

DSP Assignment-4

Linear and Minimum Phase Systems

2022/1/2

作業學習目標

1. 熟悉 linear phase 以及 minimum phase 之意
2. 了解在 LTI 系統在做 filtering 時的 transient/steady state 與 impulse response 長度的關係
3. 實作 ideal low-pass filter

作業內容

1. 實作一個 linear-phase low-pass filter 以符合以下的 spec

A. Cutoff frequency 在 4000Hz

B. 其理想的 frequency response 為 $H_{lp}(e^{j\omega}) = \begin{cases} 1, & |\omega| < \omega_c \\ 0, & \omega_c < |\omega| \leq \pi \end{cases}$

C. 而實作上只能使用以下數學式 FIR system 之 impulse response 來實現

$$h_M[n] = \frac{\sin(\omega_c n)}{n\pi} * \delta(n-M), \quad 0 \leq n \leq 2M$$

D. $M=64$

E. 繪製出 $|H_M(e^{j\omega})|$ 、 $\angle H_M(e^{j\omega})$ 以及 $\text{grd}[H_M(e^{j\omega})]$ ，要附上產生以上繪製所需資料點的 code

2. 建立一 minimum-phase low pass filter $h_{\min}[n]$ 使得 $|H_M(e^{j\omega})| = |H_{\min}(e^{j\omega})|$ ，繪製 $|H_{\min}(e^{j\omega})|$ 、 $\angle H_{\min}(e^{j\omega})$ 以及 $\text{grd}[H_{\min}(e^{j\omega})]$ ，要附上產生以上繪製所需資料點的 code。 $H_{\min}(z)$ 的 root 可由 $H_M(z)$ 的 root 中，挑選在 unit circle 內的 root 得到! (求 polynomial 的複數根之 example code 在 zroots.rar，此由 NumericalRecipes 偷來的)
3. 實作 $h_{\min}[n]$ 以及 $h_M[n]$ 的 LCCDE 將 HW1 產生的波形輸入至 $h_{\min}[n]$ 以及 $h_M[n]$ ，輸出之波形儲存成 wav 檔
4. 討論 $h_{\min}[n]$ 以及 $h_M[n]$ 的特性 (steady state? transient state?)。