

УДК 534.843.242

ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА РЕВЕРБЕРАТОРОВ

Демиденко А. С., Хлиманкова О. О.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г. А.

Процессоры пространственной обработки сигналов – ревербераторы – являются неотъемлемой частью любой современной студии и концертного зала.

Получить нужные звучания путем моделирования, простого копирования или синтеза характеристик, не существующих в реальности помещений, стало возможно практически в любом месте. На этом пути ревербераторы были самым первым и естественным шагом.

Для того чтобы полнее разобраться в этом эффекте, вспомним каким образом создается реверберация в реальных помещениях и из каких основных частей состоит собственно реверберационный процесс.

Сущность реверберации состоит в том, что исходный звуковой сигнал смешивается со своими копиями, задержанными относительно него на различные интервалы времени.

Примерная схема расположения источника сигнала и слушателя изображена на рис. 1.

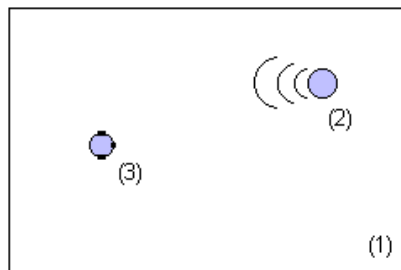


Рисунок 1. Примерная схема расположения источника сигнала и слушателя

При подаче короткого звукового импульса в точке прослушивания будет наблюдаться картина, изображенная на рис. 2:

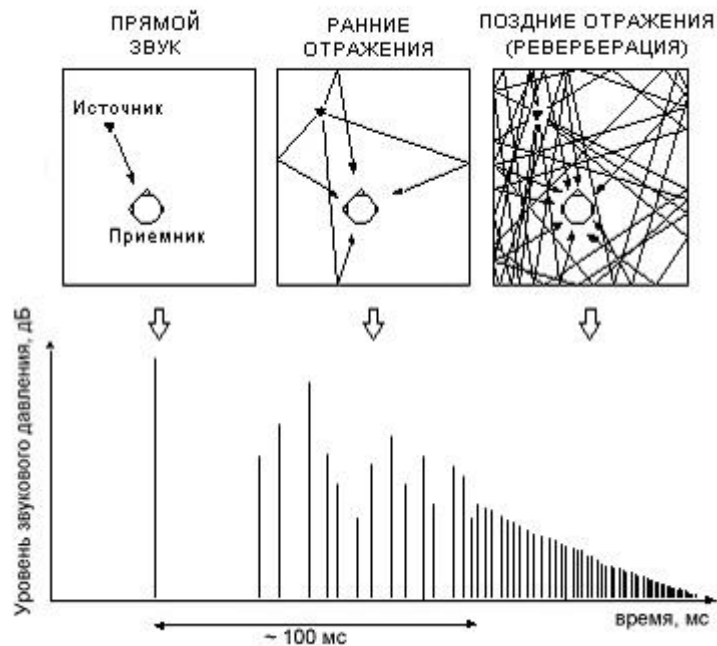


Рисунок 2. Эхограмма приемника, отображающая прямой звук, ранние отражения и реверберация

Эффект реверберации зависит от того, каковы временные промежутки между копиями сигналов и какова скорость уменьшения уровней их громкости. Если промежутки между копиями малы (до 60 мс) то получается собственно эффект реверберации. Возникает ощущение объемного гулкового помещения. Звуки музыкальных инструментов становятся сочными, объемными, с богатым тембровым составом. Голоса певцов приобретают напевность, а недостатки, присущие им, становятся малозаметными.

Если промежутки между копиями велики (более 100 мс), то правильнее говорить не об эффекте реверберации, а об эффекте "эхо". Интервалы между соответствующими звуками при этом становятся различимыми.

Рассмотрим, как развивались системы искусственной реверберации.

Исторически первыми (в 1930-х гг) "искусственными ревербераторами" были *эхо-камеры («Echo chamber»)*, в роли которых обычно выступали коридоры в подвалах, например, как изображенные на рис. 3.



Рисунок 3. Эхо-камера (реверберационная комната)

Эхо-камера представляет собой комнату с отражающими стенами, в которую помещен источник звукового сигнала (громкоговоритель) и приемник (микрофон). Меняя положение громкоговорителя и микрофона, можно получить небольшие вариации в записанном звуке.

Достоинства: затухание звука происходит в ней естественным путем.

Недостатки: практически невозможное изменение параметров звука, искажения спектра сигнала в области средних частот из-за собственных резонансов, громоздкость системы.

В попытках преодолеть эти трудности была создана первая электронно-механическая система – пружинный ревербератор («*Spring reverb*»), например, как изображенный на рис. 4. Он стал применяться в середине 60-х годов XX века.



Рисунок 4. Внешний вид пружинного ревербератора

Его устройство сходно с эхо-комнатой (на одном конце электромеханический преобразователь, на другом конце – пьезоэлектрический), только средой распространения волн вместо воздуха служит пружина.

Достоинства: компактность, простота.

Недостатки: пружина воспринимает любые колебания воздуха и пола, между акустической системой и пружиной существует практически неустраняемая обратная связь, звук имеет ярко выраженную "металлическую" окраску.

Следом появились другие электромеханические устройства – листовые (пластинчатые) ревербераторы («*Plate reverb*»), изображенный на рис. 5. Пружина была заменена большой пластиной из листового металла.



Рисунок 5. Внешний вид листового (пластинчатого) ревербератора

Звукосниматель ревербератора фиксирует колебания, которые появляются по всей пластине, а результат выводится в виде звукового сигнала.

Достоинства: более правдоподобный звук, чем у пружинного ревербератора.

Недостатки: при подаче сложного и высокоуровневого сигнала дают заметные искажения, громоздкость системы.

Ленточный (магнитофонный) ревербератор («*Tape reverb*») в 70х-80х годах стал первым «чисто электронным» ревербератором. Принцип действия: сигнал подается на записывающую головку, а затем считывается воспроизводящими головками с различными уровнями выходного сигнала (чтобы обеспечить эффект затухания). После считывания пленки все сигналы с воспроизводящих головок смешиваются и подаются на выход ревербератора. Для работы такого ревербератора необходима большая скорость движения ленты, иначе вместо реверберации мы получим эффект эха.



Рисунок 6 – Современный ленточный ревербератор BOSS RE20 Space Echo

В цифровых ревербераторах («*Digital reverb*») обычно заложено несколько типов алгоритмов обработки сигналов, обычно это эмуляция различных комнат и «железных» ревербераторов (ленточных, листовых, пружинных), и, естественно, есть возможность менять параметры каждого алгоритма и смешивать различные алгоритмы (рис. 7). Все это делает цифровой ревербератор чрезвычайно мощным и гибким инструментом, причем очень компактным.



Рисунок 7. Пример цифрового ревербератора

Самыми современными являются импульсные (конволюционные, свёрточные) ревербераторы (рис. 8). Свёрточный ревербератор смешивает в себе входящий сигнал с другим типом звукового сигнала, называемого импульсной характеристикой. Основная цель – моделирование реального помещения, а именно точное повторение реверберации определённой комнаты или устройства.

Преимущества: импульсы часто снимаются с дорогих аналоговых ревербераторов. Такой импульс способен очень точно моделировать этот ревербератор без необходимости его покупки.

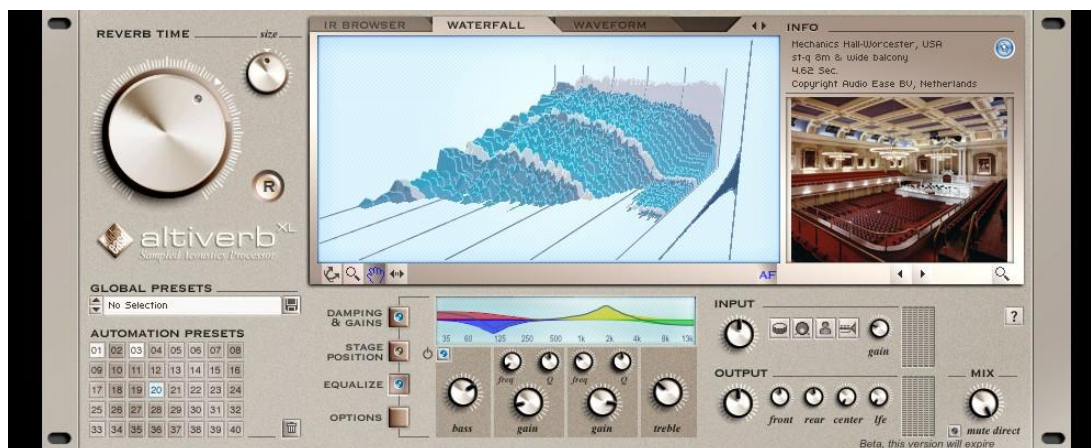


Рисунок 8. Пример импульсного ревербератора – программа Altiverb

Литература

1. Как это работает: реверберация [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://saturdayjam.livejournal.com/2982.html>. – Дата доступа: 10. 04. 2016
2. О реверберации, ревербераторах. Процессоры пространственной обработки сигналов [Электронный ресурс] / – Режим доступа: http://mcstore.ru/o_reverberatsii_reverberatorah_protessori_prostranstvennoj_obrabotki_signalov.htm. – Дата доступа: 05. 04. 2016

3. Профессиональная работа с реверберацией [Электронный ресурс] / — Режим доступа: <http://blog.letow.ru/articul/professionalnaya-rabota-s-reverberaciej.html> – Дата доступа: 04.04.2016
4. Развитие ревербераторов [Электронный ресурс] / — Режим доступа: <http://mydocx.ru/1-52028.html>. – Дата доступа: 07. 04. 2016
5. Реверберация [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <https://promodj.com/articles/243477/Reverberaciya>. – Дата доступа: 05. 04.2016