

实验七 综合实验

1. 实验目的

能综合利用信号处理的理论和 Matlab 工具实现对信号进行分析和处理

- (1) 熟练对信号进行时域和频域分析;
- (2) 熟练进行滤波器设计和实现;
- (3) 掌握对信号的滤波处理和分析。

2. 实验原理

设计并实现滤波器对信号进行分析和处理是信号处理课程学习的主要内容。通过对信号进行频谱分析,能发现信号的频率特性,以及组成信号的频率分量。对信号进行滤波处理,能改善信号的质量,或者为数据处理(如传输,分类等)提供预处理,等。本次实验是对特定信号进行分析并进行滤波处理,需要综合应用之前的实验内容,主要有以下几个方面。

(1) 离散时间信号与系统的时域分析

Matlab 为离散时间信号与系统的分析提供了丰富且功能强大的计算函数和绘图分析函数,便于离散时间信号和系统的时域表示和分析。

(2) 信号的频域分析

信号处理课程主要学习了离散信号和系统的频域分析方法与实现,以及滤波器的设计与实现。离散信号与系统的频域分析包括 DTFT、DFT、Z 变换等,FFT 则是 DFT 的快速实现。用 Matlab 分析信号的频谱可以用 freqz 函数或者 FFT 函数。

(3) 滤波器设计

滤波器的设计首先要确定滤波器的类型,即低通、高通、带通还是带阻。滤波器的边缘频率可以通过对信号的频谱分析得到,滤波器的幅度指标主要有阻带最小衰减 A_s 和通带最大衰减 A_p 。一般来说, A_s 越大,对截止通过的频率分量的衰减越大; A_p 越小,对需要保留的频率分量的衰减越小。因此, A_s 越大, A_p 越小,滤波器的性能越好,但随之而来,滤波器的阶数越大,实现的代价(包括计算时间和空间)越大。由此,滤波器的设计需要对滤波器性能和实现代价进行均衡考虑。

另外根据冲激响应的长度可以分为 IIR 和 FIR 两种类型。两种类型的滤波器各有特点。用 FIR 滤波器可以设计出具有严格线性相位的滤波器,但在满足同样指标的条件下,FIR 滤波器的阶数高于 IIR 滤波器。Matlab 为各种类型的滤波器的设计提供了丰富的函数,可以借助这些函数方便地设计出符合要求地滤波器。

3. 实验内容及步骤

已知长度为 100 的离散信号 x ,主要由三种不同频率的信号构成。请对 x 进行分析,并设计相应的滤波器,得到构成 x 的三种信号。

实验步骤:

- (1) 对信号进行时域和频域分析,确定信号 x 的频率分量。
- (2) 针对每个组成信号,设计滤波器。包括确定滤波器类型、滤波器指标等。
- (3) 用 Matlab 实现滤波器。
- (4) 应用滤波器进行滤波,得到相应的信号。

- (5) 对滤波结果进行分析，调整滤波器参数和设计方法，优化滤波结果。
- (6) 使用不同的滤波器滤出同一频率分量的信号，比较滤波的结果和不同滤波器的性能。
(选做)

3. 实验报告要求

- (1) 明确实验目的以及实验内容。
- (2) 详细叙述对信号进行分析的过程和结果，用图表显示信号的时域和频域波形。
- (3) 对滤波器设计的每个步骤有详细文字进行分析说明。
- (4) 对设计得到的每个滤波器给出其阶数和截止频率，并用图表显示其时频特性。
- (5) 对滤波得到的每个频率分量用图表形式给出其时域和频域波形。
- (6) 附有实验的完整源代码，代码中有详细的解释说明。
- (7) 对本次实验的体会总结，以及对信号处理课程的实验的体会总结。