实验2

学习filter和lsim两个命令

filter

当因果离散时间LTI系统由LCCDE（线性常系数差分方程）表示时，可以利用filter命令，计算给定输入时系统的输出



假定向量表示输入序列，其中，向量和代表系数和,则返回LTI系统的输出，满足



练习1：

对于因果LTI系统

（1），

（2）

（3）

输入为，利用filter命令计算并绘制输出，其中

lsim

当因果连续时间LTI系统由LCCDE（线性常系数微分方程）表示时，可以利用lsim命令，计算给定输入时系统的输出



类似于filter命令，向量和代表系数和，注意下标和按降序排列。返回LTI系统的输出，满足



练习2：

1. 因果LTI系统由一阶微分方程表征，，计算并绘制该系统的阶跃响应。Hint：阶跃响应为。
2. 因果LTI系统由一阶微分方程表征，，输入为，，利用lsim命令计算输出响应。
3. 分别利用impulse和step命令计算问题（1）的脉冲响应和阶跃响应。比较step和lsim命令得到的阶跃响应；比较求导后得到的脉冲响应和impulse命令得到的脉冲响应是否相同。

问题一（考查线性和时不变特性）：

有如下三个系统：

系统1：

系统2：

系统3：

其中是系统输入，，和为对应输出。

1. 对于输入信号，和，分别计算系统1的输出响应，和，以及。将四个输出响应用subplot和stem命令绘制在同一张图中。系统2和系统3同。
2. 说明每个系统是否为线性系统，并给出解释。若非线性，利用（1）的结果给出示例。
3. 说明每个系统是否为时不变系统，并给出解释。若非线性，利用（1）的结果给出示例。

LTI系统由其脉冲响应表征。若为输入为单位脉冲时连续时间LTI系统的响应，则对于任意输入，其系统响应为。

实际上，LTI系统也可以由输入具有一定宽度的脉冲对应的响应来表征，只要脉冲足够短。



一个因果LTI系统由一阶线性微分方程表征，

1. 给出单位阶跃响应和单位脉冲响应的表达式，对于，绘制和。
2. 利用step和impulse命令验证（1）的计算结果。
3. 利用lsim命令计算输入为时系统响应，分别取值为0.1，0.2和0.4。其中，而不是。将（1）得到的和绘制在同一张图中，当减小时，比较和。
4. 解释为什么的面积要为1。对于脉冲



其输出响应为？

1. 对于输入，其中。虽然的持续时间无限长，但大多数信号能量集中在。当的取值足够大时，LTI系统的响应将和等价。请解释的面积和的关系。

同样，，对于，8和16，分别计算LTI系统的输出响应，并将其和（1）的绘制在同一张图中。当取值较大时，比较和。

问题三（利用逆滤波的回声消除技术）：

首先运行Matlab，load一段语音信号

load lineup.mat

加载后的语音信号存为变量，运行命令，可以播放这段语音信号，其中8192为采样频率。

离散信号可表示为（a）

其中为原始语音信号，第二项为延迟为的回声信号，为幅度衰减因子（例如经过墙面反射的回声）。麦克风接收的声音信号包括两项，第一项为原始语音信号，第二项为经过墙面作用的回声。

本练习中假设，回声幅度。

（1）的模型是一个线性系统，确定并绘制该系统的单位脉冲响应，并存为向量，其中。

（2）考虑一个由差分方程描述的回声消除系统如下：

 （b）

其中是滤波器输入，为滤除回声后的声音信号。证明公式（b）为公式（a）的逆运算。

（3）公式（b）所示的回声消除系统是无限长度的脉冲响应。运用filter命令计算输入为时的脉冲响应，存为向量。

（4）利用命令实现一个回声消除系统，其中为问题（2）推导得到的系数向量。绘制并利用sound命令播放信号。