



數位信號處理實習

LAB6

電子工程系 蔡偉和 教授

100360318 四子三甲 陳奕璋 學生

2014/5/12

[練習 6-1] 利用 Matlab 函式 `upsample.m` 並自行設計一 Chebyshev 低通濾波器，將範例 6-2 之訊號進行升取樣兩倍。繪出升取樣後訊號之波形與其 DFT。

1. 程式碼：

```
% Chebyshev Lowpass filter
[b,a] = cheby1(9,0.05,0.8); % cut-off freq. = 0.8 pi = 400 Hz

% signal x
f1 = 10; % 10 Hz sine wave
f2 = 300; % 300 Hz sine wave
T = 0.001; % sampling freq. = 1000 Hz
N = 100;
n = 0:1:N-1;
x = sin(2*pi*f1*n*T)+sin(2*pi*f2*n*T);
subplot(3, 2, 1); stem(n, x);
xlabel('time index'); ylabel('x[n]');
title('discrete signal x[n]=xa(nT), where T = 0.001 sec');

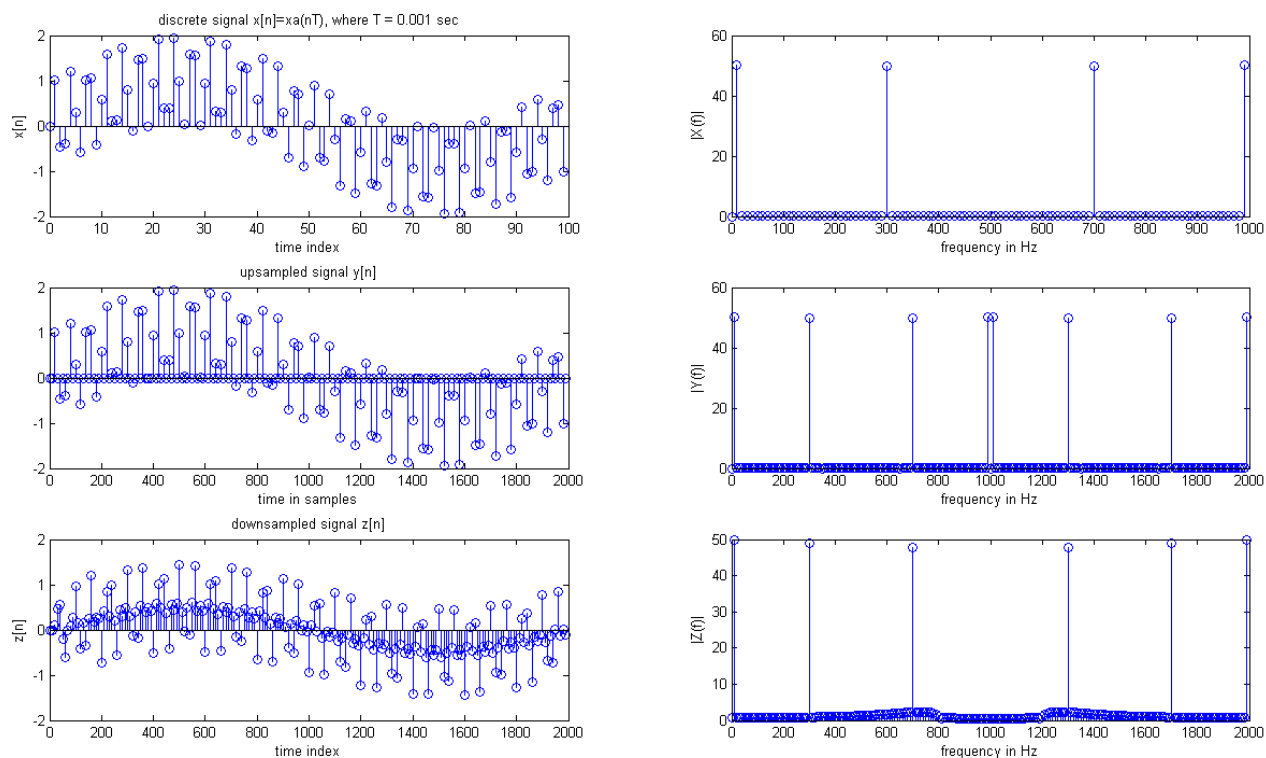
% DFT of x
f = n/T/N;
subplot(3, 2, 2); stem(f, abs(fft(x)));
xlabel('frequency in Hz'); ylabel('|X(f)|');

% upsampling
y = upsample(x,2);
n = 0:1:2*N-1;
f = n / (T/2) / (2*N);
subplot(3,2,3); stem(f,y);
xlabel('time in samples');
title('upsampled signal y[n]');

% DFT of y
subplot(3, 2, 4); stem(f, abs(fft(y)));
xlabel('frequency in Hz'); ylabel('|Y(f)|');

% Lowpass filtering & Decimation & DFT
z=filter(b, a, y);
subplot(3, 2, 5); stem(f, z);
xlabel('time index'); ylabel('z[n]');
title('downsampled signal z[n]');
subplot(3, 2, 6); stem(f, abs(fft(z)));
xlabel('frequency in Hz'); ylabel('|Z(f)|');
```

2. Matlab 波形圖：



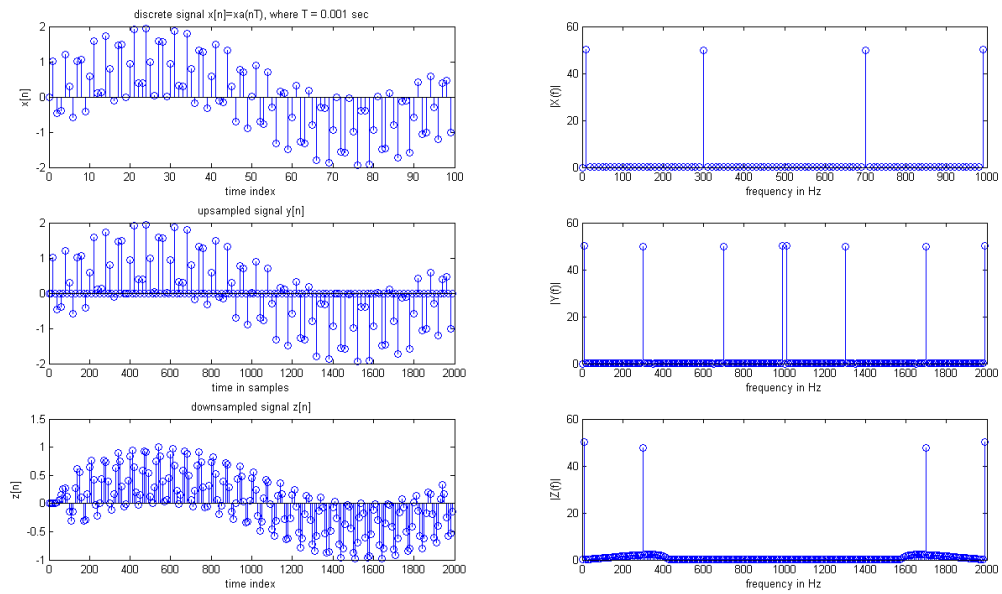
圖一 Chebyshev 低通濾波器 400Hz

3. 心得

原 interp 的方法同時進行 upsampling 和 lowpass filter，而此實驗我們將兩者分開，進行 lowpass filter 的設計。

藉由改變 cheby1 的參數，可以設計截止頻率、濾波器峰的對峰漣波分貝大小與 Chebyshev 的階數，欲高濾波器欲陡峭。

在設計截止頻率時當中的 2π 對應到的頻率是取樣頻率，因此可以計算出截止頻率的大小。



圖二 Chebyshev 低通濾波器 200Hz

我們若將濾波器設計為 200Hz，即 `cheby1(9,0.05,0.4)`；當中之 0.4pi，因取樣頻率為 1000，故 $(1000/2) \cdot 0.4 = 200(\text{Hz})$ ，由圖二的圖可以發現又比圖一濾除更多訊號。