

您所在位置：网站首页 文档分类 高等教育 理学

北京理工大学--数字信号处理试卷A卷-1.pdf

[下载文档](#)

④ 70 ❤ 0 约1.85万字 约 8页 2022-01-28 发布于辽宁 ① 举报 ② 版权申诉

1. (20 分)

- (1) 简述什么是栅栏效应和频谱泄露，并指出其产生的原因，以及克服的办法。
- (2) $x(n)$ 是列长为 N 的复数序列， $x_{op}(n)$ ， $x_{as}(n)$ 分别为其周期性共轭对称分量和周期性共轭反对称分量， $X(k)$ 为其 DFT，证明： $DFT(x_{op}(n)) = \text{Re}[X(k)]$ ， $DFT(x_{as}(n)) = j\text{Im}[X(k)]$ 。

2. (15 分) 已知 $u(n) = [1 \ -4 \ 4 \ -4]$ 和 $v(n) = [3 \ -1 \ 0 \ -2]$ ，

- (1) 求序列 $x(n) = u((3-n))_s R_s(n)$ 和 $y(n) = v((2+n))_s R_s(n)$ ；
- (2) 求序列 $x(n)$ 和 $y(n)$ 的 5 点圆周卷积，结果中哪些值与两者的线性卷积结果相同，解释其原因；
- (3) 写出利用 FFT 计算 $w(n) = u(n) + jv(n)$ 和 $z(n) = x(n) + jy(n)$ 线性卷积的主要步骤，要求尽量减少乘法运算次数，并估计运算量。

3. (15 分)

(1) $x(n) = 4\delta(n) + 3\delta(n-1) + 3\delta(n-2) + 4\delta(n-3)$

求 $X(k) = DFT[x(n)]$

(2) 已知 $X(k) = \begin{cases} \frac{N}{2}e^{j\theta} & k = m \\ \frac{N}{2}e^{-j\theta} & k = N-m, m \text{ 为正整数, 且 } 0 < m < \frac{N}{2} \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$ ，

N 为列长，且为偶数。求 $x(n) = IDFT[X(k)]$ 。

- (3) 判断下列 FIR 数字滤波器是否具有线性相位特性，若有，说明理由；若没有，如何做才能使其具有线性相位特性，并给出相应的系统函数 $H(z)$

$$H(z) = (1 + 0.25z^{-1})(1 - (\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}j)z^{-1})(1 - (0.5 - 0.5j)z^{-1})$$

4. (15 分)

- (1) 推导按频率抽取基-2FFT 算法的蝶形运算公式，并画出蝶形运算结构；
- (2) 画出相应的 $N=16$ 时的算法流程图（要求输入正序，输出反序，原位运算）；
- (3) 给出复乘、复加的运算量公式，并与直接计算的 DFT 运算量比较；
- (4) 结合算法流图，解释改善 DFT 运算量的基本途径。



该用户



行业



最



5. (20 分) 用双线性变换法设计数字巴特沃斯低通滤波器，要求在 $0 \leq f \leq 100\text{Hz}$ 的通带范围内

幅度变化不大于 2dB ，在 $f \geq 200\text{Hz}$ 的阻带范围内衰减不小于 15dB ，采样频率为 1KHz 。

- (1) 确定数字滤波器的阶数 N ；
- (2) 确定数字滤波器的系统函数 $H(z)$ ；
- (3) 画出数字滤波器的任意一种结构实现形式。

6. (15 分) 设理想数字带通滤波器的幅频响应为

$$|H_d(e^{j\omega})| = \begin{cases} 1 & 0.3\pi \leq |\omega| \leq 0.6\pi \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$$

要求用 I 型频率取样设计法，设计采样点数为 15 的线性相位 FIR 数字滤波器

- (1) 确定滤波器的频域取样序列 $H(k)$ ；
- (2) 确定滤波器的系统函数 $H(z)$ 和频率响应 $H(e^{j\omega})$ ；
- (3) 画出数字滤波器的一种结构实现形式。

上传
为客



定制咨询

参考答案及评分标准

 1. (20分)
(1) (10分)

栅栏效应: $X(k) \approx X_a(e^{j\omega}) \Big|_{\omega=\frac{2\pi k}{N}}$, 好像通过一个“栅栏”观察, 可以通过补零改善。频谱泄漏:

露: 信号截断, 频谱分量从正常频谱扩散出来, 可以通过窗函数加权改善。

(2) (10分)

$$x_{op}(n) = \frac{1}{2} [x(n) + x^*(N-n)]$$

$$x_{op}(n) = \frac{1}{2} [x(n) - x^*(N-n)]$$

$$DFT[x_{op}(n)] = \frac{1}{2} \{ DFT[x(n)] + DFT[x^*(N-n)] \} = \frac{1}{2} [X(k) + X^*(k)] = \text{Re}[X(k)]$$

$$DFT[x_{op}(n)] = \frac{1}{2} \{ DFT[x(n)] - DFT[x^*(N-n)] \} = \frac{1}{2} [X(k) - X^*(k)] = j \text{Im}[X(k)]$$

或:

$$\frac{1}{2} [X(k) + X^*(k)] = \text{Re}[X(k)]$$

$$j \text{Im}[X(k)] = \frac{1}{2} [X(k) - X^*(k)]$$

$$IDFT\{\text{Re}[X(k)]\} = \frac{1}{2} \{ IDFT[X(k)] + IDFT[X^*(k)] \} = \frac{1}{2} [x(n) + x^*(N-n)] = x_{op}(n)$$

$$IDFT\{j \text{Im}[X(k)]\} = \frac{1}{2} \{ IDFT[X(k)] - IDFT[X^*(k)] \} = \frac{1}{2} [x(n) - x^*(N-n)] = x_{op}(n)$$

 2. (15分)

$$(1) (4分) x(n) = [-4 \quad 4 \quad -4 \quad 1 \quad 0], y(n) = [0 \quad -2 \quad 0 \quad 3 \quad -1]$$

$$(2) (6分) x(n)*y(n) = [0 \quad 8 \quad -8 \quad -4 \quad 14 \quad -16 \quad 7 \quad -1 \quad 0] \quad (\text{这一步结果可以不给出})$$

$$x(n) \circledast y(n) = [-16 \quad 15 \quad -9 \quad -4 \quad 14] \quad (4分, 第1步算错了, 最多得一半)$$

(解释原因2分)5点圆周卷积是线性卷积以5为周期延拓所得周期序列, 由于混叠, 只有最后一个点(第5点, 或n=4)与线性卷积结果一样。(如果答n=3, 4也算正确)

$$(3) (5分) 主要步骤 (4分):$$

① $w(n) \sim M = 4$, $z(n) \sim N = 5$, 将 $w(n)$ 和 $z(n)$ 分别补零到 L 点, $L \geq M + N - 1$, $L = 2^v$,

($L = 8$), 得 $w'(n)$ 和 $z'(n)$;

② 对 $w'(n)$ 和 $z'(n)$ 分别作 FFT, 得到 $W(k)$ 和 $Z(k)$;

③ $w(n)$ 和 $z(n)$ 的线性卷积结果为 $[W(k)Z(k)]$ 的 IFFT。

运算量 (1 分)

2 个 L 点 FFT, 复乘法 $2 * \left(\frac{L}{2}\right) * \log_2 L$, 复加法: $2 * L * \log_2 L$

$W(k)Z(k)$, L 次复乘法

1 个 L 点 IFFT, 复乘法: $\left(\frac{L}{2}\right) * \log_2 L$, 复加法: $L * \log_2 L$

总运算量, 复乘法: $3 * \left(\frac{L}{2}\right) * \log_2 L + L$, 复加法: $3 * L * \log_2 L$

3. (15 分)

(1) (5 分)

$$x(n) = [4 \ 3 \ 3 \ 4]$$

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W_N^{nk} = [14 \ 1 + j \ 0 \ 1 - j]$$

(2) (5 分)

$$\begin{aligned} x(n) &= \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) W_N^{-kn} \\ &= \frac{1}{N} \left[\frac{N}{2} e^{j\theta} e^{j\frac{2\pi}{N}mn} + \frac{N}{2} e^{-j\theta} e^{j\frac{2\pi}{N}(N-m)n} \right] \\ &= \frac{1}{2} \left[e^{j\left(\frac{2\pi}{N}mn+\theta\right)} + e^{-j\left(\frac{2\pi}{N}mn+\theta\right)} \right] \\ &= \cos\left(\frac{2\pi}{N}mn + \theta\right) \end{aligned}$$

(3) (5 分)

没有 (2 分)

$$z_1 = -0.25, z_2 = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}j, z_3 = 0.5 - 0.5j$$

$$\begin{aligned} H(z) &= (1 - z_1 z^{-1}) \left(1 - \frac{1}{z_1} z^{-1}\right) (1 - z_2 z^{-1}) (1 - z_2^* z^{-1}) (1 - z_3 z^{-1}) \left(1 - \frac{1}{z_3} z^{-1}\right) (1 - \\ &\quad z_3^* z^{-1}) \left(1 - \frac{1}{z_3^*} z^{-1}\right) \end{aligned}$$

4. (15 分)

(1) (5 分) 推导

$x(n) \sim N = 2^v$, 将 $x(n)$ 分为前后两半: $x(n)$ 和 $x\left(n + \frac{N}{2}\right)$

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W_N^{nk} = \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} x(n) W_N^{nk} + \sum_{n=\frac{N}{2}}^{N-1} x(n) W_N^{nk}$$

$$= \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} x(n) W_N^{nk} + \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} x\left(n + \frac{N}{2}\right) W_N^{(n+\frac{N}{2})k}$$

$$= \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} \left[x(n) + W_N^{\frac{N}{2}k} x\left(n + \frac{N}{2}\right) \right] W_N^{nk}$$

$$= \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} \left[x(n) + (-1)^k x\left(n + \frac{N}{2}\right) \right] W_N^{nk}, \quad 0 \leq k \leq N-1$$

令 $k = 2r$ 及 $k = 2r + 1$, $r = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$

$$X(2r) = \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} \left[x(n) + x\left(n + \frac{N}{2}\right) \right] W_N^{2rn} = \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} \left[x(n) + x\left(n + \frac{N}{2}\right) \right] W_{\frac{N}{2}}^{nr}$$

$$X(2r+1) = \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} \left[x(n) - x\left(n + \frac{N}{2}\right) \right] W_N^{(2r+1)n} = \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} \left[x(n) - x\left(n + \frac{N}{2}\right) \right] W_N^n W_{\frac{N}{2}}^{nr}$$

令

$$x_1(n) = x(n) + x\left(n + \frac{N}{2}\right)$$

$$x_2(n) = \left[x(n) - x\left(n + \frac{N}{2}\right) \right] W_N^n$$

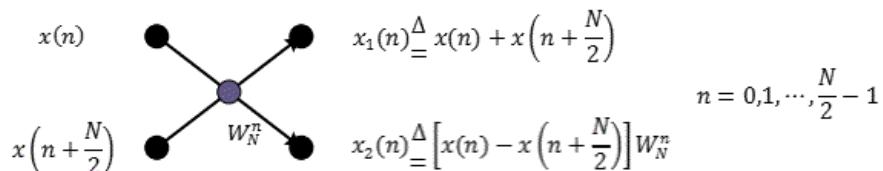
则

$$X(2r) = \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} x_1(n) W_{\frac{N}{2}}^{nr}$$

$$X(2r+1) \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} x_2(n) W_{\frac{N}{2}}^{nr}$$

分享文档拿积分，兑换付费内容折扣优惠

上传文档



(2) (5分) 输入输出顺序 2分, 系数 2分, 蝶形图是否规范 1分

(3) (3分)

FFT, 复乘法: $\left(\frac{N}{2}\right) * \log_2 N$, 复加法: $N * \log_2 N$

直接计算 DFT: 复乘法: N^2 , 复加法: $N(N - 1)$

(4) (2分)

利用 W_N^{nk} 的对称性和周期性使长序列的 DFT 分解为更小点数的 DFT, 分解一次运算量减少差不多一半, $N = 2^v$ 时经过 v 次分解后分解为 $N/2$ 个两点 DFT, 极大减少了计算量。(重点是要答出分解为跟小点数的 DFT)

(5) (20分)

(1) (8分)

$$\omega_p = 2\pi f_p T = 0.2\pi, \omega_s = 2\pi f_s T = 0.4\pi, \alpha_p = 2dB, \alpha_s = 15dB \text{ (2分)}$$

$$\Omega_p = \frac{2}{T} \tan\left(\frac{\omega_p}{2}\right), \Omega_s = \frac{2}{T} \tan\left(\frac{\omega_s}{2}\right) \text{ (2分)}$$

$$\begin{cases} -20 \log_{10} |H_a(j\Omega_p)| \leq \alpha_p \\ -20 \log_{10} |H_a(j\Omega_s)| \geq \alpha_s \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -10 \log_{10} |H_a(j\Omega_p)|^2 \leq \alpha_p \\ -10 \log_{10} |H_a(j\Omega_s)|^2 \geq \alpha_s \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} -10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{\Omega_p}{\Omega_c} \right)^{2N} \right] \geq -\alpha_p \\ -10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{\Omega_s}{\Omega_c} \right)^{2N} \right] \leq -\alpha_s \end{cases}$$

取等号求解方程组

$$N = \frac{\log_{10} \left(\frac{\frac{\alpha_p}{10^{10}} - 1}{\frac{\alpha_s}{10^{10}} - 1} \right)}{2 \log_{10} \left(\frac{\Omega_p}{\Omega_s} \right)} \approx 2.46$$

(4分, 方法正确, 结果计算错误 2分)

(2) (8分)



定制咨询

取 $N = 3$,

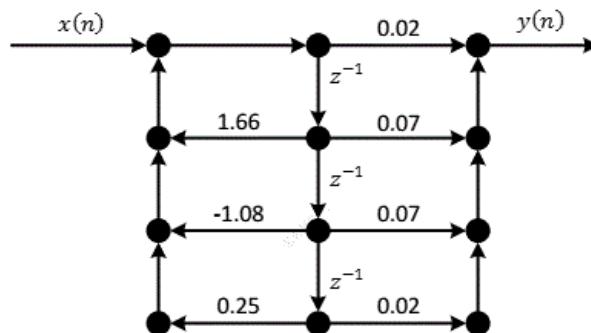
$$\Omega_c = \frac{\Omega_p}{\sqrt[2N]{\frac{\alpha_p}{10^{10}} - 1}} \approx 710.6$$

$$H_a(s) = \frac{\Omega_c^3}{s^3 + 2\Omega_c s^2 + 2\Omega_c^2 s + \Omega_c^3} = \frac{358819147.02}{s^3 + 1421.2s^2 + 1009904.72s + 358819147.02}$$

(4分, 极点正确或公式正确, 结果计算错误2分)

$$H(z) = H_a(s)|_{s=\frac{z-1}{T_1+z^{-1}}} = \frac{0.02 + 0.07z^{-1} + 0.07z^{-2} + 0.02z^{-3}}{1 - 1.66z^{-1} + 1.08z^{-2} - 0.25z^{-3}}$$

(4分, 映射关系正确, 结果计算错误2分)



(3) (4分, 结构正确, 系数错误2分)

6. (15分)

(1) (15分)

$$H_k = [0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0] \text{ (要有判断过程)}$$

$$\theta(k) = -\frac{2\pi}{N}k\left(\frac{N-1}{2}\right), \quad k = 0, \dots, N-1 \quad \text{或}$$

$$\theta(k) = \begin{cases} -\frac{2\pi}{N}k\left(\frac{N-1}{2}\right), & k = 0, \dots, \frac{N-1}{2} \\ \frac{2\pi}{N}(N-k)\left(\frac{N-1}{2}\right), & k = \frac{N+1}{2}, \dots, N-1 \end{cases}$$

$$H(k) = H_k e^{j\theta(k)} \text{ (6分)}$$

(以下2分)

$$H(3) = e^{-j\frac{14}{15}3\pi} = e^{-j\frac{12}{15}\pi} = e^{-j\frac{4}{5}\pi} = -0.81 - 0.59j$$

课程推广



Excel高效办公21大数据库处理技巧



大数据时代的处方药营销上量管理



Excel职场应用-高效数据处理与分析
职场沟通心理学与关系处理与分析

$$H(4) = e^{-j\frac{14}{15}4\pi} = e^{-j\frac{26}{15}\pi} = e^{j\frac{4}{15}\pi} = 0.67 + 0.74j$$

$$H(11) = e^{j\frac{14}{15}4\pi} = e^{j\frac{26}{15}\pi} = e^{-j\frac{4}{15}\pi} = 0.67 - 0.74j$$

$$H(12) = e^{j\frac{14}{15}3\pi} = e^{j\frac{12}{15}\pi} = e^{j\frac{4}{5}\pi} = -0.81 + 0.59j$$

$$H(0) = H(1) = H(2) = H(5) = H(6) = H(7) = H(8) = H(9) = H(10) = H(13) = H(14)$$

$$= 0$$

(2) (4 分) $H(z)$ 2 分, $H(e^{j\omega})$ 2 分)

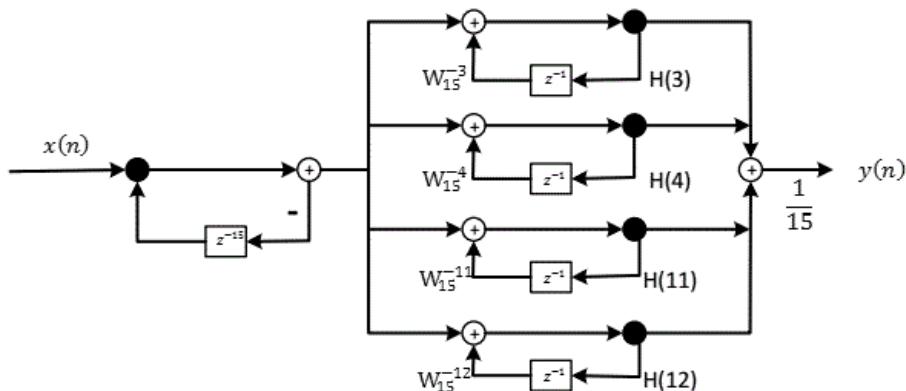
$$H(z) = \frac{1-z^{-N}}{N} \sum_{k=0}^{N-1} \frac{H(k)}{1-W_N^{-k}z^{-1}} \quad \text{或}$$

$$H(z) = \frac{1-z^{-N}}{N} \left[\frac{H_0}{1-z^{-1}} + \sum_{k=1}^{\frac{N-1}{2}} \frac{2(-1)^k H_k \cos\left(\frac{\pi k}{N}\right)(1-z^{-1})}{1-2\cos\left(\frac{2\pi k}{N}\right)z^{-1}+z^{-2}} \right]$$

$$\Rightarrow H(z) = \frac{1-z^{-15}}{15} \left[\frac{-1.62 + 1.62z^{-1}}{1-0.62z^{-1}+z^{-2}} + \frac{1.34 - 1.34z^{-1}}{1+0.21z^{-1}+z^{-2}} \right]$$

$$H(e^{j\omega}) = \frac{e^{-j\frac{N-1}{2}\omega}}{N} \sum_{k=0}^{N-1} H(k) e^{-j\frac{\pi k}{N}} \frac{\sin(\frac{N\omega}{2})}{\sin(\frac{\omega-\pi k}{2})} \quad \text{或}$$

$$H(e^{j\omega}) = H(z)|_{z=e^{j\omega}}$$



(3) (3 分)

全文预览结束

下载文档

- 1、本文档共8页，其中可免费阅读3页，需付费20金币后方可阅读剩余内容。
- 2、本文档内容版权归属内容提供方，所产生的收益全部归内容提供方所有。如果您对本文有版权争议，可选择认领，认领后既往收益都归您。
- 3、本文档由用户上传，本站不保证质量和数量令人满意，可能有诸多瑕疵，付费之前，请仔细先通过免费阅读内容等途径辨别内容交易风险。如存在严重挂羊头卖狗肉之情形，可联系本站下载客服投诉处理。
- 文档侵权举报电话：19108035856(电话支持时间：9:00-19:00)。

您可能关注的文档

文档评论 (0)

请自觉遵守互联网相关的政策法规，严禁发布色情、暴力、反动的言论。

发表评论

版权处理

版权声明

使用帮助

用户协议

侵权处理

隐私政策

免责声明

上传下载

致被侵权者一封信

投稿赚钱

网站诺言

文赚学院

文赚入门

工具技巧

官方动态

文档分析

关于

关于网站

联系我们

企业文化

公司优势

对外合作

更多

机构入驻

内容整治报告

原创力公益

版权公示

处罚记录

原创力文档从2008开站以来，已有超数十万网友上传了数亿文档，原创力文档定位于“知识资源平台、知识服务平台”；本网站为内容提供方提供“创作营收”解决方案：你只需要简短分发/售出/发票开具/知识增值创收都由我们完成，让你无后顾之忧！若您的权利被侵害，侵权客服QQ：2355583797 电话：19108035856(电话支持时间：9:00-19:00) 欢迎

公安局备案号：51011502000106 | 工信部备案号：蜀ICP备08101938号-1 | ICP经营许可证/EDI许可证：川B2-20180569 | 公司营业执照 | 出版物经营许可证：成新出发

© 2010-2022 max.book118.com 原创力文档. All Rights Reserved 四川文动网络科技有限公司 违法与不良信息举报电话：18582317992