山 东 大 学

二〇一八年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

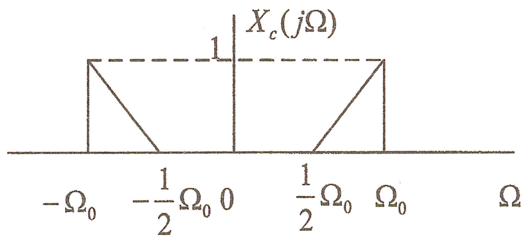
科目代码 921　　　　科目名称 数字信号处理

（答案必须写在答卷纸上，写在试题上无效）

1、（14 分）考虑下面 3 个序列，判断 $q[-n]=v[-n]*w[-n]$ 吗？并陈述原因。

$v[n]=u[n]-u[n-6]; w[n]=\delta[n]+2\delta[n-2]+\delta[n-4]; q[n]=v[n]*w[n]$。

2、（18 分）一个傅里叶变换如图所示的信号 $x_c(t)$，用采样周期 $T=2\pi/\Omega_0$ 采样形成序列 $x[n]=x[nT]$，



（a）对 $|\omega|<\pi$，画出傅里叶变换 $X_c(e^{j\omega})$ 频谱图。(6 分)

（b）要从 $x[n]$ 完整恢复 $x_c(t)$，请画出该恢复系统的方框图，并给出相应特性，假设可以利用理想滤波器。(6 分)

（c）T 在什么范围内（用 Ω_0 表示），$x_c(t)$ 可以从 $x[n]$ 恢复？(6 分)

3、（15 分）一个因果的线性时不变系统其系统函数如下：

$$H(z)=\frac{2+0.2z^{-1}}{1+0.2z^{-1}-0.15z^{-2}}$$

（1）求收敛域。（6 分）

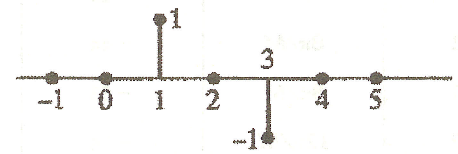
（2）求系统单位脉冲响应 h[n]。（9 分）

4、（10 分）一个因果的线性时不变系统其差分方程是：

$$y[n]+\frac{1}{4}y[n-1]-\frac{3}{8}y[n-2]=x[n]-\frac{3}{2}x[n-1]-x[n-2].$$

画出该系统直接 II 型结构实现的信号流图。

5、（10 分）下面图形是 FIR 滤波器单位脉冲响应 h[n]的图形表示，该系统是广义线性相位系统吗（给出解释）？若是线性相位系统，则求系统的群延迟。



6、（10 分）假设已有现成程序可以计算 DFT 如下式，即程序输入是 $x[n]$，输出 DFT 是 X[k]。

$$X[k]=\sum_{n=0}^{N-1}x[n]e^{-j(2\pi/N)kn},\quad k=0,1,2,\dots,N-1;$$

怎样调整程序输入和输出使得用已有程序可计算如下式所示的傅立叶反变换?并给出原理。

$$x[n]=\frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1}X[k]e^{j(2\pi/N)kn},\quad n=0,1,2,\dots,N-1;$$

（即用已有程序时输入应该是 X[k]或与 X[k]有关的序列，而输出该是 $x[n]$。）

7、（15 分）一个因果的线性时不变系统其系统函数如下式：

$$H(z)=\frac{(1+0.2z^{-1})(1-9z^{-2})}{1+0.81z^{-2}}$$

（1）系统是否稳定？给出理由。（5 分）

（2）求最小相位系统 $H_{min}(z)$ 和全通系统 $H_{ap}(z)$，使 $H(z)=H_{min}(z)H_{ap}(z)$。（10 分）

8、（15 分）通过用窗函数截取截止频率为 $\omega_c=0.3\pi$ 的理想低通滤波器的单位脉冲响应 $h_d[n]$ 来设计 FIR 低通滤波器(窗函数法)，使其满足如下参数：

$$0.95\le\left|H(e^{jw})\right|\le1.05,\quad |w|\le0.25\pi$$
$$\left|H(e^{jw})\right|\le0.1,\quad 0.35\pi\le|w|\le\pi$$

（1）　图中哪些窗函数能满足设计要求？($\log_{10}0.05=-1.3$)　（8 分）

（2）　对满足要求的窗函数，给出设计的 FIR 滤波器的最小长度 M+1。（7 分）

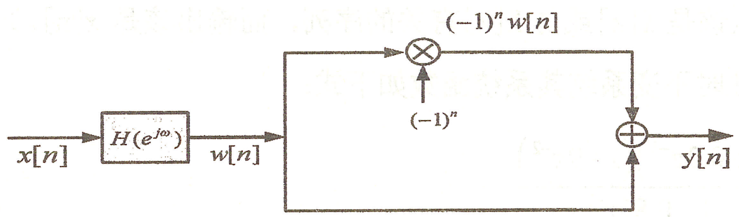
考试结束后请将本试题与答题纸（卡）一并交回

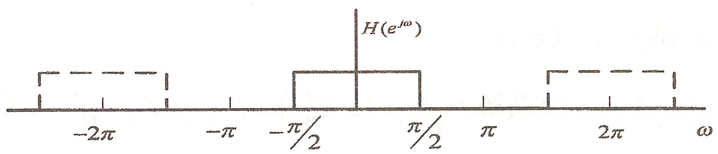
窗的类型	最大旁瓣幅度（相对值）	主瓣近似宽度	最大逼近误差 $20\log_{10}\delta$(dB)
矩形	−13	$4\pi(M+1)$	−21
Bartlett	−25	$8\pi/M$	−25
Hanning	−31	$8\pi/M$	−44
Hamming	−41	$8\pi/M$	−53
Blackman	−57	$12\pi/M$	−74

9、（10 分）求序列 $x(n)$ 的 Z 变换，并确定其收敛域 ROC。

$$x(n)=\{x(-2),x(-1),x(0),x(1),x(2)\}=\{-\frac{1}{4},\frac{1}{2},1,\frac{1}{2},\frac{1}{4}\}。$$

10、（18 分）对图所示系统，当输入 $x[n]=\delta[n]$ 时，求输出 $y[n]$。$H\left(e^{j\omega}\right)$ 是一个理想低通滤波器，即 $H\left(e^{j\omega}\right)=\begin{cases}1,|\omega|<\pi/2\\0,\pi/2<|\omega|\le\pi\end{cases}$。





11、（15 分）求有限长序列 $x(n)$ 的偶数 N 点 DFT

$$x[n]=\begin{cases}1,\ n\ 为偶数,0\leqslant n\leqslant N-1\\0,\ n\ 为奇数,0\leqslant n\leqslant N-1\end{cases}$$