数字信号处理实验报告

班级：通信1802 姓名：刘增运 学号：1808030220 指导老师：顾朝志

实验4 IIR数字滤波器设计

及在FDM复用信号滤波中的应用

**一、实验目的：**

1．熟悉用双线性变换法设计IIR数字滤波器的原理与方法；

2．掌握根据频谱图及滤波需求确定滤波器的指标参数的方法；

3．通过FDM复用信号数字滤波器的设计，掌握IIR数字滤波器的MATLAB实现方法；

4．通过观察FDM复用信号滤波前后的时域及其频谱图，建立数字滤波的感性认识。

**二、实验原理：**

IIR 数字滤波器的设计一般采用间接法：脉冲响应不变法和双线性变换法，应用最广泛的是双线性变换法，其基本过程是：

（1） 先将给定的数字滤波器的指标转换成过渡模拟滤波器的指标；

（2） 设计过渡模拟滤波器；

（3） 将过渡模拟滤波器的系统函数转换成数字滤波器的系统函数。 MATLAB信号处理工具箱中的各种IIR数字滤波器设计函数都是采用双线性

变换法。教材第6章介绍的滤波器设计函数butter、cheby1、cheby2和ellip可以分别被调用来设计巴特沃斯、切比雪夫1、切比雪夫2以及椭圆模拟和数字滤波器。

说明：

（1）实验可调用如上函数直接来设计IIR数字滤波器，即根据数字滤波器

指标设计相应的DF。

（2）实验的数字滤波器的MATLAB实现是指调用MATLAB信号处理工具箱函数filter对给定的输入信号x(n)进行滤波，得到滤波后的输出信号y(n)。

**三、实验内容**

1.利用双线性变换法，设计Butterworth低通数字滤波器，假设信号 ，其中=5Hz，。要求通带波纹小于1dB，幅度衰减大于15dB，采样周期 T=0.01s。

用间接设计方法设计数字低通 DF 的步骤：

(1)产生时域信号xt

要求给出xt的时域波形图。

(2)信号xt的频谱分析

确定采样频率和采样点数N=64; Fs=64;对xt信号进行采样得到序列xtnT。要求给出 xt的频谱图。

k=0:N-1;

wk=2\*pi/N\*k; % k对应的数字频率

stem(wk/pi,abs(Xk)/max(abs(Xk))); % 为避免幅度值随变换区间N变化的缺点，画图时可归一化幅度谱。

问题1-1：观察xt的频谱图，给出信号xt的频率分量对应的数字频率。（提示：通带截止频率大致为，通带截止频率大致为。）

(3)根据读出的数字滤波器的截止频率及已知的通带波纹、阻带衰减，利用双线性变换法的频率转换形式得到模拟滤波器的频率。

问题1-2：给出数字边界频率的双线性转换关系。

(4)IIR 数字滤波器的设计及实现

①本实验采用 Butterworth 模拟滤波器设计来完成相应低通滤波器的设计，具体可调用 buttord、butter 函数完成 DF 设计。

②滤波实现

可调用滤波器实现函数 filter 来完成此功能。

要求1：绘图显示低通滤波器的损耗函数曲线；

要求2：显示滤波后的时域波形图，观察滤波效果。

2.IIR 滤波器设计在 FDM 频分多路复用信号滤波分离过程中的应用

用数字频率直接设计数字低通 DF 的步骤：

(1)产生三路调幅信号构成的FDM时域复用信号st

已知调制信号形式为，试分别用频率为30Hz、60Hz、120Hz的三路信号去调制频率为300Hz、600Hz、1200Hz的余弦载波信号，实现三路抑制载波调幅信号，并由三路调幅信号构成FDM复用信号st。

要求给出st的时域波形图。

(2)FDM复用信号st的频谱分析

要求给出st幅频特性曲线。

取N=2048; Fs=4096; 对st信号进行采样得到序列stnT。

问题1：观察st的频谱图，分别给出三路调幅信号的数字频率范围。

(3)确定数字滤波器设计指标

根据题目 2 中读出的三路调幅信号的频率范围，分别确定可以分离 st 中三路调幅信号的三个滤波器（低通、带通、高通）的通带截止频率和阻带截止频率，并要求滤波器的通带最大衰减为 0.1dB，阻带最小衰减为 60dB。

说明：为了使滤波器阶数尽可能低，每个滤波器边界频率的选择原则是尽量使滤波器过渡带宽一些。

问题2：根据上述原则，分别给出三个数字滤波器的设计指标。

(4)IIR 数字滤波器的设计及实现

①本实验选用椭圆滤波器完成相应滤波器的设计，具体可利用数字频率指标调用ellipord 和ellip函数完成DF设计。

②滤波实现

用三个滤波器分别对信号st进行滤波，分离出st中的三路不同载波频率的调幅信号 y1(n)、y2(n)、y3(n)。可调用滤波器实现函数filter来完成此功能。

要求1：绘图显示各滤波器的损耗函数曲线；

要求2：显示 y1(n)、y2(n)和 y3(n)的时域波形图，观察分离效果。

**四、实验思考**