## **ADSP HW5**

## B10505047 電機三 邱郁喆

- (1) 程式已隨這份作業文件繳交到 NTU COOL
- (2) 注:在使用 sectioned convolution 方法計算時的  $L_0$  是用 MATLAB 得到的,而最後選的 P 則是取附近適合的幾個點計算比較而得到的最好選擇。

```
(2)(a) N=1200, M=300

Direct method: 3MN=1080000

non-sectioned convolution method(DFT): P>N+M-1=1499 => Use 1680-point DFT

=> 2-MULISO +3.1680 = 2.10420+3.1680 = 25800

Sectioned convolution method: Lo=600, Po=Lo+M-1=899

=> Set P=1152, L=P+M+1=853, S=[N=2]=> S(2:MULp+3:P)=2 (27088+3.1152)=35264

The best method is non-sectioned method(DFT), total # of real mul.= 25880

Direct: 3MN=108000

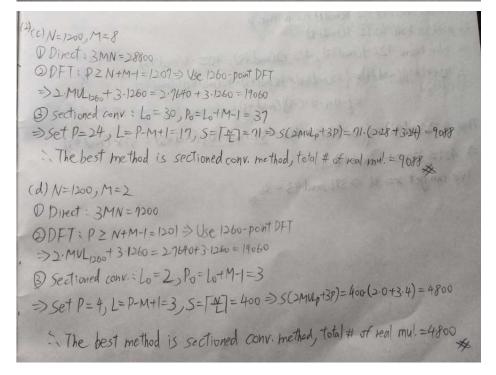
DFT: P>N+M-1=1229=> Use 1260-point DFT

=> 2.MULp60+3.1260=2.7640+3.1260=19060

D sectioned conv.: Lo=174, Po=Lo+M-1=203

=> Set P=144, L=P-M+1=115, S=[N=11]=11=> S(2:MULp+3P)=11.(2:436+3.144)=14344

The best method is sectioned conv. method, total # of real mul.=(4344)
```



- (3) (a) 我們可以知道 Walsh transform 除了第一個 row 都是 1 之外,其他每個 row 中都是有一半數量為 1,一半數量為 -1。因此,等於 1 的 entries 總共 有  $2^k + \frac{2^k}{2} \times (2^k 1) = 2^k + 2^{2k-1} 2^{k-1} = 2^{k-1} + 2^{2k-1}$  個,而等於 -1 的 entries 則總共有 $\frac{2^k}{2} \times (2^k 1) = 2^{2k-1} 2^{k-1}$  個。
  - (b) 按照上課所講, $2^k$  point Haar transform 共可分成 k+1 個 groups 等於 1 的 entries:除了第一個 group (其實就是第一個 row)都是 1 之外,其 他每個 group 中各有  $2^{k-1}$  個 1,因此共有  $2^k + k \cdot 2^{k-1}$  個。

等於 -1 的 entries:除了第一個 group (其實就是第一個 row) 沒有 -1 之外,其他每個 group 中各有  $2^{k-1}$  個 -1,因此共有 $k \cdot 2^{k-1}$  個。

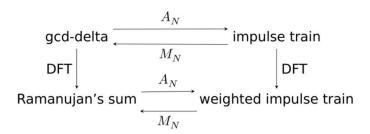
等於 0 的 entries:總 entries 數減去等於 1 或 -1 的 entries,即共有  $2^k \times 2^k - (2^k + k \cdot 2^{k-1}) - (k \cdot 2^{k-1}) = 2^{2k} - (k+1) \cdot 2^k$  個。

- (c) The most important application of the Walsh transform nowadays is modulation, which is using some man-made waveform to represent a data. 像是用在 CDMA 這個無線通訊技術上, which is using the basis (rows) of the Walsh transform to perform modulation.
- (d) The most important advantage of the Haar transform nowadays is analysis of the local high frequency component (edges of different locations and scales).

(4)

## (5) 根據上課講義如下

最後結論,大家可以把 DFT 的地方換成 NTT ,結論還是一樣



現在我們知道 fft[x] = [4020-20-40-2020], 也就是 Ramanujan's Sum。因此 CNT of x 的結果就是 fft[x] modulo M 的結果, 即為[402090709020]

(6)

## 學號尾數(2,7)的 extra 問題:

If length(x) = N, x is real

$$h[n] = [0.1, 0.2, 0.4, 0.2, 0.1] \quad for n = -2 \sim 2$$

$$y[n] = \chi[n] * h[n] = \sum_{m=-2}^{\infty} \chi[n + m] h[m] = 0.1 \chi[n+2] + 0.2 \chi[n+1] + 0.4 \chi[n] + 0.2 \chi[n-1] + 0.1 \chi[n-2]$$

$$= 0.1 \left[\chi[n+2] + \chi[n-2]\right) + 0.2 \left(\chi[n+1] + \chi[n-1]\right) + 0.4 \chi[n]$$

$$= 0.1 \left[\chi[n+2] + \chi[n-2]\right) + 2 \left(\chi[n+1] + \chi[n-1]\right) + 2 \cdot \chi[n]$$

$$\Rightarrow N \quad MULs \implies$$