

基于 Simulink 的音频混响器与噪声处理

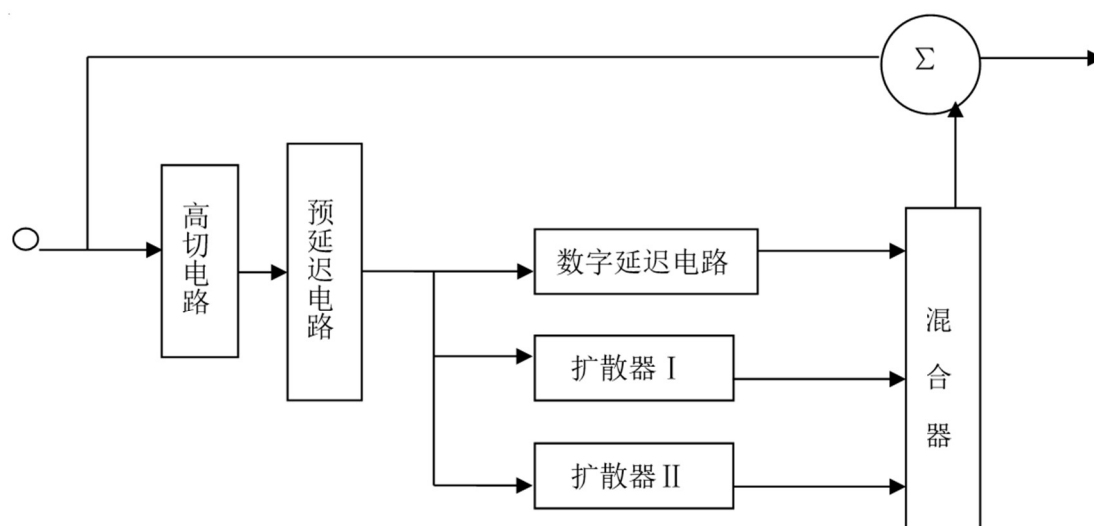
一、 实验描述

通过 Simulink 模拟音频混响器，输出均衡后的音频并且对比频谱图。对混响后的音频加噪滤波，分析对比信号的波形和频谱。

二、 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：



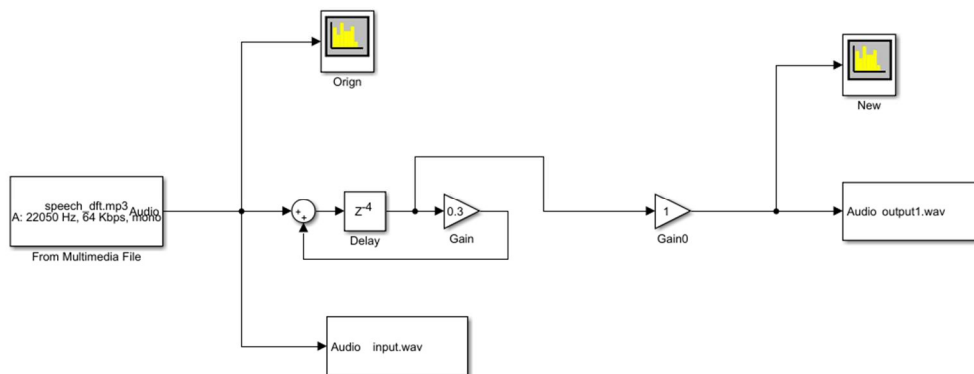
混响器原理图

这是一个递归的过程，对每一刻的声音进行延时衰弱处理，将处理后的声音再进行延时衰弱处理，如此往复，将每一时刻延时后的声音进行叠加输出，得到最终的混响音频。

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。

三、 实现步骤



- WAV 声音信号获取，即从文件 (*.wav) 读取音频信息。
- 将声音信号做延时和衰弱处理。
- 将衰弱处理的信号再进行延时衰弱处理，构成递归。
- 从延时后的信号获得输出信号，输出音频和频谱图。
- 保持衰弱幅度不变，通过修改延迟时间，输出音频和频谱图，测试延时时间的对混响的影响。
- 保持延迟时间不变，通过修改衰弱幅度，输出音频和频谱图，测试衰弱幅度的对混响的影响。
- 读取混响后的音频信号。
- 对混响后的声音做随机加噪处理。
- 用双线性变换法设计巴特沃斯低通滤波器。

```

% digital low-pass technical index
Ft = fs / N; % sampling rate fs, number of samples
Fp = 3000 * 2 * Ft;
Fs = 3600 * Ft;
Wp = 2 * pi * Fp;
Ws = 2 * pi * Fs;
wp = Wp / fs;
ws = Ws / fs;
alpha_p = 1; % passband ripple
alpha_s = 10; % stopband ripple

% analog low-pass technical index
T = 1;
omega_p = 2/T * tan(wp / 2); % omega_p: passband edge frequency
omega_s = 2/T * tan(ws / 2); % omega_s: stopband edge frequency

% design analog filter
[n_order, wc] = buttord(omega_p, omega_s, alpha_p, alpha_s, 's'); % calculate filter end N and 3dB final frequency wc
[B, A] = butter(n_order, wc, 's');

% convert to digital filter
[Bz, Az] = bilinear(B, A, 1/T);

```

- j) 使用该滤波器滤除刚才添加的随机噪声。
- k) 对比分析波形和频谱图，以及滤除噪声后的声音效果。

四、 进度安排

循序渐进。