

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1996/97

Oktober/November 1996

EEE 443 - Pemprosesan Isyarat Digit

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** muka surat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA (5)** soalan.

Agihan markah bagi soalan diberikan di sut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia.

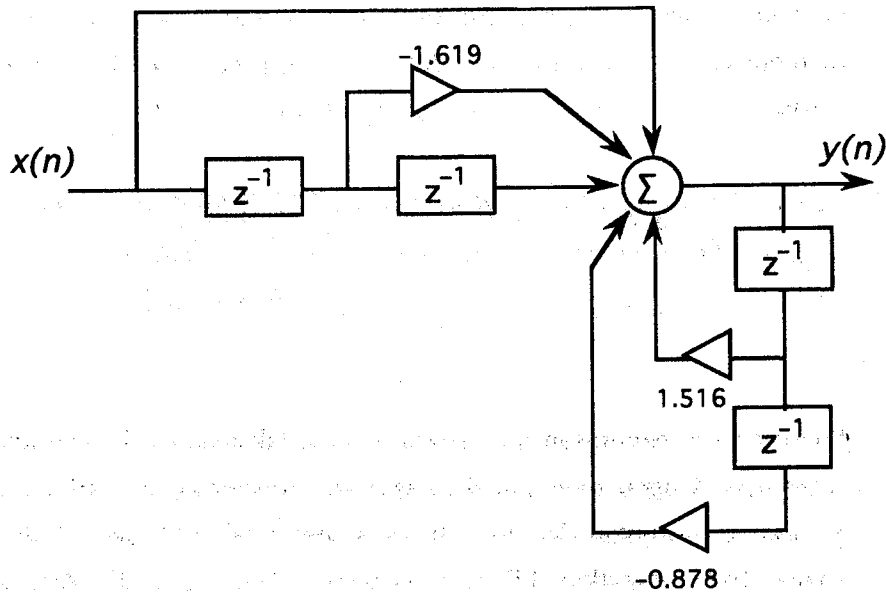
...2/-

1. Dengan diberikan suatu sistem masa diskrit seperti yang ditunjukkan di Rajah 1;

Given a discrete-time system shown in Figure 1;

- (a) dapatkan persamaan beza yang menghubungkan keluaran, $y(n)$ dan masukan, $x(n)$,
obtain the difference equation relating the output, $y(n)$, and the input, $x(n)$.
(10%)
- (b) terbitkan fungsi pindahnya, $H(z)$
derive its transfer function, $H(z)$.
(30%)
- (c) dapatkan sambutan frekuensi di a.t. (dc), 1/4 dan 1/2 frekuensi sampel, dan
determine the frequency response at dc, 1/4 and 1/2 the sampling frequency, and
(40%)
- (d) lakarkan sambutan frekuensi dalam jeda $0 \leq \omega \leq \omega_s$; ω_s merupakan frekuensi
sampelan dalam rads^{-1} .
*sketch the frequency response in the interval $0 \leq \omega \leq \omega_s$, where ω_s is the sampling
frequency in rads^{-1} .*
(20%)

...3/-



Rajah 1

Figure 1

2. Secara praktik, proses pelinggaran bagi suatu sistem lurus masa tak varian dilakukan dengan membahagikan data masukan, melaksanakan perkiraan secara berperingkat dan kemudiannya menggabungkan hasilnya. Ini adalah disebabkan tempoh data masukan yang lama, ataupun disebabkan ingatan yang tidak mencukupi untuk menyipam semua data.

In practice the convolution process of a discrete LTI system is carried out by sectioning the input data, performing the calculations in stages and then combining the results. This is because the input data is of a long duration, or more likely because the available memory is not large enough to store all the data.

- (a) Huraikan kaedah tindih-tambah.
Describe the overlap-add method. (40%)

- (b) Gunakan kaedah tindih-tambah untuk mendapatkan keluaran sistem yang mempunyai fungsi sambutan dedenyut, $h(n) = \{1, 0, 1\}$ untuk data masukan, $x(n) = \{1, 3, 2, -3, 0, 2, -1, 0, -2, 3, -2, -1, \dots\}$.

Use the overlap-add method to calculate the output of the system with impulse response function $h(n) = \{1, 0, 1\}$ for the input data $x(n) = \{1, 3, 2, -3, 0, 2, -1, 0, -2, 3, -2, -1, \dots\}$.

(30%)

- (c) Suatu proses penurasan digit masa nyata dilaksanakan dengan kaedah pelinggaran cepat iaitu dengan menggunakan jelmaan Fourier cepat (JFC) dan tindih-tambah. Sekiranya sambutan dedenyut turas mempunyai 420 sampel dan saiz blok JFC adalah 1024, dapatkan bilangan perkiraan JFC yang diperlukan untuk menuras suatu isyarat yang tempohnya 2 jam dan disampel pada 40 kHz.

A real-time digital filtering process is carried out by the fast convolution approach i.e. using the FFT and overlap-add processes. Given that the impulse response of a filter has 420 samples and the FFT block size is 1024, determine the number of FFT calculations required for filtering a signal having a duration of 2 hours sampled at 40 kHz.

(30%)

...5/-

- 3 Secara praktik, turas digit FIR lazimnya dilaksanakan oleh pemproses DSP, cip ASIC DSP atau dengan blok-blok binaan seperti pendarab, elemen ingatan dan pengawal untuk kederasan tinggi. Untuk kes-kes ini, bilangan bit yang digunakan bagi mewakili data masukan kepada turas, pekali turas dan juga dalam operasi aritmatik, mestilah kecil untuk kekesan dan untuk menghadkan kos turas digit.

In practice, FIR digital filters are often implemented using DSP processors, algorithmic-specific DSP chips or, where high speed is desired, building blocks of multipliers, memory elements, address and controllers. In these cases, the number of bits used to represent the input data to the filter and the filter coefficients and in performing arithmetic operations must be small for efficiency and to limit the cost of the digital filter.

- (a) Nyatakan dan terangkan kesan-kesan panjang perkataan terhingga
Identify and explain the effects of finite wordlength.

(40%)

- (b) Suatu turas digit FIR mempunyai fungsi pindah berikutnya,
A FIR digital filter has the following transfer function,

$$H(z) = 0.1 + 0.4z^{-1} + 0.4z^{-3} + 0.1z^{-4}$$

- (i) Dapatkan dan lakarkan sambutan frekuensi turas.
Obtain and sketch the frequency response of the filter.

(20%)

- (ii) Secara praktik, pekali turas dilaksanakan sebagai nombor 5-bit (tanda dan magnitud). Dapatkan dan lakarkan sambutan frekuensi baru bagi turas.

In practice, the filter coefficients are implemented as 5-bit (sign and magnitude) numbers. Obtain and sketch the new frequency response of the filter.

(30%)

...6/-

- (iii) Apakah kesan menambahkan suatu sebutan baru $0.5z^{-2}$ kepada fungsi pindah yang tersebut di atas?

What is the effect of adding a new term $0.5z^{-2}$ to the transfer function.
(10%)

- 4 Di dalam rekabentuk turas digit IIR, kaedah jelmaan-z dwilelurus boleh digunakan untuk mendapatkan pekali turas supaya sambutan turas adalah seperti yang dikehendakki..

In the design of IIR digital filters, the bilinear z-transform method can be used to obtain suitable filter coefficients such that the filter response behaves in a desired manner.

- (a) Bentangkan prosedur untuk mengirakan pekali turas digit dengan menggunakan cara ini. Terangkan sebutan *praherot* ('prewarp').

Outline the procedure for calculating the digital filter coefficients by this method. Explain the term prewarp.

(40%)

- (b) Dengan menggunakan kaedah ini, dapatkan fungsi pindah dan persamaan beza bagi turas digit yang setara dengan turas RC. Lakarkan gambar rajah blok bagi turas RC dan turas digit setaranya. Andaikan frekuensi sampel 150 Hz dan frekuensi potong 30 Hz.

Determine, using the bilinear z-transform method, the transfer function and the difference equation for the digital equivalent of the resistance-capacitance (RC) filter. Sketch the block diagram for the RC filter and its digital equivalent. Assume a sampling frequency of 150 Hz and a cutoff frequency of 30 Hz.

(60%)

- 5 (a) Takrifkan jelmaan Fourier diskrit (JFD) untuk suatu jujukan $x(n)$ yang panjangnya N . Apakah hubungan di antara JFD dan jelmaan-z bagi $x(n)$?

Define the discrete Fourier transform (DFT) for a sequence $x(n)$ of length N . What is the relationship between the DFT and z-transform of $x(n)$?

(30%)

- (b) Bentangkan suatu kaedah untuk mengurangkan bilangan perkiraan bagi JFD. Dapatkan had bagi bilangan pendaraban yang terlibat di dalam kaedah ini.

Outline a method for reducing the number of computations for the DFT. Determine the bound for the number of multiplications involved in the method.

(30%)

- (c) Dapatkan JFD titik-4, $X(k)$, $0 \leq k \leq 3$ untuk jujukan, $x(n) = \{1.1, -0.7, 3.7, 4.3\}$.

Determine the 4-point DFT, $X(k)$, $0 \leq k \leq 3$, for the sequence $x(n) = \{1.1, -0.7, 3.7, 4.3\}$.

(20%)

- (d) Suatu operasi penurasan telah dilakukan ke atas jujukan tersebut sebelum jelmaan songsang iaitu komponen $X(2)$ telah disetengahkan. Dapatkan jujukan terturas dan bandingkan dengan jujukan asal. Berikan komen anda.

A filtering operation on the above sequence is carried out prior to inverse transformation; the $X(2)$ component is halved. Obtain the the filtered sequence, compare it to the original sequence and give your comments.

(20%)

- 6 (a) Di dalam rekabentuk turas FIR menggunakan kaedah tingkap, kita dapati bahawa sambutan frekuensi yang terhasil mengandungi riak-riak di jalur laluan dan jalur hentian. Terangkan dengan bantuan gambar rajah kenapa ini terjadi.

In the FIR digital filter design using the Window technique, it is found that the resultant frequency response consists of ripples in both the passband and the stopband. Explain with the help of diagrams why this is so.

(40%)

- (b) Rekabentukkan suatu turas digit laluan rendah yang memenuhi perincian berikutnya:-

Design a lowpass digital filter that meets the following specifications:-

- (i) sambutan fasa lurus tepat
exactly linear phase response,
- (ii) jalur laluan: 0 – 0.5 MHz,
passband: 0 – 0.5 MHz,
- (iii) pelemahan jalur hentian: > 50 dB untuk frekuensi, $f > 2.2$ MHz,
stopband attenuation: > 50 dB for frequencies, $f > 2.2$ MHz,
- (iv) frekuensi sampel: 5 MHz.
sampling frequency: 5 MHz.

...9/-

Gunakan tingkap Hamming, $w(n) = 0.54 - 0.46 \cos [2\pi n/(N-1)]$, $0 \leq n \leq N-1$. Perhatikan bahawa lebar peralihan bagi tingkap ini adalah $3.3/N$. Dapatkan bilangan sampel N dan pekali turas. Anda perlu mendapatkan formula perkiraan bagi pekali turas dan hanya menunjukkan proses perkiraan bagi satu pekali turas sahaja.

Use Hamming window, $w(n) = 0.54 - 0.46 \cos [2\pi n/(N-1)]$, $0 \leq n \leq N-1$. Note that the transition width when using this window is $3.3/N$. Obtain the number of samples, N and the filter coefficients. You only need to provide the formula for obtaining the filter coefficients and demonstrate only one calculation for a chosen filter coefficient.

(60%)

ooo0ooo