

Уважаемые студенты!

Задание:

1. Прочтите приведенный ниже конспект лекции.
2. Напишите конспект лекции в тетрадь объемом не менее 3 страниц рукописного текста.
3. Ответьте письменно на контрольные вопросы.
4. Письменный отчет конспекта лекции и ответов на вопросы в виде фото предоставьте преподавателю на e-mail (tamara_grechko@mail.ru).

Обратите внимание!!! В случае возникновения вопросов по теоретическому материалу лекции обращайтесь для консультации к преподавателю по тел. 0721355729 (Ватсап).

С уважением, Гречко Тамара Ивановна!

Тема: Принципы обработки звуковой информации, звуковоспроизводящие системы

Цель: изучить принципы обработки звуковой информации, звуковоспроизводящие системы.

План

1. Принципы обработки звуковой информации.
2. Звуковоспроизводящие системы.

1 Принципы обработки звуковой информации

Так как компьютер работает с числами, звуки и музыка должны быть представлены в числовом виде, или, как принято говорить, закодированы. Произвольная аудиоинформация при кодировании занимает много места, поэтому часто используют сжатые аудиоформаты. Музыка занимает меньше места, так как хорошо формализуется – ее можно записать с помощью нот.

Звук представляет собой волну, распространяющуюся в атмосфере, и воспринимаемую человеком с помощью органов слуха. Громкость звука – это его кажущаяся сила. Измеряется громкость в децибелах (дБ). Громкость обычного разговора около 50 дБ, шум на улице часто превышает 70 дБ, а громкость взлетающего самолета составляет 120 дБ. Порог чувствительности человеческого уха около 20 дБ.

Характеризуется звуковая волна изменением во времени частоты и амплитуды сигнала. Графически звуковая волна описывается кривой, задающей зависимость амплитуды от времени. Частота основных колебаний определяет высоту звука. Но звуки одной частоты могут иметь разный тембр.

Чтобы закодировать звук, необходимо измерять амплитуду сигнала через определенные промежутки времени. На каждом временном отрезке

определяется средняя амплитуда сигнала. Графически такое преобразование описывается множеством столбиков.

При восстановлении исходной кривой ее вид будет искажен. Искажения тем больше, чем больше ширина столбиков, то есть чем реже мы определяем текущую амплитуду. Чем промежутки времени меньше, тем выше будет качество закодированного звука. Частота, с которой определяется амплитуда сигнала, называется частотой дискретизации.

Амплитуда сигнала, определенная в каждый момент времени, также должна быть представлена в числовом виде. В простейшем случае можно использовать один бит – есть звук или его нет. Но на практике такое кодирование не имеет смысла. Минимально для кодирования амплитуды отводятся восемь бит – один байт, что позволяет описать двести пятьдесят шесть уровней громкости. Качество звука при этом получается не слишком высокое. Если и частота дискретизации невелика, то при воспроизведении будут присутствовать сильные искажения. Значительно лучшее качество получается при использовании двух байт, что позволяет задать более шестидесяти пяти тысяч разных значений амплитуды. В большинстве случаев двух байт достаточно для получения высококачественной записи звука, хотя иногда применяют 24 бита – три байта для кодирования амплитуды сигнала.

Для кодирования звуков следует использовать частоту вдвое большую, чем частота кодируемого звука. Так как человек воспринимает звуки в диапазоне частот от 20 до 20000 Гц, то для качественного кодирования необходимо использовать частоту вдвое большую, чем 20000, то есть 40000 Гц. Принято иметь некоторый запас, поэтому для качественного кодирования звука используется частота дискретизации 44100 Гц и 48000 Гц.

Если мы хотим записать стереозвук, то следует одновременно кодировать два независимых канала звука. При этом, чтобы получить хорошее качество, нужно использовать два байта для кодирования и частоту дискретизации 44100 Гц для каждого из каналов. Именно так кодируется звук на компакт-дисках. При этом одна минута закодированного звука займет более 10 Мб.

В некоторых случаях можно обойтись более низким качеством, сравнимым с качеством записи диктофона. Если вы хотите закодировать голос, не предъявляя повышенных требований к качеству звучания, можно использовать один байт при кодировании и один монофонический канал. Частоту дискретизации также можно понизить. Чтобы разобрать отдельные слова и понимать их смысл, достаточно частоты дискретизации 8000 Гц. С такими параметрами минута закодированного звука займет менее 480 Кб.

Для повышения качества кодирования используют более высокие частоты дискретизации, до 96000 Гц, однако такое качество требуется исключительно при работе в профессиональных звукозаписывающих студиях.

Современные компьютеры часто используются при создании и воспроизведении музыки. Музыкальное произведение можно закодировать как любой другой звук, однако это займет много места. Кроме того, возникнут трудности при изменении партий отдельных инструментов. Проще указать инструмент и задать, какую ноту и как долго он должен играть. Для воспроизведения музыки компьютер синтезирует разнообразные звуки, которые издают музыкальные инструменты.

В компьютерной музыке используется аббревиатура MIDI, которая расшифровывается как Musical Instrument Digital Interface (Цифровой интерфейс музыкальных инструментов). Имеется стандарт, описывающий основные используемые инструменты, – GM (General MIDI – единый MIDI). В стандарте описаны пятнадцать групп мелодических инструментов и одна группа ударных инструментов. Мелодический набор состоит из пианино, органов, гитар, струнных, духовых и тому подобных инструментов. За всеми инструментами закреплены номера, например, нулевой номер имеет акустический рояль. Кроме GM используются стандарты GS (General Synth – единый синтез), XG (Extended General – единый расширенный), GM2 (General MIDI 2). Все эти стандарты не заменяют собой GM, а лишь дополняют его новыми инструментами и дополнительными параметрами звучания.

Несмотря на то, что инструменты и тембры стандартизированы в GM, а MIDI-файл содержит только номера инструментов и тембров, этот файл по-разному будет воспроизводиться на разных звуковых картах. Это объясняется несколькими причинами. В стандарте описаны только названия инструментов и тембров. Такие параметры звука, как громкость, окраска и другие не определены и выбираются производителями звуковых карт произвольно.

Кроме того, на качество воспроизведения звука сильно сказывается метод, которым этот звук воспроизводится. Применяют два основных метода синтеза звуков. Более простой метод называется частотным синтезом (FM-синтез). Для каждой ноты каждого инструмента определена частота и амплитуда звука, и звуковая плата компьютера синтезирует звук. Однако при этом синтезированные звуки получаются не слишком похожими на звучание реальных инструментов. В современных звуковых платах частотный синтез не используется.

Значительно лучшее качество звучания дают волновые таблицы (Wave Table). В таблице записаны закодированные звуки реальных инструментов. При этом используется метод кодирования амплитуды звукового сигнала через короткие промежутки времени. Например, если требуется воспроизвести удар по тарелке, звуковая плата проигрывает небольшой фрагмент, записанный в определенном месте таблицы. Фрагменты называют сэмплами (samples). Инструменты с малой длительностью звучания обычно записываются полностью, а для остальных может записываться лишь начало, конец звука и небольшая средняя часть, которая затем проигрывается в цикле в течение нужного времени. Такое кодирование обеспечивает предельную реалистичность звучания классических инструментов и простоту получения звука. Однако волновые таблицы могут занимать много места в памяти.

2 Звуковоспроизводящие системы

Так как музыка, представленная в цифровом виде, не требует преобразований, к компьютеру напрямую можно подключить цифровые синтезаторы. Наигрывая мелодию на синтезаторе, вы вводите в компьютер последовательность нот. Также синтезаторы позволяют проигрывать композиции, созданные на компьютере. Загрузив в синтезатор сэмплы из волновой таблицы, вы сможете извлекать самые необычные звуки при нажатии клавиш.

В последнее время стало модным караоке, и в компьютере стали кодировать музыку вместе с текстом. Фактически караоке является вариантом MIDI. Музыка закодирована обычным способом, но дополнительно добавлен текст, заменивший описание одного из инструментов.

Хотя частота дискретизации при кодировании звукового сигнала по компьютерным меркам не очень велика, объем получившихся цифровых данных достаточно большой. Чтобы уменьшить объем, занимаемый цифровыми аудиоданными, применяют различные методы сжатия информации, в частности алгоритмы MPEG. Например, применение сжатия по алгоритму MPEG-1 Layer 3 (MP3) позволяет уменьшить объем данных более чем в десять раз, при сохранении качества звука, близкого к audio-CD. Наряду с MP3 применяется формат сжатия по стандарту WMA (Windows Media Audio), поддерживаемый последними версиями операционных систем Windows.

В обоих стандартах используется метод сжатия по психоакустической модели, то есть из исходного звукового сигнала удаляется информация, малозаметная на слух, после чего сигнал сжимается обычными методами, которые реализованы в программах – архиваторах. При таком методе

кодирования неизбежно искажение исходного сигнала, а значит – потеря качества. Степень потери качества можно регулировать, однако при увеличении качества неизбежно растет объем информации. Основным параметром, характеризующим качество записи, является скорость потока данных, поступающих для декодирования. Часто этот параметр называют битрейтом (bitrate – частота битов).

Битрейт измеряется в килобитах в секунду и может составлять до 320 Кбит/с. В большинстве вполне хватает более низких битрейтов, 192 или даже 128. Битрейт ниже 48 Кбит/с существенно ухудшит качество и его не следует применять для записи музыки. Для записи речи можно использовать меньший битрейт. Качественную диктофонную запись можно получить при битрейте равном 8 Кбит/с.

Искажения при кодировании в форматах MP3 и WMA во многом зависят от характера музыки. Симфоническая музыка требует большего битрейта, а танцевальная – меньшего. Наиболее популярным битрейтом при кодировании музыкальных композиций считается битрейт 128 Кбит/с, дающий хорошее качество записи и позволяющий сжимать исходную информацию более чем в десять раз.

Для хранения произвольных звуковых данных чаще всего используются файлы формата wav. В этом формате может храниться моно- или стереозвук, закодированный одним или двумя байтами и с различной частотой дискретизации. Файлы этого формата могут быть сжаты разными способами, для достижения меньшего размера, а могут оставаться и несжатыми. Музыкальные файлы используют формат mid, так как цифровой музыкальный интерфейс и способ кодирования музыкальной информации называется MIDI.

Сжатые файлы могут иметь расширение wav, а могут расширением указывать на используемый способ сжатия – mp3 или wma. Есть и несколько других форматов звуковых файлов, но они применяются значительно реже.

Контрольные вопросы

1. Каким образом кодируется амплитуда звукового сигнала?
2. Какая частота используется для кодирования звукового сигнала?
3. Охарактеризуйте основные методы сжатия звуковой информации.