

Билет №8

1. Представление звуковой и видео информации. Форматы звуковых и видео файлов.
2. Булева алгебра, постулаты (аксиомы) булевой алгебры.

студент группы 8871
Храпов Михаил

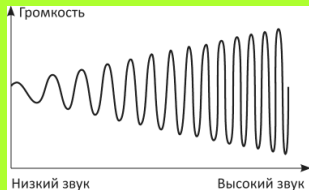
СПБГЭУ «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

29 января 2019 г.

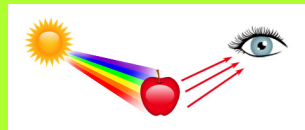
Звуковая и видео информация. Восприятие человеком

Тема №1

Воспринимаемые человеком **звуковые волны** представляют собой механические колебания окружающей среды различной амплитуды и с частотой варьирующейся в диапазоне от 20 до 20000 Гц, преобразуемые внутренним ухом в нервные импульсы.



Визуальная-же информация это **поток фотонов** излучаемый или отражаемый объектами, попадающий через глазное яблоко на слой светочувствительных рецепторов. Рецепторы раскладывают поток на световую и цветовую составляющие, и преобразуют его всё в те-же нервные импульсы.



Аналоговый звук

Для начала разберёмся со звуком: как мы можем хранить и воспроизводить подобного вида информацию? Ведь сохранить звуковую волну в "сыром" виде не получится. Решением этой проблемы стало преобразование механических колебаний в колебания иного рода. Первыми "полноценными" носителями звуковой информации явились магнитные ленты и виниловые пластинки.

Звуковая волна на таких носителях сохраняется в виде непрерывного электрического сигнала, определяющего изменение звуковых волн. Такой метод записи, модулирующий изначальную волну называется **аналоговым**.



Аналоговое видео

Кодировать световой поток в последовательность электрических сигналов, несущих информацию о яркости и цвете отдельных участков изображения, приемлимую для записи на магнитную ленту стало возможным после изобретения "электронно-лучевой трубки".*На самом деле были предшественники и у бобины с электронно-лучевой трубкой. Звук успешно записывали при помощи цилиндров с выступами(как в шарманках, музыкальных шкатулках или в гидравлических органах) или же перфорированных бумажных карт(для пианол). История видео так-же уходит корнями в аппарат Бейна(который был способен передавать изображения по телеграфной линии) и диск Нипкова (электро-механический прибор, лёгший в основу механического телевидения). Но все эти устройства и методы, на мой взгляд, ещё слишком далеки от понятия "информации"в современной интерпретации.

Переход к "цифре"

По мере развития ЭВМ становилось очевидно что аудио/видео необходимо адаптировать для хранения и использования в цифровой среде.

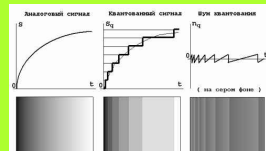
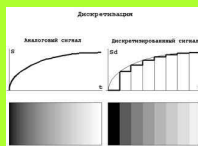
Аналогово-цифровое преобразование сигнала состоит из 3-х этапов

- ▶ **Дискретизации** — представления непрерывного сигнала в виде последовательного набора отдельных амплитуд (мгновенных значений)
- ▶ **Квантования** — разделения каждой амплитуды на заданное число уровней
- ▶ **Кодирования** — записи данных позиции и уровня амплитуды в цифровом виде.

В случае звука эти преобразования выполняются устройствами называемыми АЦП или ЦАП. Количество бит, отводимое на один звуковой сигнал, называют **глубиной кодирования звука**.

К видео применяется термин "захват" (англ. Video capture)

"Захват" может производиться как с аналогового источника (т.н. "оцифровка") либо, как в случае с DV-источниками, изначально сжатый цифровой видеопоток может передаваться от видеоисточника на компьютер. Например при помощи интерфейса IEEE 1394.



Подробнее о кодировании

Дискретизация (Процесс замены непрерывного сигнала дискретным, то есть превращение его в последовательность электрических импульсов (двоичных нулей и единиц)).

Она состоит из 2ух параметров.

- ▶ **частота дискретизации**, отвечающая за качество звука, и варьирующаяся в диапазоне **от 8 до 48кГц**(48кГц-стандарт аудиоCD.В настоящее время частота может достигать гораздо больших величин)
Иначе - количество измерений **громкости** звука за одну секунду
- ▶ **глубина дискретизации** (количество информации, которое необходимо для кодирования дискретных уровней громкости цифрового звука.)

*Если известна глубина кодирования, то количество уровней громкости цифрового звука можно рассчитать по формуле $N = 2^l$, а современные звуковые карты обеспечивают 16, 32 или 64 битную глубину кодирования.

Необходимо помнить, что чем выше качество цифрового звука, тем больше информационный объем звукового файла.

Оценить информационный объём **моно**аудиофайла V можно по формуле $V = N \cdot f \cdot k$, где N — общая длительность звучания (секунд), f — частота дискретизации (Гц), k — глубина кодирования (бит). А при кодировании **стерео**звука дискретизация происходит отдельно для правого и левого каналов, что в итоге **удваивает** объём файла.

"Масса" проблем

"Оцифровка особенно на заре компьютеростроения, столкнулась с серьёзной проблемой. В то время как ёмкость носителей доходила до нескольких десятков Мбайт, аудио, и в особенности видео в базовых форматах занимали чудовищно много места. Кадр видео аналогового формата **PAL** (англ. Phase Alternating Line — построчное изменение фазы) состоит из 720 точек по горизонтали и 576 по вертикали. То есть один кадр состоит из 414720 точек. Для хранения цвета каждой точки в памяти отводится 24 бита (по 8 бит для каждой из составляющих RGB). Следовательно, для хранения одного кадра понадобится 9953280 бит (или примерно 1,2 Мбайт). То есть секунда несжатого видео в формате PAL будет занимать почти 30 Мбайт. А один час такого видео — более 100 Гбайт!

Решением этой проблемы стало "**сжатие**" - применение специальных алгоритмов для удаления из аудио/видео "лишних" элементов, основанная на особенностях и дефектах человеческого восприятия. Применение сжатия позволило сократить объёмы файлов в десятки, а то и сотни раз, но по большей части приводило к необратимой потере информации (данные не могут быть восстановлены в первоначальном виде).

Кодировать, раскодировать...

Вот и получается, что изначальные звуковые и свето-цветовые волны закодированы в последовательности единиц и нулей, сжаты, и лежат себе, хранятся. И тут мы решаем взять и проиграть то что мы там записали. И опять встаёт вопрос: Как? Как мы можем воспринять эту информацию? И казалось-бы, всё же прекрасно складывается. Тут электронные сигналы, и в голове электронные сигналы! Бери да передавай... эээ, не тут то было. Не дошёл ещё прогресс до таких технологий. А значит надо всю эту морзянку что?.. правильно! Возвращать к **аналоговому** виду.

Тут мы и подходим к понятию **кодек** (абр. от КОмпрессор и ДЕКодер), тесно связанному с форматами. Но об этом позже.

Добрались и до форматов

Форматы.. Что это такое?.

Понятие формат(от нем. format, фр. format < лат. forma — наружность) довольно широко. В него входят **как** структура и особенности представления данных в медиа**файлах** (хранящихся ячейках информации), или, например, в **видеопотоках** (не являющихся хранимыми единицами информации), **так** и более широкие понятия (формат носителя, алгоритм кодирования и сжатия, телевизионные вещательные стандарты и др.)

Интересующее нас понятие формат включает:

- ▶ Представление аудио данных
- ▶ Представление видео данных
- ▶ Кодеки(для одних форматов определён однозначно, для других может варьироваться)
- ▶ Медиаконтейнеры(В них могут содержаться аудио/видео сжатые различными комбинациями кодирования)



Общие данные

Насчитывается около сотни форматов звука и ещё больше форматов видео, и их список постоянно пополняется! По мере разработки новых технологий позволяющих ещё лучше сжать, ускорить процесс обработки или же улучшить качество по сравнению с предшественниками, появляются новые форматы. Приводить их полный список будет очень сложно и долго. А по сему мы определим **основные категории форматов и их отличительные особенности**. Ну а подробно рассмотрим только некоторые из них.

Форматы аудио

- ▶ без сжатия (**WAV, AIFF**)
- ▶ со сжатием без потерь (**APC, FLAC, ALAC**)
- ▶ со сжатием с потерями (**MP3, Ogg**)

Форматы видео

практически тождественны контейнерам => как правило, уже содержат в себе аудио. Классифицировать алгоритмы кодирования видео мы не будем, т.к. они очень сложны и их подробные описания можно найти только в специальной литературе. По этому мы рассмотрим их в составе **контейнеров**.

Специфические форматы

Такой формат звука как **MIDI** представляет собой протокол передачи музыкальных нот и мелодий. Но его данные не являются цифровым звуком - это сокращенная форма записи музыки в числовой форме.

Основные форматы видео файлов

MPEG(*.**MPG**, *.**MPEG**) - формат для записи и воспроизведения видео. Имеет собственный алгоритм компрессии. В настоящее время активно используются для записи цифрового видео. Наиболее широкое распространение нашли два формата: **MPEG-1** и **MPEG-2**. Они различаются по объему и качеству получаемой видеoinформации и признаны международными стандартами для сжатия видео. В настоящее время наряду с **MPEG-1** и **MPEG-2** используется формат **MPEG-4**. Он позволяет сжать информацию с большим коэффициентом.

AVI(**Audio-Video Interleaved**; букв. "чередование аудио и видео") - один из самых распространенных медиаконтейнеров для ОС Windows. Этот формат может содержать в себе информацию четырех типов: видео, аудио, текст и **midi**. В него может входить видео различных форматов: несжатое видео, видео в форматах **DV**, **MPEG-4**, **DivX**, **Xvid** и даже **MPEG-1** и **MPEG-2**. Кроме того, файл формата **AVI** может, например, содержать в себе только звук. Медиаконтейнер **AVI** не накладывает никаких ограничений на тип используемых кодеков. (Следующим **Microsoft**'овским приемником стал **WMV**.)

MOV - этот формат разработан компанией Apple для **QuickTime** медиа плеера. Формат может содержать видео, анимацию, графику, 3D. Данный формат поддерживает любые аудио- и видеокодеки.

FLV(**Flash Video**) — формат файлов, медиаконтейнер, используемый для передачи видео через Интернет. Используется такими сервисами видеохостинга как YouTube, Google Video, Вконтакте, RuTube и другими. Хотя описание формата контейнера было открыто, кодеки защищены патентами.

Чуть подробнее про MPEG

MPEG (англ. **M**oving **P**icture **E**xpert **G**roup) "Экспертная группа по движущимся изображениям" - международная организация по стандартизации (ISO), впервые собравшаяся в мае 1988 года в Оттаве, и в 1992г. явившая миру первый стандарт **MPEG-1**.

За время своего существования группа произвела:

- ▶ **MPEG-1**: Исходный стандарт сжатия видео и аудио. Позднее использовался как стандарт для **Video CD**.
- ▶ **MPEG-2**: Транспортные, видео- и аудиостандарты для широкоэвещательного телевидения. Используется в цифровом телевидении **ATSC**, **DVB** и **ISDB**, цифровых спутниковых ТВ-службах, таких как **Dish Network**, цифровом кабельном телевидении и (с небольшими изменениями) в **DVD**.
- ▶ **MPEG-3**: Изначально разрабатывался для **HDTV**, но был отвергнут, когда обнаружилось, что для него вполне достаточно **MPEG-2** (с расширениями).
- ▶ **MPEG-4**: Расширение **MPEG-1** для поддержки «объектов» видео/аудио, 3D-контента, сжатия с низким битрейтом и **DRM**. В него включено несколько новых высокоэффективных видеостандартов таких как: **MPEG-4 Part 2 (ASP)** и **MPEG-4 Part 10** (также известный как **H.264** или **AVC**). **MPEG-4 Part 10** используется в дисках **HD DVD** и **Blu-ray**.

Так-же в их арсенале имеется стандарт **MPEG-7** посвящённый индексации мультимедиа содержимого, и находящийся в разработке долговременный проект **MPEG-21**, описываемый разработчиком как "мультимедийная среда разработки".

Основные форматы звуковых файлов

WAVE, или **WAV**, (от англ. **waveform** — "в форме волны") — формат файла-контейнера для хранения записи оцифрованного аудиопотока, подвид **RIFF**(**R**esource **I**nterchange **F**ile **F**ormat). Обычно используется для хранения несжатых аудио-записей (**PCM**), идентичных по качеству звука записям на компакт-дисках (**audio-CD**). В среднем одна минута звука в формате wav занимает около 10 мегабайт.

FLAC — популярный формат сжатия без потерь. Он не вносит изменений в аудио-поток и закодированный с его помощью звук идентичен оригиналу. Часто используется для прослушивания звука на звуковых системах высокого уровня. Имеет ограниченную поддержку устройствами и плеерами, поэтому обычно для того, чтобы слушать **flac** в плеере, его предварительно конвертируют.

AAC(**A**dvanced **A**udio **C**oding) — запатентованный аудио-формат, имеющий большие возможности (количество каналов, частоты дискретизации) в сравнении с mp3, и дающий несколько лучшее звучание при том же размере файла. На данный момент **aac** является одним из самых качественных алгоритмов кодирования звука с потерями. Формат поддерживается большинством устройств. Файл этого формата может иметь расширения **aac, mp4, m4a, m4b, m4p, m4r**.

OGG — открытый формат, поддерживающий кодирование аудио различными кодеками. Наиболее часто в **ogg** используется кодек **Vorbis**. По качеству сжатия формат сопоставим с **MP3**, но при этом менее распространен с точки зрения поддержки в аудио-проигрывателях и плеерах.

И на десерт..

Конец первой темы

MP3 (MPEG-1/2/2.5 Layer 3) - самый распространённый (и поддерживаемый проигрывателями) формат "сжатого аудио с потерями" по сей день. Хотя сейчас существуют форматы сжимающие звук сильнее и с лучшим качеством (тот-же **AAC**), огромная распространённость не даёт **MP3** кануть в лету. Алгоритмы сжатия у **MP3** и его последователей основаны на одинаковых принципах, и по этому имеет смысл разобрать его подробнее.

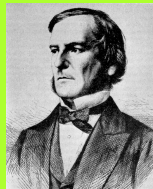
- ▶ Аудиосигнал разбивается на **фреймы** (короткие срезы волны), и над каждым из них производится **дискретное преобразование Фурье** (Разложение сигнала на составляющие его частоты, и запись их амплитуд). Так-же срезаются все сигналы частотой выше 16000Гц.
- ▶ Далее применяется **эффект маскировки**, состоящий из **частотной** (эффект "заглушения" сигналом с большой амплитудой соседних частот и частот кратных ему (*гармоник*)) и **временной** (Кратковременный период "глухоты" человека сразу после воздействия громких звуков (≈ 0.05))
- ▶ Далее (в случае стерео) каналы записываются в форме $\frac{L+R}{2}$ и $L - R$. Это обусловлено сравнительно малым количеством отличий в звучании разных каналов по отношению друг к другу, и позволяет более грубо кодировать их разность.
- ▶ После чего файл прогоняют через "алгоритм **Хаффмана** наиболее часто встречающиеся последовательности (та же удалённая предыдущими процедурами информация) кодируются коротким кодом в несколько бит.
- ▶ В заключении, оставшиеся после обработки коэффициенты преобразования фурье записываются в фреймы и склеиваются в готовый **MP3**-файл.

Булева алгебра. Логические высказывания.

Тема №2

Булева алгебра (известная как **алгебра логики**) - это раздел математики, изучающий **высказывания** со стороны их логических значений и логические операции над ними.

Логическое высказывание - это любое повествовательное предложение, в отношении которого можно **однозначно!** сказать **Истинно** оно или **Ложно**



Джордж
Буль

Пример

Предложение **"Трава зеленая"** следует считать высказыванием, так как оно **истинное**.

Предложение **"Конь - самолёт"** тоже высказывание, так как оно **ложное**.

Логические связи

Употребляемые в обычной речи слова и словосочетания "не", "и", "или", "если... , то", "тогда и только тогда" и другие позволяют из уже заданных высказываний строить новые высказывания. Такие слова и словосочетания называются **Логическими связками**.

Высказывания, образованные из других высказываний с помощью **логических связок**, называются **составными**. Высказывания, не являющиеся составными, называются **элементарными**.

"и"

Из элементарных высказываний **"Петров — врач"**, **"Петров — шахматист"** при помощи связки **"и"** можно получить составное высказывание **"Петров — врач и шахматист"**, понимаемое как **"Петров — врач, хорошо играющий в шахматы"**.

"или"

При помощи связки **"или"** из этих же высказываний можно получить составное высказывание **"Петров — врач или шахматист"**, понимаемое в алгебре логики как **"Петров или врач, или шахматист, или и врач и шахматист одновременно"**.

Логические связи

Чтобы обращаться к логическим высказываниям, им назначают имена.

Пример

Пусть через **A** обозначено высказывание **"Тимур поедет летом на море"**, а через **B** — высказывание **"Тимур летом отправится в горы"**.

Тогда составное высказывание **"Тимур летом побывает и на море, и в горах"** можно кратко записать как **A и B**. Здесь "и" — логическая связка, **A, B** — логические переменные, которые могут принимать только два значения - **"истина"** или **"ложь"**, обозначаемые, соответственно, **"1"** и **"0"**.

Операции над логическими высказываниями

"не" Операция, выражаемая словом **"не"**, называется **инверсией** или **отрицанием** и обозначается чертой над высказыванием или символом \neg .

пример

Высказывание \bar{A} истинно, когда A **ложно**, и ложно, когда A **истинно**.

"Луна — спутник Земли" (A); **"Луна — не спутник Земли"** (\bar{A}).

"и" Операция, выражаемая связкой **"и"**, называется **конъюнкцией** (лат. conjunctio — соединение) или **логическим умножением** и обозначается точкой **" · "** Может также обозначаться знаками **(\wedge)($\&$)**.

Конъюнкция

Высказывание $A \cdot B$ истинно **тогда и только тогда**, когда оба высказывания **A** и **B** истинны

Операции над логическими высказываниями

"или" Операция, выражаемая связкой **"или"** (в неисключающем смысле этого слова), называется **дизъюнкцией** (лат. disjunctio — разделение) или **логическим сложением** и обозначается знаком \vee (или $+$).

Дизъюнкция

Высказывание \vee ложно тогда и только тогда, когда оба высказывания **A** и **B** ложны.

"если-то" Операция, выражаемая связками **"если ..., то"**, **"из ... следует"**, **"... влечет ..."**, называется **импликацией** (лат. implico — тесно связаны) и обозначается знаком \Rightarrow Высказывание $A \Rightarrow B$ ложно **тогда и только тогда**, когда **A истинно**, а **B ложно**.

"равносильно" Операция, выражаемая связками **"тогда и только тогда"**, **"необходимо и достаточно"**, **"... равносильно ..."**, называется **эквиваленцией** или **двойной импликацией** и обозначается знаком \Leftrightarrow или \equiv Высказывание $A \Leftrightarrow B$ истинно тогда и только тогда, когда **значения A и B совпадают**.

**С помощью логических переменных и символов логических операций любое высказывание можно формализовать, то есть заменить логической формулой.*

Определение логической формулы

1. Всякая логическая переменная и символы "истина" ("1") и "ложь" ("0") - формулы.
2. Если A и B - формулы, то \bar{A} , $A \cdot B$, $A \vee B$, $A \Rightarrow B$, $A \Leftrightarrow B$ - формулы.
3. Никаких других формул в алгебре логики нет.

Порядок выполнения операций

1. Операции в скобках
2. Отрицание
3. Конъюнкция
4. Дизъюнкция
5. Импликация
6. Эквивалентность

Пример

$$A \vee (B \Rightarrow C) \& D \Leftrightarrow \neg A$$

1. $B \Rightarrow C$ - импликация
2. $\neg A$ - инверсия
3. $(B \Rightarrow C) \& D$ - конъюнкция
4. $A \vee (B \Rightarrow C) \& D$ - дизъюнкция
5. $A \vee (B \Rightarrow C) \& D \Leftrightarrow$ - эквивалентность

Аксиомы булевой алгебры

Булевой алгеброй называется непустое множество A с двумя бинарными операциями \wedge (аналог конъюнкции), \vee (аналог дизъюнкции), одной унарной операцией \neg (аналог отрицания) и двумя выделенными элементами: 0 (или Ложь) и 1 (или Истина) **такими, что для любых a, b и c из множества A верны следующие аксиомы:**

Основные аксиомы

- ▶ $a \wedge (b \wedge c) = (a \wedge b) \wedge c$ и $a \vee (b \vee c) = (a \vee b) \vee c$ - ассоциативность конъюнкции и дизъюнкции
- ▶ $a \wedge b = b \wedge a$ и $a \vee b = b \vee a$ - коммутативность конъюнкции и дизъюнкции
- ▶ $a \wedge (a \vee b) = a$ и $a \vee (a \wedge b) = a$ - законы поглощения (элиминации)
- ▶ $a \wedge (b \vee c) = (a \wedge b) \vee (a \wedge c)$ и $a \vee (b \wedge c) = (a \vee b) \wedge (a \vee c)$ - дистрибутивность конъюнкции и дизъюнкции относительно друг друга
- ▶ 1. $a \wedge \neg a = 0$ 2. $a \vee \neg a = 1$ - дополнительность (комплементарность), в которой
 1. закон противоречия
 2. закон исключенного третьего

Структура, в которой выполняются все аксиомы, кроме предпоследней, называется **псевдобулевой алгеброй**.

Тождества булевой алгебры

Конец презентации

Так-же следует перечислить ряд тождеств свойственных булевой алгебре

Основные тождества

- ▶ Инволютивность (закон двойного отрицания): $\neg\neg a = a$
- ▶ Тождество с константами: $a \vee 0 = a$; $a \wedge 1 = a$; $a \vee 1 = 1$; $a \wedge 0 = 0$
- ▶ Идемпотентность: $a \wedge a = a$; $a \vee a = a$
- ▶ Законы де Моргана: $\neg(a \vee b) = \neg a \wedge \neg b$; $\neg(a \wedge b) = \neg a \vee \neg b$
- ▶ Законы Блейка-Порецкого: $a \vee (\neg a \wedge b) = a \vee b$; $a \wedge (\neg a \vee b) = a \wedge b$
- ▶ Склеивание: $(a \vee b) \wedge (\neg a \vee b) = b$; $(a \wedge b) \vee (\neg a \wedge b) = b$