

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра информатики и программирования

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ СЖАТИЯ АУДИО И ВИДЕОДАННЫХ
АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 273 группы

направления 01.04.02 Прикладная математика и информатика

факультета компьютерных наук и информационных технологий

Баклаги Артёма Евгеньевича

Научный руководитель

к.ф.-м.н., доцент

А. Г. Фёдорова

подпись, дата

Зав. кафедрой:

к.ф.-м.н., доцент

М. В. Огнёва

подпись, дата

Саратов 2019

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Обработка компьютерного звука и звуковой информации представляет собой относительно новую дисциплину. Появление новой и недорогой аппаратуры, позволило обрабатывать сигналы с помощью компьютера. Пользователи компьютеров при работе со звуком существенно выигрывают благодаря деятельности крупнейших компаний в сфере разработки мультимедийных приложений, которые, начиная с шестидесятых годов, активно финансировали исследования в области эффективного кодирования звуковой информации.

Кроме звуковой информации, важную роль в сфере мультимедиа играет видеоинформация. Передача цифрового видео от источника (видеокамера или записанный видеоролик) к конечному пользователю вовлекает в разработку целую цепь различных компонентов и процессов. Ключевыми звеньями этой цепи являются процессы компрессии (кодирования) и декомпрессии (декодирования), при которых несжатый цифровой видеосигнал сокращается до размеров, подходящих для его передачи и хранения, а затем восстанавливается для отображения на видеоэкране. Продуманная разработка алгоритмов компрессии и декомпрессии может дать существенное коммерческое и техническое преимущество продукта, обеспечив лучшее качество видеоизображения.

С возникновением нового научно-технического направления, такого как мультимедиа, проблема сжатия разнообразных сигналов встала на первое место. Мультимедиа — это объединение и решение на базе персонального компьютера задач синтеза, анализа и передачи (обмена) речи, звука, видеоизображений, графики, текста. Интенсивное развитие методов и устройств сжатия стимулируется в настоящее время развитием цифровых сетей интегрального обслуживания. Методы и устройства сжатия разных сообщений (в том числе и на телевидении) интенсивно развиваются последние 20-30 лет.

Разработка новых алгоритмов сжатия и улучшение старых является актуальной проблемой на сегодняшний день. Кроме многих видов коммерческого

использования, технологии сжатия информации необходимы во многих отраслях применения компьютерной техники.

С появлением мощных и недорогих персональных компьютеров стали разрабатываться разнообразные мультимедийные приложения и программы, в которых используются тексты, изображения, звуки и видео. Все эти виды информации надо хранить в компьютере, отображать, редактировать и проигрывать.

Целью магистерской работы являлась разработка алгоритмов для сжатия видео и аудио данных, реализация параллельных версий данных алгоритмов, исследование преимуществ и недостатков этих алгоритмов в сравнении с готовыми инструментами среды Windows по сжатию медиа файлов.

Для реализации данной цели были выполнены следующие задачи:

1. рассмотрены основные понятия, связанные с теорией сжатия аудио и видео данных, методы сжатия информации и их классификация;
2. рассмотрены алгоритмы сжатия звука и видео, их достоинства, недостатки и разнообразные способы их модификаций;
3. реализованы алгоритмы сжатия аудиоданных, видеоданных и их параллельные версии;
4. исследованы временные и качественные характеристики результатов применения этого алгоритма и готовых средств для сжатия звука в среде Windows;
5. разобраны основные термины, связанные с компьютерной графикой и компьютерным моделированием;
6. проведён обзор инструментов для создания графических эффектов в видео;
7. изучены современные технологии и приёмы для создания графических эффектов;
8. реализован скрипт построения сцены в видео редакторе Autodesk Maya.

Данная магистерская работа имеет следующую структуру:

1. ВВЕДЕНИЕ

2. Сжатие аудиоданных

- 3.Алгоритмы сжатия звука
- 4.Сжатие видеоданных
- 5.Компьютерные эффекты
- 6.Практическая часть
- 7.ЗАКЛЮЧЕНИЕ
- 8.СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ
- 9.ПРИЛОЖЕНИЕ А. Скрипт для Autodesk Maya
- 10.ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Алгоритм сжатия zip
- 11.ПРИЛОЖЕНИЕ В. Алгоритм сжатия .avi файлов
- 12.ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Параллельный алгоритм сжатия .avi файлов
- 13.ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Алгоритм сжатия MP3
- 14.ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Параллельный алгоритм сжатия MP3

Для написания теоретической части бакалаврской работы использовались источники [1-20], а для практической части [20-31].

Краткое содержание работы

Глава 1 посвящена основным понятиям, связанными с сжатием аудиоданных. Приведены основные способы сжатия звуковых файлов. Разобрано такое понятие как сэмплирование, на котором строится сжатие аудиоданных. Звук оцифровывают с помощью измерения напряжения сигнала во многих точках оси времени, потом каждое измерение переводится в числовую форму и данную форму записывают в файл. Данный процесс называется сэмплированием или отбором фрагментов. Звуковая волна сэмплируется, а сэмплы (иначе говоря звуковые фрагменты) представляют собой оцифрованный звук. Устройство для сэмплирования звука — это аналого-цифровой преобразователь. Так как звуковые сэмплы — это числа, их можно редактировать и изменять. Однако, основным смысл полученных аудиофайлов — это их проигрывание и прослушивание. Для того, чтобы прослушать полученный файл, числовые сэмплы переводятся в электрическое напряжение. А потом, данное напряжение, непрерывно передаётся на динамики. Устройство для выполнения этой процедуры называется

цифро-аналоговым преобразователем (ЦАП, с английского DAC — digital-to-analog-converter). Если увеличить скорость сэмплирования для получения улучшенного звука, то это приведёт к увеличению сэмплов и к росту объёма звукового файла. Можно сделать вывод, что основная проблема сэмплирования заключается в определении оптимальной скорости отбора сэмплов.

В главе 2 представлены основные алгоритмы, связанные с сжатием звука и подробно рассмотрен алгоритм MP3.

Общепризнанные методы сжатия данных, такие как, статистические и словарные методы, могут быть использованы для компрессии звуковых файлов без потерь, но результат существенно зависит от конкретных аудиоданных. Некоторые звуки будут хорошо сжиматься с помощью словарных алгоритмов, но плохо — статистическими алгоритмами. Другим звукам больше подходит статистическое сжатие, а при словарном подходе, наоборот, может произойти увеличение аудио файла, например, алгоритм RLE, хорошо применим для звуков, у которых есть длинные серии повторяющихся звуковых фрагментов — сэмплов. Методы, основанные на словарном подходе, предполагают, что некоторые фразы будут встречаться часто на протяжении всего файла. Это происходит в текстовом файле, в котором отдельные слова или их последовательности повторяются многократно. Лучшие результаты можно получить, если при компрессии алгоритмами с потерей, развивать те методы, которые учитывают особенности восприятия звука. Часть данных неслышимая для звука будет удалена. Данный вид кодирования напоминает кодирование изображений, где информация, незаметная для человеческого глаза, удаляется. В обоих случаях исходная информация (изображение или звук) является аналоговой, то есть, часть информации уже потеряна при квантовании и оцифровывании. Если допустить ещё некоторую потерю, то это не повлияет на качество воспроизведения разжатого звука, который не будет сильно отличаться от оригинала.

В формате MP3 при скорости цифрового потока 32 Кбит/с (моно) используются следующие алгоритмы компрессирования:

1. Субполосное кодирование;
2. Неравномерное квантование;
3. Энтропийное кодирование (код Хаффмана);
4. Перцепционное кодирование.

С повышением скорости цифрового потока для улучшения качества звучания некоторые подпрограммы перцепционного кодирования исключаются. В настоящее время в интернете распространяются файлы MP3, записанные со скоростью 192 кбит/с (стерео), при этом формат MP3 уже можно отнести к компрессированию без потерь.

В главе 3 были рассмотрены основные моменты, связанные с видеосжатием. Сжатие видео основано на двух важных принципах. Первый — это пространственная избыточность, присущая каждому кадру видеоряда. А второй принцип основан на том факте, что большую часть времени каждый кадр похож на свой предыдущий. Это — временная избыточность. Таким образом, большая часть методов сжатия видео начинается с кодирования первого кадра с помощью некоторого алгоритма компрессии изображения. Далее надо кодировать каждый следующий кадр, находя расхождение или разность между этим кадром и его предшественником и кодируя эту разность. Если новый кадр сильно отличается от предыдущего (это чаще всего происходит с первым кадром последовательности), то его можно кодировать независимым образом. Кадр, который кодируется с помощью своего предшественника обычно называется внутренним. В противном случае — внешним кадром.

В главе 4 приведён разбор теории, связанной с компьютерными эффектами. В современном кинематографе сложно представить себе фильм, в котором отсутствовали разнообразные компьютерные эффекты. Но если раньше эти эффекты были проще и вставлялись в отдельные эпизоды, то теперь технологии стали сложнее и разнообразнее. Можно выделить два основных направления для создания эффектов:

1. Компьютерная анимация — вид мультипликации, создаваемый при помощи компьютера.

2. Трёхмерная графика — раздел компьютерной графики, посвящённый методам создания изображений или видео путём моделирования объёмных объектов в трёхмерном пространстве. 3D-моделирование — это процесс создания трёхмерной модели объекта.

Существует пять этапов работы с трёхмерной графикой:

1. Моделирование — это способ создания объектов, находящихся на сцене;
2. Текстурирование — это придание поверхностям моделей вида реальных материалов;
3. Освещение — добавление и размещение источников света по аналогии с театральной студией или на съемочной площадке;
4. Анимация — создание движения по ключевым кадрам;
5. Визуализация — является окончательным созданием изображения или анимации.

Современный рынок профессиональных видеоредакторов огромен, и каждая из существующих программ содержит определенный набор инструментов для создания эффектов. Для практики были выбраны 2 программы для создания эффектов в видео — это Autodesk Maya и Adobe After Effects. В видеоредакторе Maya было создано 2 видеоряда:

1. Эффекты задымления от источника;
2. Представлен набор разнообразных кубов, которые при движении оставляют за собой след.

Для понимания как работает данный язык и получить базовые навыки по работе с простыми объектами в среде MAYA, был выбран MEL. Данный проект будет использовать анимацию, инструмент Mash, который позволяет создавать динамические эффекты. Mash который использует процедурные частицы объекта. Используя Mash, можно создавать сцены, в которой элементы будут имитировать реальное поведение объектов.

На рисунке 1 представлен итоговый вариант проекта.

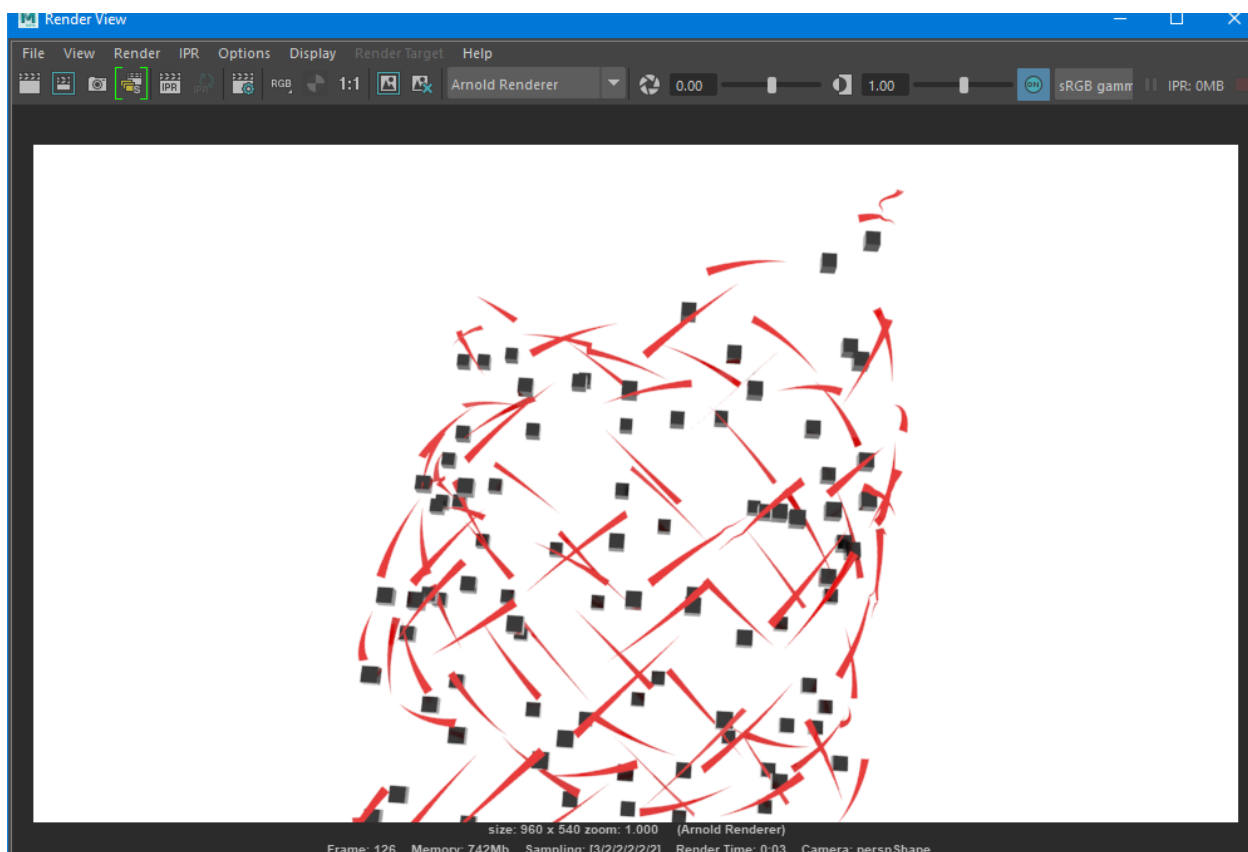


Рисунок 1. Итоговая сцена проекта

Следующая программа для сравнения — это Adobe After Effects. Adobe After Effects CC — программа для редактирования видео и динамических изображений, создание анимированной графики и визуальных эффектов. Сфера применения Adobe After Effects CC может быть самой разной. Данную программу можно использовать для обработки видеоматериалов, создания анимации для видео контента, титров, а также множества других элементов, для которых необходимы цифровые видеоэффекты.

Для практики будет создан видеоряд с анимированной заставкой, который можно использовать как заставку к видео. Для основы будет взято лого, представленное на рисунке 2

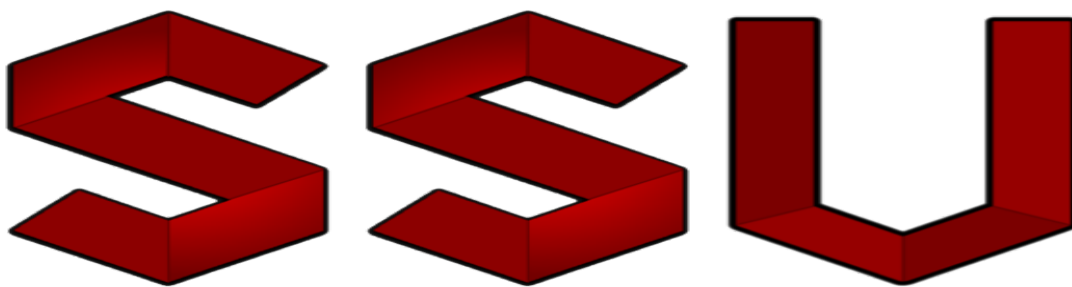


Рисунок 2. Изображение, используемое для заставки

В практической части были реализованы алгоритмы для сжатия видео и аудио, их параллельные версии, проведён сравнительный анализ данных алгоритмов с готовыми средствами для компрессии. Также были рассмотрены современные видеоредакторы, такие как Adobe Effect и Autodeck Maya.

Для тестирования алгоритмов сжатия были взяты разнообразные аудиофайлы и видеофайлы. Также для сравнения с алгоритмами сжатия были использованы инструменты для сжатия, реализованные в среде Windows. Для всех программ были проведены тесты на каждом тестовом объекте. В конце работы приведены результаты практического применения всех программ и сравнение их с реализованными алгоритмами.

Было выбрано 8 видов аудиозаписей для тестирования:

1. QUEEN – Bohemian Phapsody типа wav размером 49,03 МБ
2. Lake Waves Lapping типа wav размером 61,4 МБ;
3. Landslide With Rocks типа wav размером 3,11 МБ;
4. Monkey Angry Chatter типа wav размером 19,1 МБ;
5. River Current Medium типа wav размером 37,8 МБ;
6. Thunder Light Rain типа wav размером 32,0 МБ;
7. Water Boil типа wav размером 7,46 МБ;
8. White Storks Clicking типа wav размером 2,1 МБ;

Для тестирования алгоритмов сжатия видеофайлов были выбраны следующие видеофайлы:

1. Фильм «Скрытая угроза» формата MKV Video File (.mkv) размером 5,66 ГБ.

2. Научный фильм Animal Planet: Кошка против собаки формата .ts размером 4,88 ГБ.

3. Фильм «Лицо со шрамом» типа AVI Video File (.avi) размером 24,7 ГБ.

4. Фильм «Книга Генри» типа AVI Video File (.avi) размером 16,7 ГБ.

5. Видео полученной после рендеринга в Maya типа AVI Video File (.avi) размером 0,5 ГБ.

6. Видео полученной после рендеринга в Adobe Effect типа AVI Video File (.avi) размером 0,8 ГБ.

Результаты тестирования представлены на рисунках 3-6.

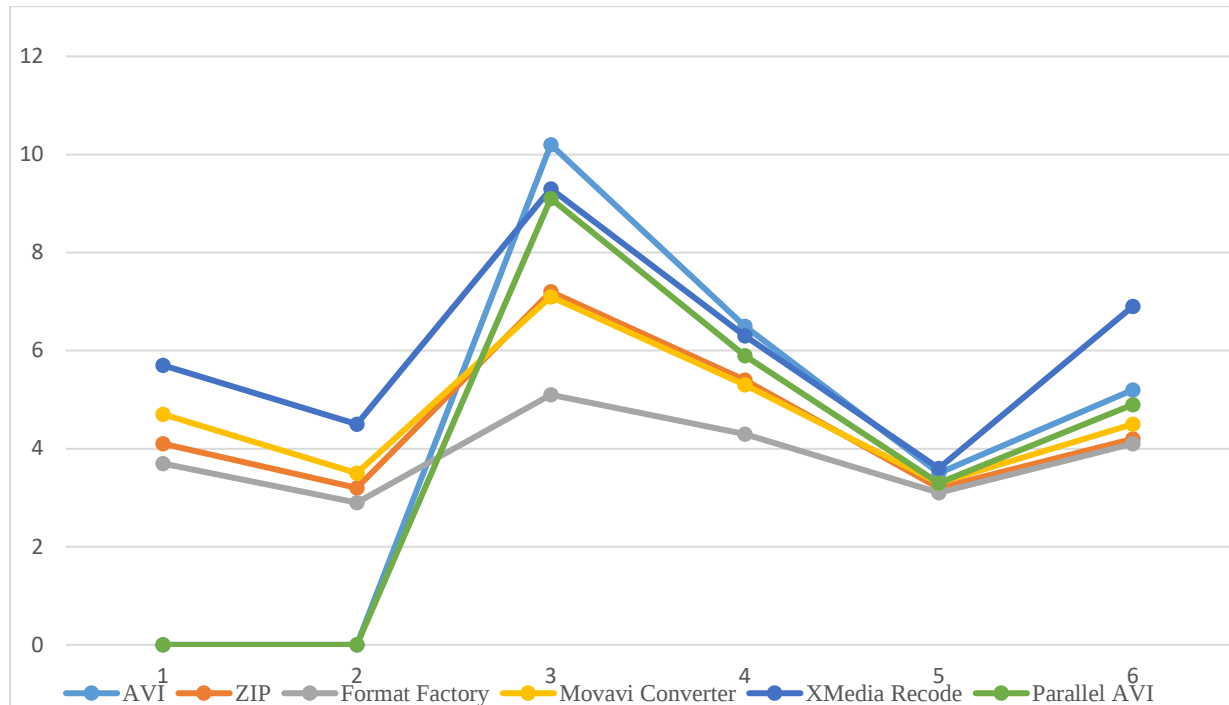


Рисунок 3. График сравнения времени сжатия для всех видеофайлов

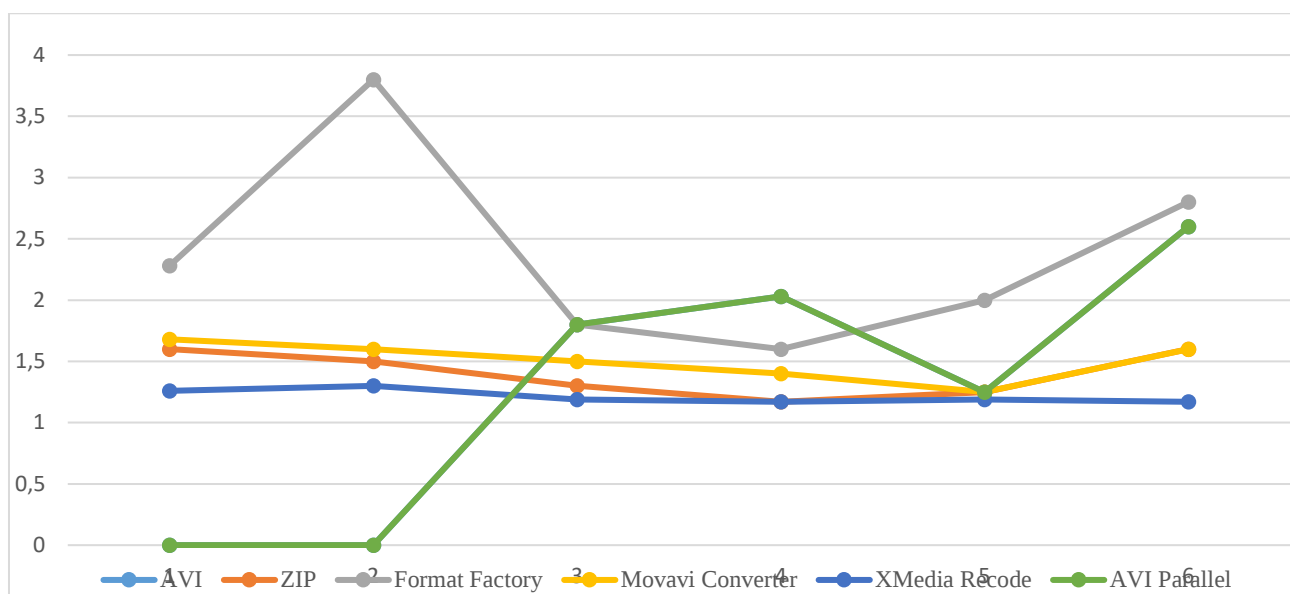


Рисунок 4. График сравнения коэффициентов сжатия для всех видеофайлов

На рисунках 5 и 6 представлены графики сравнения характеристик алгоритма сжатия и реализованных инструментов в среде Windows. Можно заметить, что что алгоритм MP3 проигрывает почти что всем инструментам, по времени, но не уступает по коэффициенту сжатия аудиофайла.

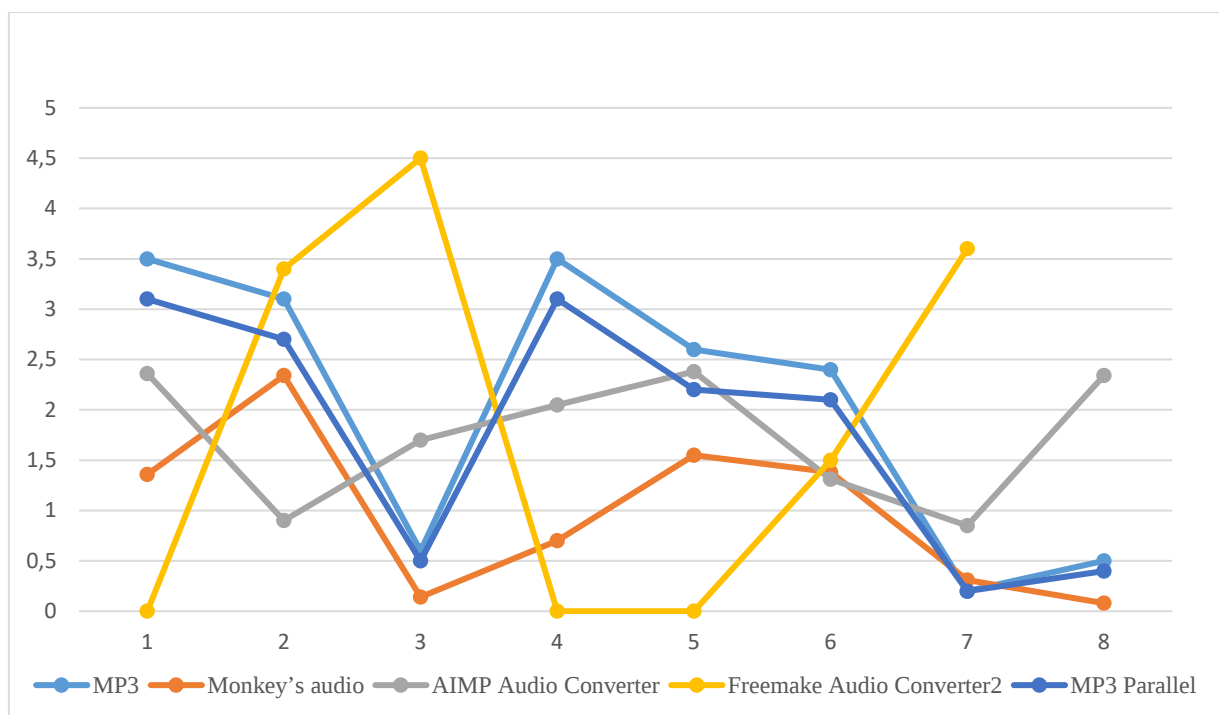


Рисунок 5. График сравнения времени сжатия для всех аудиофайлов

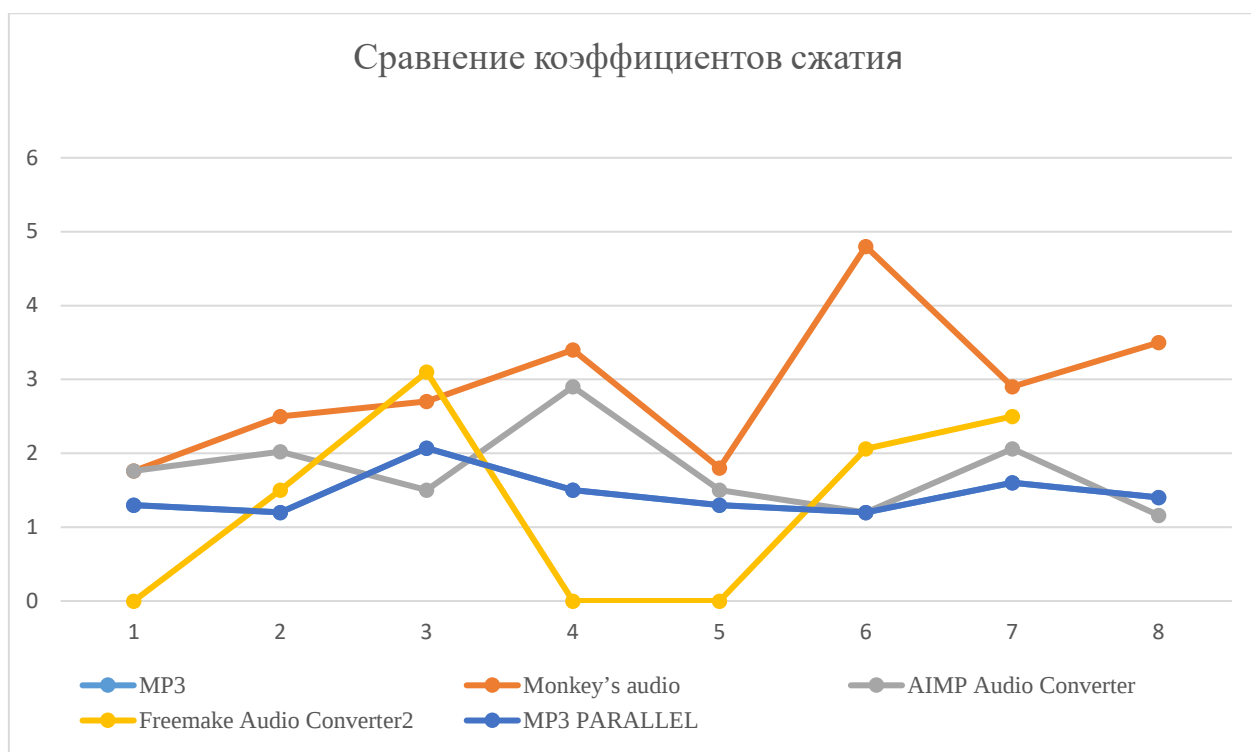


Рисунок 6. График сравнения коэффициентов сжатия для всех аудиофайлов

Каждая из данных программ по сжатию аудио и видео имеет свои преимущества и недостатки. Оптимальный вариант сжатия надо рассматривать для каждого отдельного аудиофайла и видеофайла в зависимости от поставленных целей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современном обществе огромную роль играют разнообразные средства коммуникации, в которых содержатся большие объёмы информации. Для передачи, отображения и хранения данной информации разрабатываются и продолжают разрабатываться всевозможные электронные устройства и программное обеспечение.

Проблема сжатия видео данных и аудиоданных до сих пор остаётся актуальной на сегодняшний день. Современные алгоритмы и реализованные программы для сжатия мультимедийных данных играют огромную роль в повседневной деятельности, как пользователя, так и разработчика.

В ходе магистерской работы были рассмотрены основные понятия, связанные с кодированием видео и аудиоинформации, некоторые алгоритмы сжатия медиафайлов. Рассмотрены основные понятия, связанные с компьютерной графикой, которые позволят понять далее, как работают и создаются современные графические эффекты в фильмах. В практической части были реализованы алгоритмы сжатия для видео и аудио, их параллельные версии и для конкретных примеров приведён сравнительный анализ с шестью готовыми инструментами по сжатию данных типов данных в среде Windows.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИ- ТЕРАТУРЫ

1. Артюшенко В.М, Шелухин О.И, Афонин М.Ю. Цифровое сжатие видео-информации и звука: Учебное пособие / Под ред. В.М. Артюшенко. — М: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2003. — 426.
2. Тропченко А.Ю, Троченко А.А. Методы сжатия изображений, аудиосигналов и видео: Учебное пособие — СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. — 109с.
3. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. — М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. — 384 с.
4. Khalid Sayood. University of Nebaska. Introduction to Data Compression.— 3rd ed.
5. David Salomon. With Contributions by Giovanni Motta and David Bryant. Data Compression. The Complete Reference. Fourth Edition.
6. Шелухин О.И., Гузеев А.В. Сжатие аудио и видео информации. Учебное пособие. Московский Технический университет связи и информатики. Москва – 2012.
7. Сэлмон Д. Сжатие данных, изображений и звука. Москва: Техносфера, 2004. — 386с.
8. Ковалгин Ю.А., Вологдин Э.И. Аудиотехника. Учебник для вузов. — М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 742с., ил.
9. Худяков С.В. Аудиотехника. Часть 2: Учебное пособие. — Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. — 188с.
10. Ян Ричардсон. Видеокодирование. H.264 и MPEG-4 — стандарты нового поколения. Москва: Техносфера, 2005. — 386 с.
11. Howard P. The Design and Analysis of Efficient Lossless Data Compression System. PhD Thesis, Brown University, 1993.
12. Diniz P. Adaptive filtering: algorithms and practical implementation / P. Diniz – 3rd ed. – USA, New York City: Springer Publishing, 2008. – 656 p.

13. Crochiere R.E., Rabiner L.R. Multirate digital signal processing / R.E. Crochiere, L.R. Rabiner. – USA, New Jersey, Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1983. – 411 p.
14. Петров М.Н. Компьютерная графика. — М: Издательско-торговая корпорация «Питер», 2011. — 544с.
15. Власов В.К., Королев Л.Н. Элементы информатики. / Под. Ред. Л.Н. Королева. - М.: Наука, 2008 г.
16. Цыпцын Сергей, Владимир Забелин, Геннадий Король, Павел Ледин. Сборник мастер-классов по продукту Autodesk Maya от ведущих специалистов и дизайнеров России. — Костин-Паблишинг, 2006 г. — 184 с.
17. Mark Andre Guindon and Michael Sormann. Learning Autodesk Maya. The Special Effects Handbook. 2009 г. — 629 с.
18. Робертс С. Анимация 3D персонажей - М.: ИТ Пресс, 2006 - 264 с.
19. Стиренко А.С. 3ds Max 2009 / 3ds Max Design 2009, Самоучитель - М.: ДМК Пресс, 2008, - 544 с.
20. Могилев и др. Информатика: Учебное пособие для вузов / А.В.Могилев, Н.И.Пак, Е.К.Хеннер; Под ред. Е.К. Хеннера. - М.: Изд. центр "Академия", 2008
21. Маров М.Н. 3ds MAX. Моделирование трехмерных сцен. - СПб.: Питер, 2005. - 560 с.: ил.
22. Haykin S. Adaptive filter theory / S. Haykin. – USA, New Jersey, Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2001. – 936 p.
23. Рихтер Дж. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 2.0 на языке C#. Мастер-класс. / Пер. с англ. — 2-е изд., исправ. — М.: Издательство «Русская Редакция»; СПб.: Питер, 2008. — 656 стр.: ил.
24. Д. Мастрюков. Алгоритмы сжатия информации. Часть 1. Сжатие по Хаффмену// Монитор. — 1993. — № 7-8.
25. Storer J. A. Data Compression: Methods and Theory. — USA: Computer Science Press, 1998.

26. Воеводин В.В. Параллельные вычисления — СПб: БХВ – Петербург, 2004. — 599 с.
27. Шилдт, Герберт. Полный справочник по C#: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. — 752 с.: ил. — Парал. тит. англ.
28. Марков А.А. Введение в теорию кодирования. М.: Наука, 1982г.
29. Guy E.Blelloch. Introduction to Data Compression — Computer Science Department, Carnegie Mellon University, 2013. — 55с.
30. Д. Л. Петрянин, Н.В. Горячев, И.И. Кочегаров, В.А. Трусов, Н.К. Юрков. Реализация алгоритма анализа эффективности сжатия данных. Пензенский государственный университет, Пенза. Инженерный вестник Дона №1, ч.2 (2015). — 16 с.
31. Хабрахабр [Электронный ресурс]: Внутри MP3. А как оно всё устроено? — Электрон. дан. — 6 сентября 2010 в 14:53 — Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/168251>(дата обращения 10.05.2018), свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус.