

基于 Simulink 的音频混响器与噪声处理

一、 实验目标

在 Simulink 上制作音频混响器，对信号实施混响处理，以模拟声场中的混响声效果，给发“干”的声音加“湿”，或者认为地增加混响时间，以弥补声场混响时间的不足。通过添加噪声和滤除噪声，实现对滤波器的设计和应用。

二、 实验背景

混响是室内声音的一种自然现象。当达到动态平衡（室内被吸收的声能等于发射的声能）时关断音源，在室内仍然有余音，此现象被称为混响。混响是由于声波经界面（地面、墙面、顶面）多次反射，在某空间区域形成的声音延续现象，由直达声和反射声叠加而成。

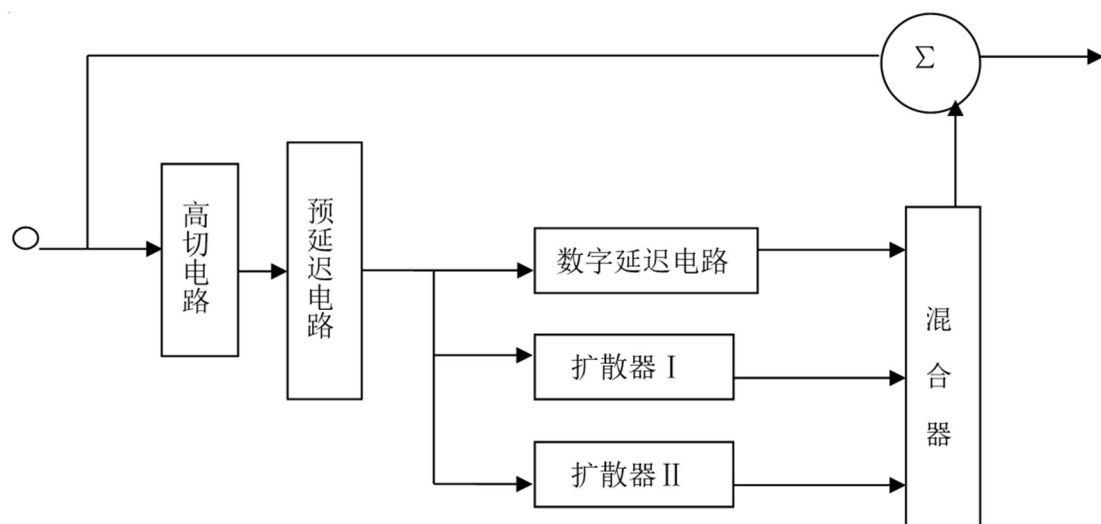
将延迟后的信号与原信号混合能获得混响效果，根据延迟信号的延迟时间及幅度的不同，其混响效果也不同。

混响的作用如下：(1)可以改变厅堂的混响时间，对较“干”的声音进行再加工，以增加空间感，提高音响效果的丰满度。(2)可以人为地制造一些特殊效果，如山谷、山洞的回声效果等。(3)通过调节混响声和直达声的比例，可以体现声音的远近感和深度感。

三、 实验原理

在室内形成的直达声、早期反射声和混响声中，除直达声外，早期反射声和混响声都经过了延时，而混响声的延时时间最长，并且是逐渐衰落的。为了模拟室内的音响效果，就需要产生上述不同的延时声，特别是混响声。因此首先要对主声信息进行不同的延时，然后对每个信息进行混合，从而模拟出室内的音响效果。

以数字延时器为基础的数字混响器原理图：



混响器原理图

理论上实验应该对音频做不同延迟时间和衰弱大小的处理，将得到的声音再与原音频相叠加，从而得到最终的混响音频。但本实验只对音频做特定延迟时间和衰弱大小的无限次处理，将处理后的声音与原音频相叠加，每次延迟后的声音输出为混响音频。

添加随机噪声后，通过双线性变换法设计巴特沃斯低通滤波器，对添加噪声后的声音进行滤波。

四、 实验步骤

1. 基于 Simulink 实现混响器的设计
2. 通过调整延迟时间，观察延迟对混响器的影响，测试音频并观察、比较频谱图
3. 通过调整增益，观察增益对混响器的影响，测试音频并观察、比较频谱图
4. 添加随机噪声，设计巴特沃斯低通滤波器，对添加噪声后的声音进行滤波。

五、 实验环境

- Windows10 64 位 操作系统
- MATLAB R2019a

六、 创新点

为改变混响定的混响效果，可在室内旋转各种隔把或增减吸音材料，以改变反射路径或强度来实现。混响室必须和播音室、录音室一样隔绝外界的噪声。在混响室内放置的扬声器和传声器也必须具备良好的频率响应。一般来说，混响室的投资较大。而我们通过 Simulink 实现了此效果，通过控制延迟时间和衰减程度，可以模仿出操场广播，西游记中佛祖念经等效果。