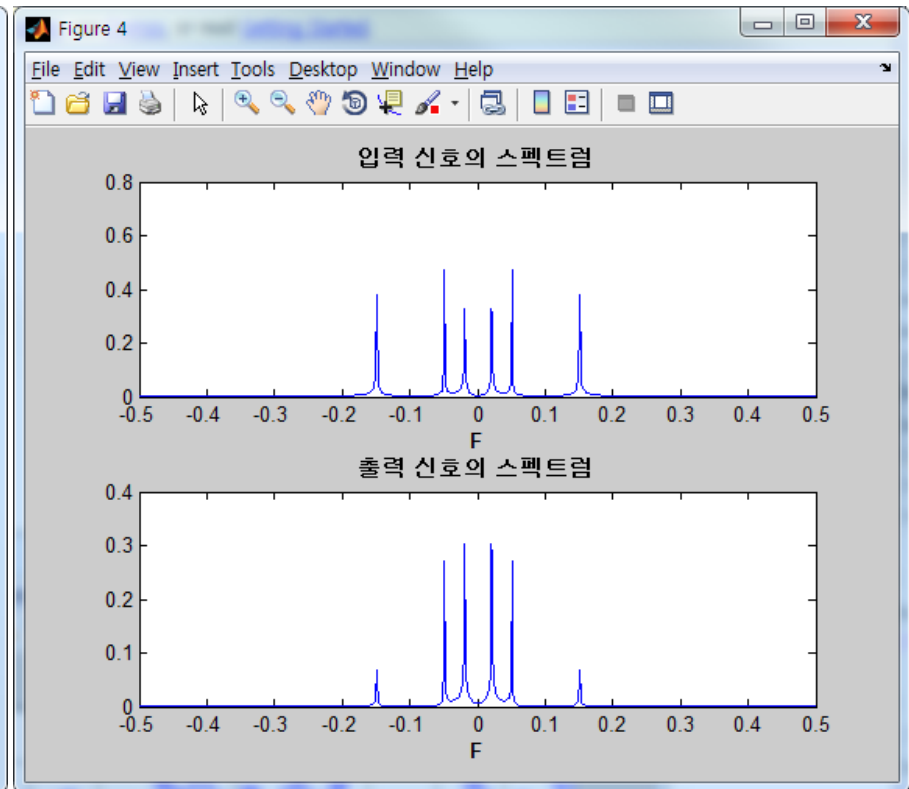
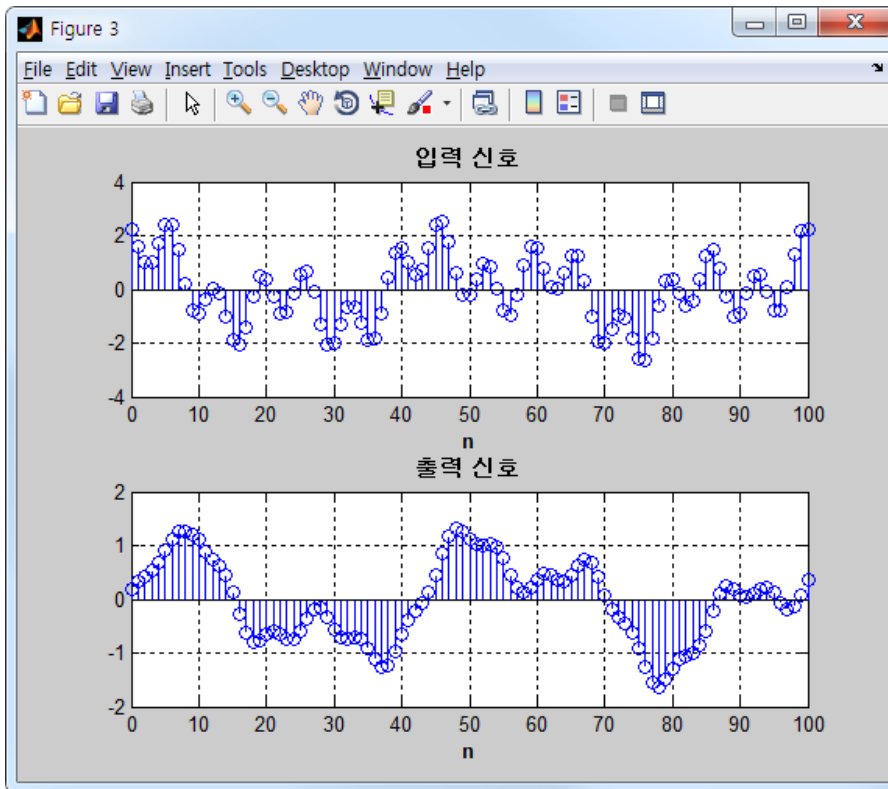
Display the results

(a)



Output

- (b)



Code(a)

```

close all;
clear all;
clc;

N=11;
beta=5.658;
x1=boxcar(N);
x2=triang(N);
x3=hann(N);
x4=hamming(N);
x5=blackman(N);
x6=kaiser(N,beta);
[H1 w]=freqz(x1);
H2=freqz(x2);
H3=freqz(x3);
H4=freqz(x4);
H5=freqz(x5);
H6=freqz(x6);

figure(1)
subplot(2,2,1);
plot(w/(2*pi),abs(H1)); axis([0 0.5 0 12]);
title('\bfs{사각창 크기 응답}');
subplot(2,2,3);
plot(w/(2*pi),angle(H1)/pi); axis([0 0.5 -1 1]);
title('\bfs{사각창 위상 응답}');
xlabel('\bfs{F}'); grid on;
subplot(2,2,2);
plot(w/(2*pi),abs(H2)); axis([0 0.5 0 6]);
title('\bfs{삼각창 크기 응답}');
subplot(2,2,4);
plot(w/(2*pi),angle(H2)/pi); axis([0 0.5 -1 1]);
title('\bfs{삼각창 위상 응답}');
xlabel('\bfs{F}'); grid on;

```

% 모든 생성된 창을 닫음
 % 열려있는 작업영역(workspace)을 모두 비움
 % 명령(command) 창을 비움

 % 창 길이 설정
 % 카이저 창 값 지정
 % 사각 창
 % 삼각 창
 % 해닝 창
 % 해밍 창
 % 블랙먼 창
 % 카이저 창
 % 사각 창 주파수 응답 생성
 % 삼각 창 주파수 응답 생성
 % 해닝 창 주파수 응답 생성
 % 해밍 창 주파수 응답 생성
 % 블랙먼 창 주파수 응답 생성
 % 카이저 창 주파수 응답 생성

 % 그림 창 1 지정
 % 2행 2열 분할 그림 창의 1번 창
 % 사각 창 크기 응답을 그림
 % 그림 제목
 % 2행 2열 분할 그림 창의 3번 창
 % 사각 창 위상 응답을 그림
 % 그림 제목
 % x축 라벨 및 그리드 표시
 % 2행 2열 분할 그림 창의 2번 창
 % 삼각 창 크기 응답을 그림
 % 그림 제목
 % 2행 2열 분할 그림 창의 4번 창
 % 삼각 창 위상 응답을 그림
 % 그림 제목
 % x축 라벨 및 그리드 표시

figure(2)	% 그림 창 2 지정
subplot(2,2,1);	% 2행 2열 분할 그림 창의 1번 창
plot(w/(2*pi),abs(H3)); axis([0 0.5 0 6]);	% 해닝 창 크기 응답을 그림
title('해닝창 크기 응답');	% 그림 제목
subplot(2,2,3);	% 2행 2열 분할 그림 창의 3번 창
plot(w/(2*pi),angle(H3)/pi); axis([0 0.5 -1 1]);	% 해닝 창 위상 응답을 그림
title('해닝창 위상 응답');	% 그림 제목
xlabel('F'); grid on;	% x축 라벨 및 그리드 표시
subplot(2,2,2);	% 2행 2열 분할 그림 창의 2번 창
plot(w/(2*pi),abs(H4)); axis([0 0.5 0 6]);	% 해밍 창 크기 응답을 그림
title('해밍창 크기 응답');	% 그림 제목
subplot(2,2,4);	% 2행 2열 분할 그림 창의 4번 창
plot(w/(2*pi),angle(H4)/pi); axis([0 0.5 -1 1]);	% 해밍 창 위상 응답을 그림
title('해밍창 위상 응답');	% 그림 제목
xlabel('F'); grid on;	% x축 라벨 및 그리드 표시
 figure(3)	% 그림창 3 지정
subplot(2,2,1);	% 2행 2열 분할 그림 창의 1번 창
plot(w/(2*pi),abs(H5)); axis([0 0.5 0 6]);	% 블랙먼 창 크기 응답을 그림
title('블랙먼창 크기 응답');	% 그림 제목
subplot(2,2,3);	% 2행 2열 분할 그림 창의 3번 창
plot(w/(2*pi),angle(H5)/pi); axis([0 0.5 -1 1]);	% 블랙먼 창 위상 응답을 그림
title('블랙먼창 위상 응답');	% 그림 제목
xlabel('F'); grid on;	% x축 라벨 및 그리드 표시
subplot(2,2,2);	% 2행 2열 분할 그림 창의 2번 창
plot(w/(2*pi),abs(H6)); axis([0 0.5 0 6]);	% 카이저 창 크기 응답을 그림
title('카이저창 크기 응답');	% 그림 제목
subplot(2,2,4);	% 2행 2열 분할 그림 창의 4번 창
plot(w/(2*pi),angle(H6)/pi); axis([0 0.5 -1 1]);	% 카이저 창 위상 응답을 그림
title('카이저창 위상 응답');	% 그림 제목
xlabel('F'); grid on;	% x축 라벨 및 그리드 표시

Code (b)

```

close all;
clear all;
clc;

N=21;
beta=5.658;
x1=boxcar(N);
x2=triang(N);
x3=hann(N);
x4=hamming(N);
x5=blackman(N);
x6=kaiser(N,beta);
[H1 w]=freqz(x1);
H2=freqz(x2);
H3=freqz(x3);
H4=freqz(x4);
H5=freqz(x5);
H6=freqz(x6);
H1mag=20*log10(abs(H1)/max(abs(H1)));
H2mag=20*log10(abs(H2)/max(abs(H2)));
H3mag=20*log10(abs(H3)/max(abs(H3)));
H4mag=20*log10(abs(H4)/max(abs(H4)));
H5mag=20*log10(abs(H5)/max(abs(H5)));
H6mag=20*log10(abs(H6)/max(abs(H6)));
|

% 모든 생성된 창을 닫음
% 열려있는 작업영역(workspace)을 모두 비움
% 명령(command) 창을 비움

% 창 길이 설정
% 카이저 창 값 지정
% 사각 창
% 삼각 창
% 해닝 창
% 해밍 창
% 블랙먼 창
% 카이저 창
% 사각 창 주파수 응답 생성
% 삼각 창 주파수 응답 생성
% 해닝 창 주파수 응답 생성
% 해밍 창 주파수 응답 생성
% 블랙먼 창 주파수 응답 생성
% 카이저 창 주파수 응답 생성
% 사각 창 dB 크기 응답
% 삼각 창 dB 크기 응답
% 해닝 창 dB 크기 응답
% 해밍 창 dB 크기 응답
% 블랙먼 창 dB 크기 응답
% 카이저 창 dB 크기 응답

```

```
figure(1)
subplot(2,2,1);
plot(w/(2*pi),H1mag); axis([0 0.5 -100 0]);
title('\b{사각창 크기 응답}');
subplot(2,2,3);
plot(w/(2*pi),angle(H1)/pi); axis([0 0.5 -1 1]);
title('\b{사각창 위상 응답}');
xlabel('\b{F}'); grid on;
subplot(2,2,2);
plot(w/(2*pi),H2mag); axis([0 0.5 -100 0]);
title('\b{삼각창 크기 응답}');
subplot(2,2,4);
plot(w/(2*pi),angle(H2)/pi); axis([0 0.5 -1 1]);
title('\b{삼각창 위상 응답}');
xlabel('\b{F}'); grid on;
```

```
figure(2)
subplot(2,2,1);
plot(w/(2*pi),H3mag); axis([0 0.5 -100 0]);
title('\b{해닝창 크기 응답}');
subplot(2,2,3);
plot(w/(2*pi),angle(H3)/pi); axis([0 0.5 -1 1]);
title('\b{해닝창 위상 응답}');
xlabel('\b{F}'); grid on;
subplot(2,2,2);
plot(w/(2*pi),H4mag); axis([0 0.5 -100 0]);
title('\b{해밍창 크기 응답}');
subplot(2,2,4);
plot(w/(2*pi),angle(H4)/pi); axis([0 0.5 -1 1]);
title('\b{해밍창 위상 응답}');
xlabel('\b{F}'); grid on;
```

```
figure(3)
subplot(2,2,1);
plot(w/(2*pi),H5mag); axis([0 0.5 -100 0]);
title('\b{블랙먼창 크기 응답}');
subplot(2,2,3);
plot(w/(2*pi),angle(H5)/pi); axis([0 0.5 -1 1]);
title('\b{블랙먼창 위상 응답}');
xlabel('\b{F}'); grid on;
```

```
% 그림 창 1 지정
% 2행 2열 분할 그림 창의 1번 창
% 사각 창 크기 응답을 그림
% 그림 제목
% 2행 2열 분할 그림 창의 3번 창
% 사각 창 위상 응답을 그림
% 그림 제목
% x축 라벨 및 그리드 표시
% 2행 2열 분할 그림 창의 2번 창
% 삼각 창 크기 응답을 그림
% 그림 제목
% 2행 2열 분할 그림 창의 4번 창
% 삼각 창 위상 응답을 그림
% 그림 제목
% x축 라벨 및 그리드 표시
```

```
% 그림 창 2 지정
% 2행 2열 분할 그림 창의 1번 창
% 해닝 창 크기 응답을 그림
% 그림 제목
% 2행 2열 분할 그림 창의 3번 창
% 해닝 창 위상 응답을 그림
% 그림 제목
% x축 라벨 및 그리드 표시
% 2행 2열 분할 그림 창의 2번 창
% 해밍 창 크기 응답을 그림
% 그림 제목
% 2행 2열 분할 그림 창의 4번 창
% 해밍 창 위상 응답을 그림
% 그림 제목
% x축 라벨 및 그리드 표시
```

```
% 그림창 3 지정
% 2행 2열 분할 그림 창의 1번 창
% 블랙먼 창 크기 응답을 그림
% 그림 제목
% 2행 2열 분할 그림 창의 3번 창
% 블랙먼 창 위상 응답을 그림
% 그림 제목
% x축 라벨 및 그리드 표시
% 2행 2열 분할 그림 창의 2번 창
```


10-2 FIR band pass filter design

- 다음의 사양을 충족시키는 디지털 BPF 를 지정된 방법을 사용하여 설계하라

하측 저지 대역 경계 주파수 $\Omega_{sl} = 0.15\pi$

상측 저지 대역 경계 주파수 $\Omega_{sh} = 0.75\pi$

하측 통과 대역 경계 주파수 $\Omega_{pl} = 0.3\pi$

상측 통과 대역 경계 주파수 $\Omega_{ph} = 0.6\pi$

통과 대역 감쇠 $A_p = 1[\text{dB}]$

저지 대역 감쇠 $A_s = 60[\text{dB}]$

(a) 창함수법

(b) 주파수 샘플링법

(a) Display the results

필터사양에서 저지대역 감쇠를 60 dB 이상 요구하고 있으므로 사용가능한 창함수는 블랙먼 창과 카이저 창밖에 없다. 여기서는 Blackman 이용.

```
close all;
clear all;
clc;
```

```
wsl=0.2*pi; wsh=0.8*pi;
wpl=0.35*pi; wph=0.65*pi;
wcl=(wsl+wpl)/2; wch=(wsh+wph)/2;
wd_tr=min((wpl-wsl),(wsh-wph));
N=ceil(11*pi/wd_tr)+1;
n=0:N-1; M=(N-1)/2;
hd1=(wch/pi)*sinc((wch/pi)*(n-M));
hd2=(wcl/pi)*sinc((wcl/pi)*(n-M));
hd=hd1-hd2;
w_bkm=blackman(N);
h=hd'.*w_bkm;
[H w]=freqz(h,1);
L=length(w); dw=pi/L;
Hmag=20*log10(abs(H)/max(abs(H)));
Ap=-min(Hmag(wpl/dw+1:wph/dw))
As=-max(Hmag(wsh/dw+1:length(w)))
wc1=find(Hmag>=-3,1,'first')/L
wc2=find(Hmag>=-3,1,'last')/L

subplot(2,2,1);
stem(n,hd); axis([0 75 -0.5 0.5]);
title('理想적인 임펄스 응답');
subplot(2,2,2);
stem(n,w_bkm); axis([0 75 -0.1 1.1]);
title('블랙먼창');
subplot(2,2,3);
stem(n,h); axis([0 75 -0.5 0.5]);
title('실제 임펄스 응답');
xlabel('F'); grid on;
subplot(2,2,4);
plot(w/(2*pi),Hmag); axis([0 0.5 -120 10]);
title('필터 크기 응답');
xlabel('F'); grid on;
```

```
% 모든 생성된 창을 닫음
% 열려있는 작업영역(workspace)을 모두 비움
% 명령(command) 창을 비움

% 저지 대역 경계 주파수 설정
% 통과 대역 경계 주파수 설정
% 저역 통과 필터 차단 주파수 계산
% 천이 대역 폭 계산
% 창의 길이 설정
% 시간축 생성
% 저역통과 필터 1의 임펄스 응답
% 저역통과 필터 2의 임펄스 응답
% 이상적인 대역 통과 필터 임펄스 응답
% 블랙먼창 생성
% 실제 대역 통과 필터 임펄스 응답
% 필터 주파수 응답 계산
% 주파수축 간격
% 로그 척도(dB) 크기 응답 계산
% 필터 통과대역 감쇠 계산
% 필터 저지대역 감쇠 계산
% 하측대역 차단 주파수 계산
% 상측대역 차단 주파수 계산

% 2행 2열 분할 그림 창의 1번 창
% 이상적인 임펄스 응답을 그림
% 그림 제목
% 2행 2열 분할 그림 창의 2번 창
% 블랙먼창을 그림
% 그림 제목
% 2행 2열 분할 그림 창의 3번 창
% 실제 임펄스 응답을 그림
% 그림 제목
% x축 라벨 및 그리드 표시
% 2행 2열 분할 그림 창의 4번 창
% 필터 크기 응답(dB)을 그림
% 그림 제목
% x축 라벨 및 그리드 표시
```