

DSP Homework 7

20170337 손소정

(a) Design two digital Chebyshev Type 1 LPFs using impulse invariance method and bilinear transformation.

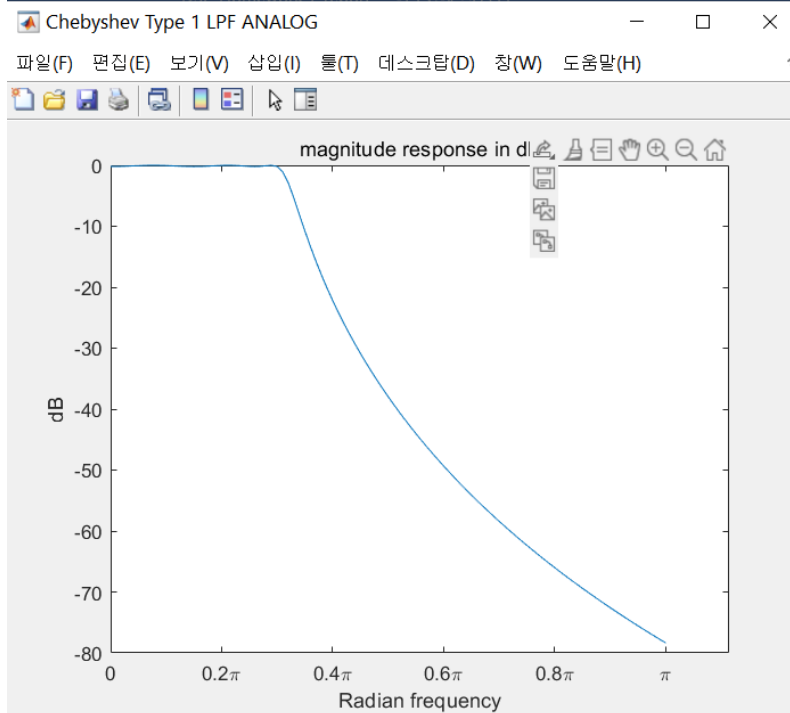
1. Analog prototype filter

- A. Chebyshev의 order를 알아내기 위해 `cheb1ord` 함수를 사용하고, 인풋으로는 주어진 frequency를 π 로 나눈 값과, attenuation 두 값을 넣어줬다.
- B. A 로 알아낸 n값으로 `cheby1` 함수를 사용하여 $H_c(s) = B(s)/A(s)$ 에 해당하는 b, a array를 구한다.
- C. 아날로그이기 때문에 `freqs` 함수를 사용하여 h를 구한다.
- D. `figure` 함수로 새로운 창을 만들어 `plot` 함수를 통해 plot한다.

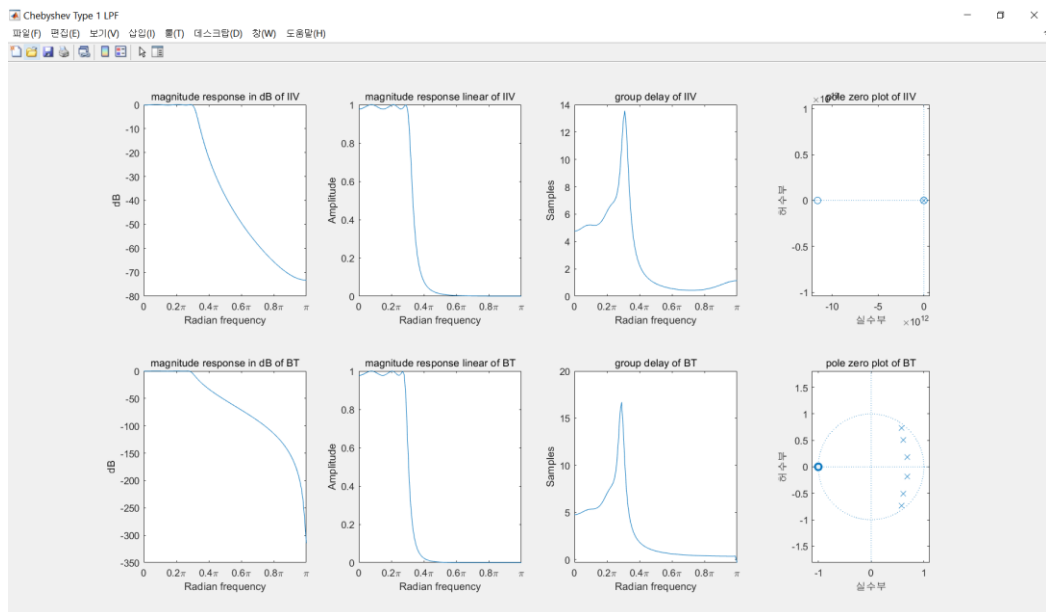
2. Digital filter

- A. 1의 B에서 얻은 b, a를 각각 `impinvar`와 `bilinear` 함수를 통해 digital filter로 바꾼다. 나온 값을 `bz_iiv`, `az_iiv`와 `bz_bil`, `az_bil`에 넣어준다. $F_s = 1/T$ 이기에 1로 했다.
- B. Magnitude in dB and linear
 - i. 우선 범위를 $w = 0: \pi/100: \pi$ 로 정해주고, 디지털 필터이기 때문에 `freqz` 함수를 사용하여 `h_iiv`, `h_bil`을 각각 구해준다.
 - ii. `figure` 함수로 새로운 창을 만들어준다. `subplot`은 총 8개를 만들어주어 윗줄은 impulse invariance, 아랫줄은 bilinear transformation을 그려준다.
 - iii. dB로 나타내는 경우 $20 \cdot \log_{10}(\text{abs}(h_xxx))$ 을 통해, linear로 나타내는 경우 `abs(h_xxx)`의 함수를 사용해서 plot해준다.
- C. Group delay
 - i. Group delay는 함수 `grpdelay`를 사용하여 input으로는 `bz_xxx`와 `az_xxx`, w를 넣어준다. Output으로 `gd_iiv`, `gd_bil`을 받으면 그대로 w에 대해서 plot 한다.
- D. Pole zero plot
 - i. 해당하는 `bz_xxx`와 `az_xxx`를 인풋으로 하는 `zplane` 함수를 사용하여 pole zero plot을 plot해준다.

3. Discuss



[Fig1. Analog Filter]



[Fig2. IIV(up) and BT(down) Method Result]

- 두 방법 중 analog와 더 비슷한 것은 iiv method이다.
- 데시벨로 확인한 magnitude를 비교하면 iiv가 더 가파르게 감소하나, linear magnitude에서는 별로 차이가 없다.
- Group delay의 경우 bilinear transform이 더 크다.
- IIV는 모든 pole이 원점에 위치하고, BT는 unit circle 안에 존재한다.

(b) Design linear-phase FIR LPFs using Rectangular and Hamming window

1. Window 만들기

- A. 두 windowing filter를 `rectwin`과 `hamming`함수를 사용하여 만들어준다. $M=25$ 로 설정했고, 두 함수의 input은 $M+1$ 이다. Output을 `w_rec`, `w_ham`으로 한다.

2. FIR

- A. FIR는 간단히 `fir1`함수에 M , (passband edge frequency)/ π 와 $1-A$ 에서 구한 값을 넣어주어 구한다. 이때 FIR이기 때문에 (a)번과 달리 b에 해당하는 값만 있으면 된다. Output을 `b_rec`, `b_ham`으로 한다.

3. Plot

- A. `Figure`함수를 사용하여 창을 만들어주고, `subplot`을 통해 10개의 `subplot`을 만들어 위줄을 Rectangular, 아랫줄은 Hamming으로 해준다.

B. Impulse response coefficients

- i. 간단히 `impz` 함수를 통해 구한다. Input은 b와 1 (a에 해당하는 값이 없음)으로 한다. Output으로 `i_rec`, `t_rec`와 `i_ham`, `t_ham`을 받는다.
- ii. Plot 대신 `stem`함수를 사용하여 `t_xxx`에 대한 `i_xxx` 그래프를 그린다.

C. Magnitude in dB and linear

- i. (a)에서와 같게 `freqz`함수를 사용하여 값을 구해준다. 이번에는 `w`를 따로 정해주지 않고 output으로 받아서 512 크기의 array가 되었다.
- ii. (a)에서처럼 $20 \cdot \log_{10}(\text{abs}(h_{xxx}))$ 와 `abs(h_xxx)`를 사용하여 plot한다.

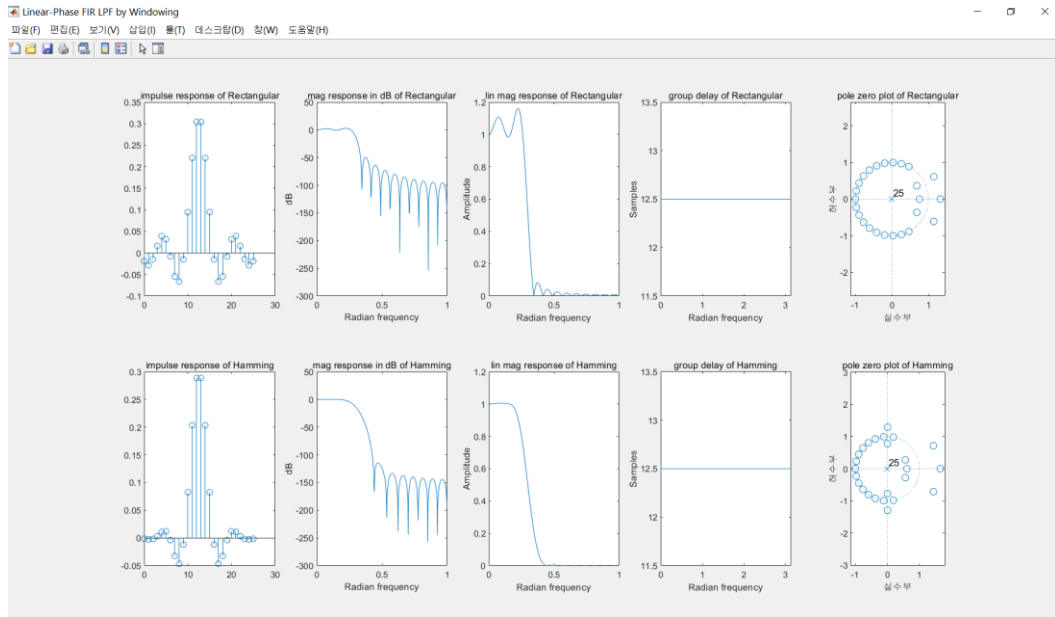
D. Group delay

- i. (a)에서처럼 `grpdelay`함수를 사용하여 plot해준다.

E. Pole zero plot

- i. (a)에서처럼 `zplane` 함수를 사용하여 plot해준다.

4. Discuss



[Fig3. Rectangular Window(up) and Hamming Window(down) Result]

- A. (a)번과 비교하면 mainlobe의 두께는 비슷하다 sidelobe의 높이가 (b)가 더 높기 때문에 magnitude면에서는 불리하다.
- B. Group delay면에서는 linear하기 때문에 (a)에서 aliasing이 일어날 수 있는 점과 비교하면 더 안전하다. 하지만 두 filter다 LPF여서 큰 문제는 없다.