

Технология обработки звуковой информации

Автор: Анодина А.А.,
учитель информатики
БОУ г. Омска «Лицей №166»

Содержание

1. Общие сведения о природе звука и звукозаписи
2. Представление звуковой информации
3. Цифровая звукозапись и цифровая обработка звуков. Аналоговые устройства обработки информации
4. Форматы звуковых файлов
5. Оцифровка звука. Параметры оцифровки
6. Акустические системы, микрофоны
7. Вопросы и задания
8. Список литературы

Общие сведения о природе звука и звукозаписи

Звук - распространяющиеся в упругих средах, газах, жидкостях и твердых телах механические колебания, воспринимаемые ухом.

Источник звука - различные колеблющиеся тела, например туго натянутая струна или тонкая стальная пластина, зажатая с одной стороны.

Колебания струны или пластинки возбуждают колебания окружающего воздуха и, распространяясь, достигают уха человека, заставляя колебаться его барабанную перепонку, вызывая раздражение слухового нерва, воспринимаемое нами как звук.

Колебания воздуха, источником которых является колеблющееся тело, называют **звуковыми волнами**, а пространство, в котором они распространяются, **звуковым полем**.



Скорость распространения звуковых колебаний зависит от упругости среды, в которой они распространяются.

Под процессом записи понимают преобразование сигналов в пространственное изменение состояния или формы некоторого физического тела (носителя записи) с целью сохранения в нем информации для последующего ее извлечения (получения). Информацию, сохраняемую в носителе записи, называют **записью**. Носитель записи, содержащий информацию, полученную в процессе записи, называют **фонограммой**.

За столетие, прошедшее с момента возникновения первых идей записи звука, были предложены десятки способов записи. Одними из них являются: механический (грамзапись), фотографический, магнитный, лазерный и т.д.

Задание

Заполните таблицу «Способы записи звука», изучив материал, представленный на сайтах:

<http://info.bilii.ru/tco/tema5.htm>

<http://micro-memo-xrm-ip-focal-point-computer-access.ru/>

<http://ntspi.ru/tiaso/labs.html>



Способы записи звука

Способы записи	Носитель	Записывающий элемент	Особенности
механический			
фотографический			
магнитный			
лазерный			

Акустические системы. Микрофоны

Под акустическими системами понимают звуковые колонки (speakers), которые подключаются к звуковой карте или непосредственно к дисководу CD-ROM и служат для воспроизведения звука.

Типы акустических систем в зависимости от наличия или отсутствия в них усиления сигнала.

- Активные (active) – акустические системы, которые имеют встроенные усилители сигнала.
- Пассивные (passive) – акустические системы, которые не имеют встроенных усилителей.



Характеристики акустических систем:

- АЧХ (амплитудно-частотная характеристика) – зависимость коэффициента усиления акустической системы от частоты сигнала.
- RMS (Root Mean Square, среднеквадратичное значение) – показатель, используемый для оценки выходной мощности акустических систем и усилителей.
- PMPO (Peak Music Power Output) - выходная пиковая мощность акустической системы.
- Magnetically Shielded - реализация в акустической системе ослабления электромагнитных полей, источниками которых являются различные компоненты, такие как усилители, блок питания, динамики

Микрофон - это устройство для преобразования акустических колебаний воздушной среды в электрические сигналы.

В настоящее время существуют различные типы микрофонов, которые находят широкое применение в системах радиовещания, телевидения, телефонии, озвучения, звукоусиления, записи и усиления звука. Микрофон является первым и одним из наиболее важных звеньев любого электроакустического тракта. Поэтому его свойства оказывают огромное влияние на качество работы этого тракта.

Типовые характеристики микрофонов:

- Номинальный диапазон частот
- Модуль полного электрического сопротивления
- Чувствительность микрофона
- Уровень чувствительности
- Характеристика направленности
- Диаграмма направленности

Задание

1. Изучив документ «Классификация и параметры микрофонов», в виде опорного конспекта представьте классификацию и основные параметры микрофонов.
2. Подготовьте презентацию «Параметры микрофонов», в которой подробно рассмотрите параметры микрофонов.
3. Представьте, что ваш друг, занимающийся в школьном кружке «Русская песня», обратился с просьбой помочь ему купить микрофон. Микрофон предназначенся как для домашнего использования, так и для выступления. Помогите другу выбрать микрофон. Какие при этом параметры вы будете учитывать?



Цифровая звукозапись и цифровая обработка звуков.

Аналоговые устройства обработки информации

Как вы уже знаете, звуковой сигнал непрерывен, а компьютер способен хранить в памяти только дискретные сигналы. Отсюда следует, что в процессе сохранения звуковой информации она должна быть "оцифрована", т.е. из аналоговой непрерывной формы переведена в цифровую дискретную. Данную функцию выполняет специальный блок, входящий в состав звуковой карты, который называется **аналого-цифровой преобразователь – АЦП**.

Преобразование в противоположном направлении – из дискретной цифровой формы представления сигнала в непрерывную аналоговую, поэтому вполне естественно соответствующий узел компьютерного устройства называется **ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь**. Процесс реконструкции первоначального аналогового сигнала по имеющимся дискретным данным нетривиален, поскольку никакой информации о форме сигнала между соседними отсчетами не сохранилось.

Пример. Запись звукового файла с помощью стандартного приложения Звукозапись.

1. Ввести команду [Программы-Стандартные-Мультимедиа-Звукозапись].
2. В появившемся окне приложения *Звук-Звукозапись* ввести команду [Файл-Создать].
3. На появившейся диалоговой панели *Свойства: Звук* щелкнуть по кнопке *Преобразовать*.
4. На появившемся диалоговом окне *Выбор звука* с помощью раскрывающегося списка *Формат*: выбрать стандартный формат *РСМ*
5. В раскрывшемся окне *Атрибуты*: выбрать качество дискретизации, например, 48 000 Гц; 16 бит: *Сtereo*.
6. Получаемое значение объема 1 секунды оцифрованного звука (188 Кбайт) приблизительно равно вычисленному (187,5 Кбайт).
7. Запишите звуковой файл с выбранным качеством, сохраните его на диске.

Задание

Запишите звуковой файл длительностью 2 минуты с «глубиной» кодирования 16 бит и частотой дискретизации 48 кГц и сохраните его под именем start.wav.



Форматы звуковых файлов

Любой звуковой файл можно представить как базу данных. Она имеет свою структуру, о параметрах которой указывается обычно в начале файла. Потом идет структурированный список значений по определенным полям. Иногда вместо значений стоят формулы, позволяющие уменьшать размер файла. Звуковые файлы могут читать только специализированные программы в которые заложен блок чтения.

Форматы звуковых файлов:

- WAV - хранит дискретные данные. Помимо обычных дискретных значений, битности, количества каналов и значений уровней громкости в wav может быть указано еще множество параметров - это: метки позиций для синхронизации, общее количество дискретных значений, порядок воспроизведения различных частей звукового файла, а также есть место для того, чтобы можно было разместить там текстовую информацию.
- MOD - файл хранит в себе короткий образец звука, который потом можно использовать в качестве шаблона для инструмента.

- MID - файл, хранящий в себе сообщения MIDI-системе, установленной на компьютере или в устройстве.
- MP3 - достоинством данного формата является высокий коэффициент сжатия (10-12), однако недостатком - контурность звука, и как следствие - искажение.
- VQF - альтернатива MP3, разве что менее распространенная. Есть и свои недостатки. Закодировать файл в VQF - процесс гораздо более долгий, а также очень мало бесплатных программ, позволяющих работать с данным форматом.
- VOC - восьмибитный моноформат от семейства SoundBlaster.
- RA- Real Audio или потоковая передача аудиоданных. Довольно распространенная система передачи звука в реальном времени через Интернет. Скорость передачи порядка 1 Кб в секунду. Полученный звук обладает следующими параметрами: 8 или 16 бит и 8 или 11 кГц.

Задание

Используя программу **MP3Producer** преобразуйте звуковые файлы различных форматов в форматы WAV или MP3.

Примечание: MP3Producer - программа, которая копирует треки с компакт-диска и кодирует их в WAV или MP3 файлы. MP3Producer поддерживает разные форматы MP3 (MP3 или MP3) и все битрейты (8-320 бит/с, постоянные и переменные). С помощью ID3Tag можно сохранять информацию о песне (название песни, имя исполнителя, название альбома, год выпуска и т.д.) в MP3 формате.



Вопросы и задания

Задание 1. Оцените информационный объем моноаудиофайла длительностью звучания 1 мин, если «глубина» кодирования и частота дискретизации звукового сигнала равны соответственно:

- а) 16 бит и 8кГц;
- б) 16 бит и 24 кГц

Задание 2. Определите длительность звукового файла, который уместится на гибкой дискете. Учтите, что для хранения данных на такой дискете выделяется 2847 секторов объемом 512 байт.

- а) при низком качестве звука: моно, 8 бит, 8кГц;
- б) при высоком качестве звука: стерео, 16 бит, 48кГц.

Задание 3. Аналоговый звуковой сигнал был дискретизирован сначала с использованием 256 уровней интенсивности сигнала (качество звучания радиотрансляции), а затем с использованием 65536 уровней интенсивности сигнала (качество звучания аудио-CD). Во сколько раз различаются информационные объемы оцифрованного звука?

Задание 4. Рассчитайте время звучания моноаудиофайла, если при 16-битном кодировании и частоте дискретизации 32 кГц его объем равен:

- а) 700 Кбайт;
- б) 6300 Кбайт.

Задание 5. Установите однозначное соответствие между элементами двух столбцов.

1. Форматные преобразования	а) Вырезание из записи одних участков, вставке других, их замене, размножении, и т.п.
2. Амплитудные преобразования	б) Данный метод позволяет получить эффекты вращающегося звука, движущегося источника звука и им подобные.
3. Частотные преобразования	в) Усиление или ослабление звука.
4. Временные преобразования	г) Усиление или ослабление определенных полос частот.
5. Монтаж	д) Заключается в добавление к основному сигналу его копий, сдвинутых во времени на различные величины.
6. Фазовые преобразования	е) Данный метод работает с характерными полосами частот, встречающимися в звуками, произносимых человеком.

Список литературы

1. Бешенков С.А. Информатика. Систематический курс: Учебник для 10-го класса /С.А.Бешенков, Е.А.Ракитина.—М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004.—432 с.: ил.
2. Информационная культура: Кодирование информации. Информационные модели. 9-10 классы: Учеб. для общеобразоват. учреждений.—6-е изд., стереотип.—М.:Дрофа, 2003.— 208 с.: ил.
3. Угринович Н.Д. Информатика. Базовый курс: . Учебник для 9 класса/ Н.Д. Угринович. —М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. 304 с.: ил
4. Угринович Н.Д. Практикум по информатике и информационным технологиям. Учебное пособие дл общеобразовательных учреждений. Изд. 2-е испр./Н.Д.Угринович , Л.Л.Босова, Н.И.Михайлова—М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. 394 с.: ил.

Источники в сети Internet.

<http://info.bilii.ru/tco/tema5.htm>

<http://micro-memo-xrm-ip-focal-point-computeraccessories.xax.ru/>

<http://ntspi.ru/tiaso/labs.html>

<http://inf.1september.ru/eremin/emc/kroha/default.htm>

<http://www.midi.ru/>

Оцифровка звука. Параметры оцифровки

К преобразованию или оцифровке звука прибегают в основном с целью изменения каких-то характеристик звука. Кроме того, на основе описанных ниже преобразований базируются механизмы создания различных звуковых эффектов, а также способы очистки звука от нежелательных шумов, изменения тембра и т.п.

Основные методы обработки звука:

- Амплитудные преобразования. Выполняются над амплитудой сигнала. Например, усиление или ослабление звука.
- Спектральные (частотные) преобразования. Такие преобразования выполняются над частотными составляющими звука. Например, фильтрация— усиление или ослабление определенных полос частот.
- Фазовые преобразования. Выполняются либо путем постоянного сдвига фазы сигнала, либо путем наложения некоторой фазомодулирующей функции. Такие преобразования, например, стерео сигнала, позволяют реализовать эффект вращения или "объемности" звука.

- **Временные преобразования.** Реализуются путем наложения на сигнал одной или нескольких его копий, сдвинутых во времени. Позволяют создать эффекты эха или хора. Кроме того, временные преобразования могут влиять на пространственные характеристики звука.
- **Формантные преобразования.** Выполняются над формантами - усиленными участками спектра звука. Применительно к звуку, сформированному речевым аппаратом человека, изменяя параметры формант, фактически можно изменять восприятие тембра и высоты голоса.

Программные средства обработки звуковой информации:

- Музыкальные редакторы;
- Синтезаторы звуков, в частности, синтезаторы речи;
- Программы для распознавания речи;
- Редакторы оцифровок реальных звуков (сэмплов);
- Звуковые редакторы;
- Генераторы стилей;
- Программы для улучшения качества фонограмм и др.

Аппаратные средства обработки звуковой информации - звуковая карта, включающая в себя:

- Модуль записи и воспроизведения звука, который осуществляет аналого-цифровое преобразование и цифро-аналоговое преобразование;
- Модуль синтезатора;
- Модуль интерфейсов, обеспечивающий взаимодействие программный и аппаратных средств;
- Модуль микшера;
- Акустическая система (микрофон, колонки и т.п.)

Задание

Отредактируйте звуковой файл start.wav в звуковом редакторе Cool Edit 2000 и определите во сколько раз полученный файл больше исходного.

Ключ к выполнению:

1. Запустить звуковой редактор Cool Edit 2000. Открыть звуковой файл start.wav командой [File-Open]. В окне наблюдать зависимость амплитуды сигнала от времени с точками дискретизации для двух каналов.
2. Ввести команду [Edit-Convert Sample Type ...]. Загруженный файл записан с глубиной кодирования 16 бит и частотой дискретизации 22050 Гц. В списке *Sample Rate* выбрать частоту дискретизации, например, 48 000 Гц, в списке *Resolution* глубину кодирования, например 32 бита.
3. Полученный файл имеет объем 344 Кбайта.

Представление звуковой информации

В аналоговой форме звук представляет собой волну с непрерывно меняющейся амплитудой и частотой. При преобразовании звука в цифровую форму производится временная дискретизация, при которой в определенные моменты времени амплитуда звуковой волны изменяется и квантируется, то есть ей присваивается определенное значение некоторого фиксированного набора. Данный метод еще называют импульсно-кодовой модуляцией РСМ (Pulse Code Modulation).

Преобразование непрерывной звуковой волны в последовательность звуковых импульсов различной амплитуды производится с помощью аналого-цифрового преобразователя, размещенного на звуковой плате. Современные 16-битные звуковые карты обеспечивают возможность кодирования 65536 различных уровней громкости или 16-битную глубину кодирования звука. Качество кодирования зависит и от частоты дискретизации— количества измерений уровня сигнала в единицу времени. Эта величина может принимать значения от 8 до 48 кГц.

Пример. Оцените информационный объем высококачественного стереоаудиофайла длительностью звучания 1 минута, если «глубина» кодирования 16 бит, а частота дискретизации 48 кГц.

Информационный объем звукового файла длительностью в 1 секунду равен:

$16 \text{ бит} * 48\,000 * 2 = 1\,536\,000 \text{ бит} = 187,5 \text{ Кбайт.}$



ЗАДАНИЕ

Запишите звуковой файл длительностью 1 минута с «глубиной» кодирования 16 бит и частотой дискретизации 48 кГц. Сравните его объем с вычисленным значением в предыдущем примере.