

**课 程 设 计**

**课程设计名称： 信号处理类课程设计**

**专 业 班 级 ： 电信2101班**

**学 生 姓 名 ： 陈闯**

**学 号 ： 211040200102**

**指 导 教 师 ： 杨静**

**课程设计时间： 2023-09-04至2023-12-20**

**信号处理类 课程设计任务书**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **学生姓名** | 陈闯 | **专业班级** | | 电信2101 | **学号** | | 211040200102 |
| **题 目** | 基于汉宁窗的FIR高通滤波器设计 | | | | | | |
| **课题性质** | 其他 | | **课题来源** | | | 自拟 | |
| **指导教师** | 杨静 | | **同组姓名** | | | 无 | |
| **主要内容** | 按要求设计数字滤波器，并对音频信号进行滤波。设计内容如下：  选用给定音频信号，或自行录制一段音频，要求时长5~10秒。在音频信号中叠加单个或多个低频频率分量。  用汉宁窗函数法设计FIR高通滤波器，通带截止频率、阻带截止频率自行设定，以能够滤除叠加的低频分量为准。通带最大衰减、阻带最小衰减依据所选窗函数，自行设定。  利用所设计的FIR高通滤波器，对叠加了低频噪声的音频信号进行高通滤波，对比滤波前后音频信号的变化。  利用MATLAB软件进行系统建模，编写程序实现设计方案。 | | | | | | |
| **任务要求** | 1、掌握用汉宁窗函数法设计FIR高通滤波器的原理和设计方法。  2、用MATLAB画出滤波前、后音频信号的时域波形和频谱图。  3、用MATLAB画出FIR高通滤波器幅频特性、相频特性图。  4、对音频信号进行滤波，验证所设计的滤波器。  5、撰写规范的课程设计报告。 | | | | | | |
| **参考文献** | [1]程佩青. 数字信号处理教程（第五版）MATLAB版[M]. 北京: 清华大学出版社，2017.  [2]史洁玉. MATLAB信号处理超级学习手册[M]. 人民邮电出版社，2014.  [3]陈中祥，熊莹霞. 基于MATLAB/GUI的FIR和IIR数字滤波器的设计实现[J]. 智能计算机与应用，2022，12(01): 80-83.  [4]谢芳，陆文骏. 基于MATLAB的含噪语音信号降噪处理方法[J]. 九江学院学报（自然科学版），2022，37(03): 45-49.  [5]徐帆云. 基于Matlab的音频降噪滤波器设计[J]. 电声技术，2017，41(02) : 28-33.  [6]S. K. Mitra. Digital Signal Processing: A Computer Based Approach, 3rd Edition [M], New York, USA: McGraw-Hill, 2011.  [7]R. G. Lyons. Understanding Digital Signal Processing, 2nd Edition[M]. New Jersey, USA: Prentice Hall, 2005. | | | | | | |
| **审查意见** | **指导教师签字：**  **教研室主任签字： 2023 年 09月 01日** | | | | | | |

说明：本表由指导教师填写，由教研室主任审核后下达给选题学生，装订在设计（论文）首页

**摘 要**

本课程设计使用MATLAB对基于汉宁窗的FIR高通滤波器进行设计，并对采集的语音信号进行滤波，从而实现语音去噪。在设计过程中，首先选用自行录制的一段音频音乐作为输入信号，并对录制的信号进行采样，绘制出采样后音频信号的时域图和频谱图；然后，通过在音频信号中叠加多个低频正弦频率分量进行加噪，并利用设计的基于汉宁窗的FIR高通滤波器，对叠加了低频噪声的音频信号进行高通滤波；最后依据滤波器的性能指标对仿真结果进行分析，通过回放录音对比去噪效果，并对比滤波前后的信号时域频域图的波形变化，给出滤波器特性曲线。最终，本课程设计出的滤波器性能指标和降噪效果都可以满足要求，验证了所设计巴特沃斯滤波器的有效性。

关键词：MATALB 汉宁窗 FIR高通滤波器 音频滤波 正弦噪声

**目 录**

[1 引言 1](#_Toc518290139)

[2 设计内容及要求 2](#_Toc518290140)

[3 设计原理 3](#_Toc518290141)

[3.1 xxx 3](#_Toc518290142)

[4 设计方案 4](#_Toc518290143)

[4.1 xxx 4](#_Toc518290144)

[5 结果及分析 5](#_Toc518290145)

[5.1 xxx 5](#_Toc518290146)

[6 总结 6](#_Toc518290147)

[参考资料 7](#_Toc518290148)

[附录：程序源代码 8](#_Toc518290149)

# 1 引言

数字信号处理在现代通信、音频和图像处理等领域中得到了广泛的应用，而数字滤波器是其中的重要组成部分。数字滤波器是一种用于信号处理的数学模型，其目的是将输入信号经过滤波器后输出所需的信号。一般数字滤波器从功能上分类，和模拟滤波器一样，可以分成低通、高通、带通和带阻等滤波器，它可以是时不变的或时变的、因果的或非因果的、线性的或非线性的。其中，高通FIR滤波器是数字滤波器的一种重要类型，其特点是通过去除低频分量并保留高频分量，可以提高信号的质量和准确性，被广泛应用于语音和图像处理等领域。

​ 本课程设计旨在研究和设计基于汉宁窗的高通FIR滤波器，以实现对低频分量的去除和高频分量的保留，提高信号的质量和准确性。该设计方法具有简单、有效、实用的特点，在实际应用中具有广泛的应用前景。在本文中，将介绍高通FIR滤波器的基本原理，详细阐述汉宁窗的特性及其在高通FIR滤波器设计中的应用，进而给出基于汉宁窗的高通FIR滤波器的设计方法和实现步骤，并通过实验验证设计的有效性和性能。最后，将讨论该设计方法的优缺点及其在实际应用中的适用性和局限性。

# 2 设计内容及要求

2.1设计内容

​ 选用给定音频信号，或自行录制一段音频，要求时长5~10秒。在音频信号中叠加单个或多个低频频率分量。

​ 用汉宁窗函数法设计FIR高通滤波器，通带截止频率、阻带截止频率自行设定，以能够滤除叠加的低频分量为准。通带最大衰减、阻带最小衰减依据所选窗函数，自行设定。

​ 利用所设计的FIR高通滤波器，对叠加了低频噪声的音频信号进行高通滤波，对比滤波前后音频信号的变化。

​ 利用MATLAB软件进行系统建模，编写程序实现设计方案。

2.2 设计要求

1、掌握用汉宁窗函数法设计FIR高通滤波器的原理和设计方法。

2、用MATLAB画出滤波前、后音频信号的时域波形和频谱图。

3、用MATLAB画出FIR高通滤波器幅频特性、相频特性图。

4、对音频信号进行滤波，验证所设计的滤波器。

5、撰写规范的课程设计报告。

# 3 设计原理

本课程设计使用MATLAB对基于汉宁窗的FIR高通滤波器进行设计，并对采集的语音信号进行滤波，从而实现语音去噪。

3.1 窗函数法设计 FIR数字滤波器的基本思想

窗函数设计法的基本思想为，首先选择一个适当的理想的滤波器，然后用窗函数截取它的单位脉冲响应，得到线性相位和因果的FIR滤波器。这种方法的重点是选择一个合适的窗函数和理想滤波器，使设计的滤波器的单位脉冲响应逼近理想滤波器的单位脉冲响应。

需要注意的是，数字滤波器的传输函数都是以2π为周期的，滤波器的低通频带处于2π的整数倍处，而高频频带处于π的奇数倍附近，。其次，因录制的音频信号是模拟信号，所以若使用数字滤波器对叠加了噪声的信号进行滤波，则必须在设计数字滤波器之前首先要进行模数转换，将模拟信号转换成数字信号。

3.2 窗函数法设计FIR数字滤波器的设计步骤

（1）给定理想滤波器的频率响应,在通带上具有单位增益和线性相位，在阻带上具有零响应。一个带宽为的低通滤波器由下式给定

其中为采样延迟，其作用是为了得到因果的系统。

（2）确定这个滤波器的单位脉冲响应

为了得到一个h(n)长度为N的因果的线性相位FIR滤波器，令，得到

（3）用窗函数截取得到所设计的FIR数字滤波器h(n)

据过渡带宽及阻带衰减要求如表3-1，选择窗函数的类型并估计窗口长度N（或阶数M=N-1），窗函数类型可根据最小阻带衰减As独立选择，因为窗口长度N对最小阻带衰减As没有影响，在确定窗函数类型以后，可根据过渡带宽小于给定指标确定所拟用的窗函数的窗口长度N，设待求滤波器的过渡带宽为Δw，它与窗口长度N近似成反比，窗函数类型确定后，其计算公式即可确定，但这些公式是近似的，得出的窗口长度还要在计算中逐步修正，原则是在保证阻带衰减满足要求的情况下，尽量选择较小的N，在N和窗函数类型确定后，即可调用MATLAB中的窗函数求出窗函数w(n)。

|  |  |
| --- | --- |
| 窗函数频率特性 | 加窗后滤波器指标 |

窗函数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 旁瓣峰值（dB） | 主瓣宽度 | 过渡带宽 | 最小阻带衰减（dB） |
| 矩形窗 | -13 |  |  | -21 |
| 汉宁窗 | -31 |  |  | -44 |
| 海明窗 | -41 |  |  | -53 |
| 布莱克曼窗 | -57 |  |  | -74 |

表3-1 常用窗函数的特性

（4）验算技术指标是否满足要求。

在使用窗函数法设计FIR滤波器时要满足窗谱主瓣尽可能地窄，以获得较陡的过渡带；尽量减少窗谱的最大旁瓣的相对幅度，也就是使能量尽量集中于主瓣，减小峰肩和纹波，进而增加阻带的衰减。

# 4 设计方案

（本课程设计采用的设计方法、设计思路、设计步骤、程序流程图等。）

（要求图表清晰，大小适中。图的下方和表的上方有标题，第4章图表的标题格式例如：“图4-1 误码率曲线图”或“表4-1信息表”，标题字体为5号宋体。图表应居中。）

（注意：程序代码不应出现在正文中，所有代码作为附录放在末尾。）

4.1 xxx

××××××××××××××××（小4号宋体，1.5倍行距）××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××。

# 5 结果及分析

（MATLAB仿真结果图必须是自己的程序运行出来的，不能用截图，每一张贴出的仿真图，都应有相应的结果分析。属重点阐述部分。要求仿真数据充分，结果分析恰当合理。）

（要求图表清晰，大小适中。图的下方和表的上方有标题，第5章图表的标题格式例如：“图5-1 误码率曲线图”或“表5-1信息表”，标题字体为5号宋体。图表应居中。）

××××××××××××××××（小4号宋体，1.5倍行距）××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××。

5.1 xxx

××××××××××××××××（小4号宋体，1.5倍行距）××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××。

# 6 总结

（包括：结论和设计心得。要求能得出有效结论，对设计中出现的问题、问题的解决过程、以及自己解决工程问题能力的锻炼和提升方面，有分析和总结。）

××××××××××××××××（小4号宋体，1.5倍行距）××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××××。

# 参考资料

（参考文献格式如下）

1. 程佩青. 数字信号处理教程（第五版）MATLAB版[M]. 北京: 清华大学出版社，2017.
2. 史洁玉. MATLAB信号处理超级学习手册[M]. 人民邮电出版社，2014.
3. 陈中祥，熊莹霞. 基于MATLAB/GUI的FIR和IIR数字滤波器的设计实现[J]. 智能计算机与应用，2022，12(01): 80-83.
4. 谢芳，陆文骏. 基于MATLAB的含噪语音信号降噪处理方法[J]. 九江学院学报（自然科学版），2022，37(03): 45-49.
5. 徐帆云. 基于Matlab的音频降噪滤波器设计[J]. 电声技术，2017，41(02) : 28-33.
6. S. K. Mitra. Digital Signal Processing: A Computer Based Approach, 3rd Edition [M], New York, USA: McGraw-Hill, 2011.
7. R. G. Lyons. Understanding Digital Signal Processing, 2nd Edition[M]. New Jersey, USA: Prentice Hall, 2005.

表7-1 参考文献符号使用规范

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **逗号** | **引号** | **句号** | **括号** | **冒号** |
| 中文文献 | 中文逗号， | 中文引号 | 英文句号.  句号后加空格 | 英文括号() | 英文冒号:  冒号后加空格 |
| 英文文献 | 英文逗号,  逗号后加空格 | 英文引号 |

注意：

1. 参考文献不少于7篇。可参考任务书中的参考文献，也可以自己选。
2. 参考文献应在正文中有标注。以上标形式标注在句子末尾，例如第1篇文献标注如下：从离散时间来看，若系统的单位抽样(冲激)响应延伸到无穷长，称之为无限长单位冲激响应系统，简称为IIR系统[1]。
3. 参考文献以文献在整个论文中出现的次序用[1]、[2]、[3]……形式统一排序、依次列出。

# 附录：程序源代码

（要求：代码正确，运行正常，程序可读性好。）

注意：

1. 如报告格式不符合上述要求，或报告正文少于15页，或报告内容与他人雷同，必须重写！
2. 老师下达的任务书应装订在封皮和摘要之间，任务书和封皮上个人信息需填写完整。
3. 正文每一章另起一页。
4. 打印报告时请转成pdf格式再打印，否则可能会出现格式错误。保证封面上“课程设计”字体为隶书，如下图：

