

Московский авиационный институт
(Национальный исследовательский университет)
Факультет прикладной математики и физики
Кафедра вычислительной математики и программирования

Курсовой проект
по курсу «Средства и технологии мультимедиа»
Тема: Моделирование и видеомонтаж виртуального
мира.

Студент: Куликов А.В.
Группа: М80-408Б-17
Преподаватель: Крапивенко А. В.
Оценка:

Москва, 2020

1 Постановка задачи

1. Создание анимированной последовательности облета виртуального мира.

Смоделировать в среде фрактального генератора реалистичных ландшафтов VistaPro (или аналогичного) ландшафт, содержащий: горы, снега, солнце или луну, реку с водопадом, озеро или море, деревья. Изменить цветовую палитру одного или нескольких элементов ландшафта для создания эффекта «чужой планеты».

Осуществить облет камерой полученного ландшафта с временной задержкой на крупном плане деревьев в течение 0.5-1 секунды. При построении пути облета обратить внимание на необходимость попадания в объектив всех перечисленных элементов ландшафта. Кроме того, при полете над водной поверхностью необходимо добиться эффекта отражения источника света в воде (т.н. «лунная дорожка»).

Произвести рендеринг облета ландшафта с разрешением не менее 640x480 пикселей продолжительностью от 100 до 200 кадров с сохранением в файл формата AVI с использованием кодека без потерь качества.

2. Видеомонтаж в системе нелинейного монтажа видеопоследовательностей.

В среде Adobe Premiere (или аналогичной) создать видеоролик, содержащий:

- анимированные титры, в которых указываются фамилии автора ролика, название дисциплины, группа, год создания;
- фрагменты синтезированной в VistaPro видеопоследовательности, объединенные между собой как минимум двумя эффектами перехода.

Крупноплановый фрагмент ролика необходимо замедлить средствами Adobe Premiere до 4-5 секунд.

Самостоятельно отснять 3-5ти секундный видеофрагмент с собственным участием (можно селфи) на фоне монотонной окраски, отличающейся от цветов персонажей, на любую доступную видеотехнику (допускается моб. телефон).

Наложить фрагмент живого видео с эффектом прозрачности фона (keying) и уменьшением размера фрагмента до 1/4 экрана – на замедленную сцену ролика с крупным планом дерева.

3. Создание звуковой дорожки и чистовой рендеринг.

Подобрать соответствующие сюжету звуковые дорожки, наложить их на видеоряд с синхронизацией звука и видео по основным событиям (сценам) с обязательными эффектами fade in, fade out. Предусмотреть выравнивание дорожек по громкости таким образом, чтобы общая громкость звукового сопровождения была примерно на одном уровне, а также отсутствовали пиковые выбросы, приводящие к появлению искажений. Выполнить эквалазацию для выравнивания общей частотной картины и предотвращения перегруженности сигнала в узких частотных диапазонах. Особое внимание уделить спектру в области низких частот.

Опционально: симитировать реальное акустическое окружение при помощи эффектов задержки и реверберации.

Экспортировать результат в файлы .AVI, используя 2 кодека: один кодек – без потерь качества, другой – с частичными потерями качества (предпочтительны кодеки, использующие методы DCT или Wavelet).

4. Оформление отчета по курсовому проекту.

В разделе "реферат" отчета описать используемое ПО, и технологию сжатия используемого кодека с потерей качества.

В разделе "вычислительная часть" в подготовленных роликах необходимо отобрать кадры, воспроизводящие сцены: начальная часть ролика (с титрами); замедленный крупный план; фрагмент быстрого движения с мелкими деталями.

Для каждого из отобранных кадров привести: содержимое кадра (т.н. «скриншот»); гистограмму яркостей пикселей кадра; изображение, содержащее линейную разность между сжатым и несжатым кадрами (рекомендуется её инвертировать и визуально усилить).

В разделе "аналитика и выводы" описать основные навыки, полученные в ходе работы, затруднения в ходе работы, и дать попытку объяснить полученные визуальные разности между роликами без потерь и с потерями качества с точки зрения специфики работы используемого метода сжатия.

Дать список используемой литературы, в т.ч. ссылки на ресурсы Интернет, оформленные по правилам оформления ссылок на научные работы. Опционально: привести ссылки на публичный ресурс в интернете, где выложены ролики для конкурса работ.

2 Реферат

Используемое ПО:

В ходе выполнения курсовой работы было использовано следующее программное обеспечение:

- Adobe Premiere Pro CC 2020
- VistaPro 4

VistaPro – программа для фрактальной генерации ландшафта. С помощью нее можно создавать случайный ландшафт для его последующего редактирования. Например можно изменять параметры источника света, добавлять и настраивать водоемы, облака, 3D и 2D деревья, постройки. В VistaPro имеется возможность экспортировать изображения в форматах BMP, JPG, Targa, PCX и видео в формате AVI.

Adobe Premiere Pro – профессиональная программа для видеомонтажа. В ней представлено огромное множество различных инструментов для редактирования видео/аудио. Среди них обрезание и склейка видео, наложение эффектов, переходов, создание титров и т.д. Готовый видеоряд можно экспортировать во множество видеоформатов с использованием различных кодеков.

Описание хода работы:

С помощью программы VistaPro4 был сгенерирован ландшафт. Затем он был слегка сглажен для придания ему большей реалистичности. Далее настроен уровень моря, добавлены реки и озера. В результате добавления истока реки на горной поверхности появились водопады. Затем произведена настройка уровней появления снега и растительности, добавлена луна, звездное небо, облака. После этого были сгенерированы

деревья, которые затем настроены на трехмерное отображение. Для создания эффекта “чужой планеты” изменена палитра нескольких элементов ландшафта. Затем создана траектория облета мира, произведен облет мира и экспорт видеоряда в AVI. Для записи крупнопланового фрагмента видео создана вторая траектория облета. Так же произведен облет и экспортирован в формат AVI.

Полученные видео импортированы в Adobe Premiere Pro. Фрагмент с крупным планом замедлен до 4 секунд. Далее добавлены вступительные и завершающие титры. Затем отнят фрагмент с участием автора работы на однотонном фоне для последующего его удаления. Данный видео ряд так же импортирован в Adobe Premiere Pro. После на него наложен эффект Ultra Key для удаления фона. Наложен эффект затухания. Полученный фрагмент с прозрачным фоном наложен поверх крупнопланового фрагмента.

Между основными фрагментами видео добавлены различные эффекты перехода. Для вступительных титров подобраны эпичные звуки появления, а также музыкальная композиция для облета. На звуковые дорожки наложены эффекты перехода и затуханий.

Произведен чистовой рендер без сжатия и со сжатием с разрешением 720x480 в формате 16:9, 29,97 кадров в секунду.

В качестве алгоритма сжатия с потерями был выбран DV NTSC. Стандарт NTSC был выбран, т.к. разрешение 720x480 мне показалось более “стандартным”, а также привлекла большая, по сравнению с PAL’ом, частота кадров. В формате DV NTSC используется 8-битный цифровой компонентный видеосигнал с разрешением 720x480 пикселей и частотой выборки (цветовой субдискретизацией) 4:1:1 для сигналов яркости и цветности. Для уменьшения избыточности сигнала используется внутрикадровая компрессия на основе дискретного косинусного преобразования (ДКП). Коэффициент компрессии сигнала - 5:1. Скорость потока данных: 25 Мбит/с видео, 1,5 Мбит/с аудио и 3,5 Мбит/с служебной информации. Поддерживается запись двух каналов звукового сопровождения с частотой дискретизации аудиосигнала 48 кГц при 16-битном квантовании или четырёх каналов звука с параметрами 32 кГц/12 бит. В служебной области производится запись даты и времени.

В качестве кодека для сжатия с потерями я использовал DV. Формат видеозаписи Digital Video разрабатывался совместными усилиями таких компаний как Sony, Panasonic, Philips, и т.д. Формат предназначался для записи на не профессиональное, бытовое оборудование и носители. Такая цель сама собой подразумевает необходимость экономного способ представления записанных данных. Из назначения формата так же вытекает возможность не заботиться о частичных потерях при сжатии.

Описание алгоритма:

Алгоритм базируется на следующих свойствах ДКТ:

- ДКТ декоррелирует данные, т.е. удаляет всякую связь между фрагментами данных.
- ДКТ уплотняет информацию во всего лишь нескольких выходных коэффициентах, в том смысле, что основную информацию об исходном изображении, необходимую для восприятия изображения человеком несут всего лишь несколько выходных коэффициентов. Остальные же отвечают за более мелкие детали, которыми можно пренебречь.

Суть любого метода сжатия, основывающегося на ДКТ состоит в представлении данных в виде суммы косинусов с различными частотами. Постоянный член и меньшие частоты отвечают за крупные “образы”, большие частоты — за более мелкие детали изображения.

В общем случае алгоритмы сжатия видеоданных, использующие дискретное косинусное преобразование, используют следующие этапы:

1. Разбиение изображения на области.
2. Применение ДКТ к каждой из таких областей.
3. Квантование
4. Сжатие одним из энтропийных методов.

При использовании кодека DV NTSC каждый кадр обрабатывается следующим образом:

Первый этап. Производится конвертирование исходного кадра из RGB-представления в YUV-представление с субдискретизацией 4:1:1. Далее проводится разбиение кадра на области 8x8 пикселей.

Второй этап. Производится дискретное косинусное преобразование блока. Дискретное косинусное преобразование реализуется следующим образом:

$$D(i, j) = \frac{1}{\sqrt{2N}} C(i) C(j) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} p(x, y) \cos \left[\frac{(2x+1)i\pi}{2N} \right] \cos \left[\frac{(2y+1)j\pi}{2N} \right]$$

$$C(u) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{если } u = 0 \\ 1, & \text{если } u > 0 \end{cases}, \text{ где } p(x, y) \text{ — пиксель изображения на позиции } x, y.$$

Или же в матричной форме:

$$T_{i,j} = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N}}, & \text{если } i = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \left[\frac{(2x+1)i\pi}{2N} \right], & \text{если } i > 0 \end{cases}$$

$D = TMT^T$ — результат ДКТ, матрица с коэффициентами.

Коэффициент в левом верхнем углу называется DC-коэффициентом и отвечает за среднее значение цвета кадра. Остальные коэффициенты называются AC-коэффициентами и отвечают за различные частоты в разложении изображения. По мере удаления во всех направлениях от левого верхнего узла коэффициенты отвечают за все более высокие частоты.

Третий этап. Формирование макроблока из шести блоков - четырёх яркостных (Y) и двух цветоразностных (UV) с итоговым размером 16x16 (4 * 8x8 Y + 8x8 U + 8x8 V)

Распределение макроблоков в зависимости от веса их коэффициентов. Коэффициенты определяются соотношением высоких и низких частот. Пять макроблоков, взятых из различных областей кадра, образуют видеосегмент.

Таким образом весь кадр делится на 270 сегментов, каждый из которых состоит из 5 макроблоков.

Четвертый этап — этап квантования. Для него вводится такое понятие как матрица квантования. Матрица квантования — матрица той же размерности, что и матрица, к которой применяется квантизация. Она определяет какая часть информации будет отброшена в результате квантования. Матрица квантования определяется коэффициентом квантования.

Процесс квантования можно представить в следующем виде:

$$C_{i,j} = \text{round}\left(\frac{D_{i,j}}{Q_{i,j}}\right)$$

Каждый макроблок квантуется своей матрицей квантования.

Т.е. происходит поэлементное деление результата ДКТ на матрицу квантования с последующим округлением.

Стандарт алгоритма DV определяет ограничение на длину сжатого сегмента в 2560 бит. Коэффициенты квантования подбираются таким образом, чтобы закодированные данные удовлетворяли ограничению и в то же время сохраняли DC-коэффициенты и как можно больше AC-коэффициентов. Более того, если алгоритм обнаружит, что среди 5 макроблоков, образующих сегмент, есть более детализированные, а значит более подверженные образованию артефактов, тогда алгоритм перераспределит коэффициенты квантования таким образом, что макроблоки, содержащие меньше деталей, получат больший коэффициент квантования, а макроблоки с большим количеством деталей — меньший. Так будет достигнута высокая степень сжатия с минимальной потерей информации.

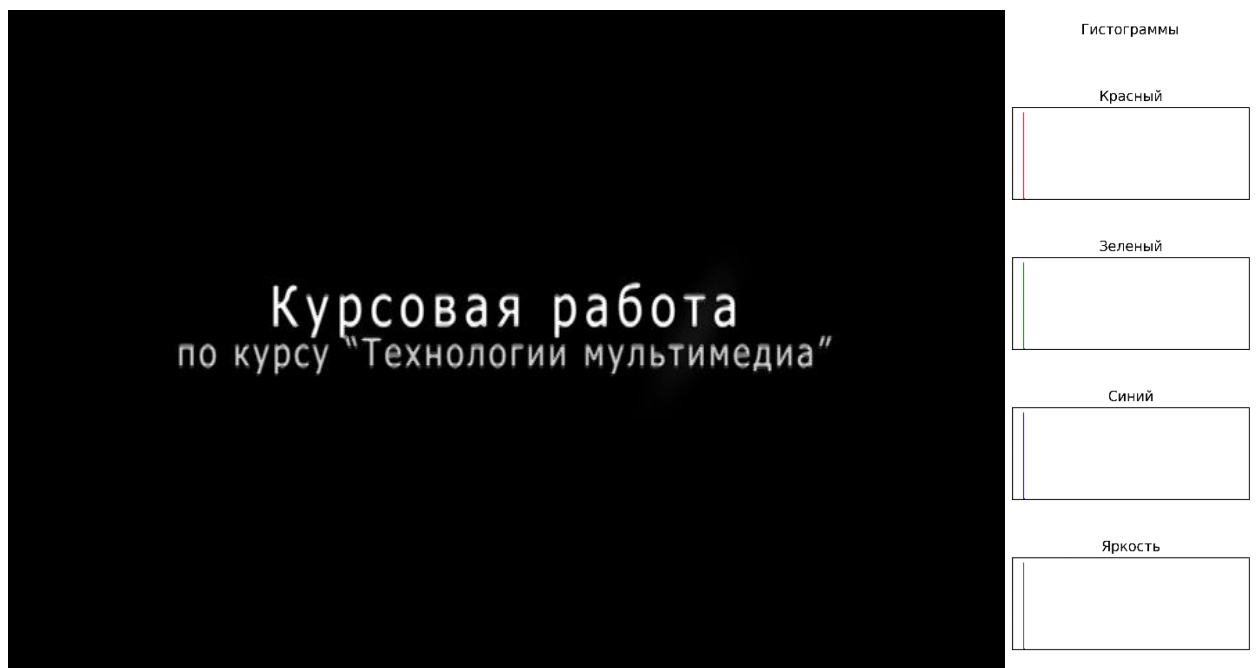
Пятый этап. Затем производится кодирование сегмента при помощи кодов Хаффмана.

3 Вычислительная часть.

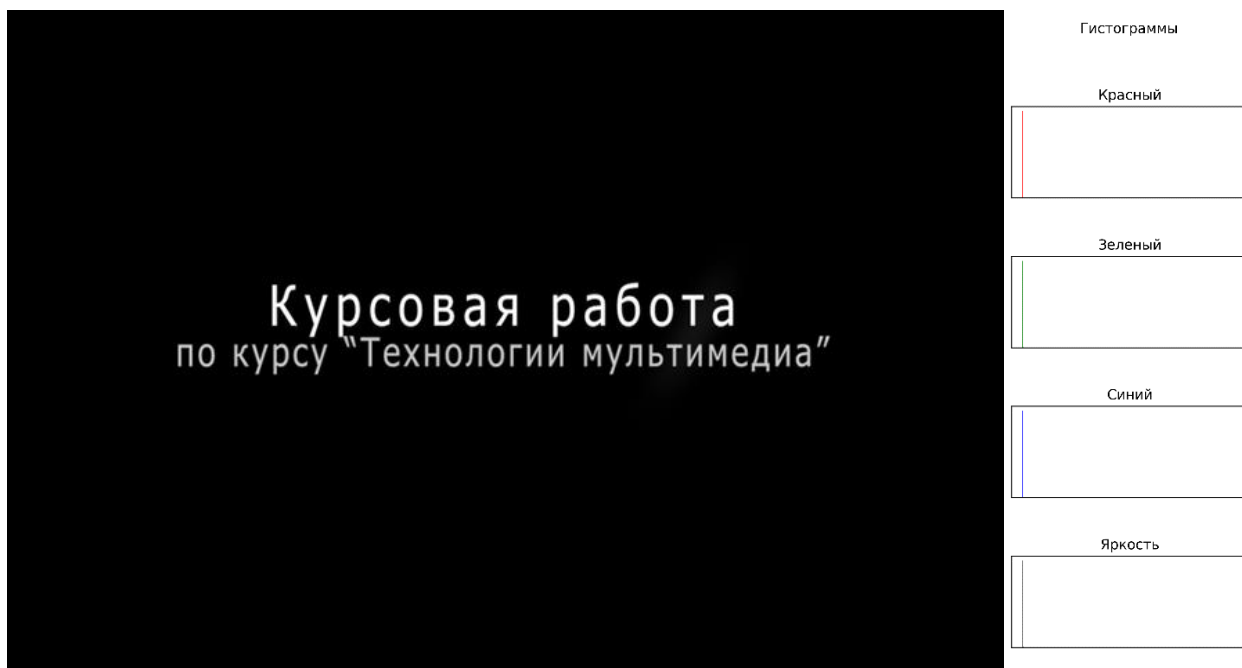
Для вычислений выбраны 3 кадра из готового видео. Получены следующие данные:

Кадр 1 (титры):

Со сжатием:



Без сжатия:



Визуально усиленная разница:

Курсовая работа
по курсу "Технологии мультимедиа"

Кадр 2 (крупный план):

Со сжатием:



Без сжатия:



Визуально усиленная разница:



Кадр 3 (фрагмент быстрого движения с мелкими деталями):

Со сжатием:



Гистограммы

Красный



Зеленый



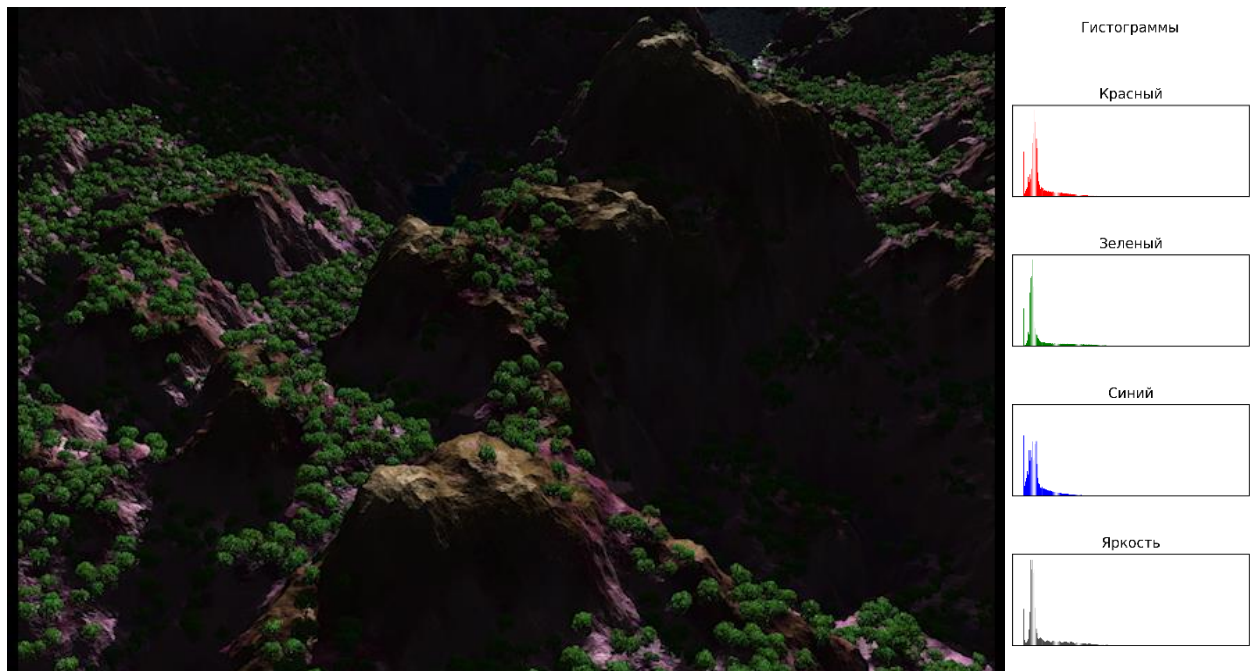
Синий



Яркость



Без сжатия:



Визуально усиленная разница:



4 Аналитика и выводы

В ходе выполнения курсовой работы был создан трехмерный ландшафт.

Смонтирован видеоролик со звуком, титрами и эффектами перехода. Применена технология keying'a.

Полученный видеоролик экспортирован со сжатием и без него. Из ролика выбраны три кадра и сравнены между собой. Визуально на скриншотах разница практически не заметна. Для большей наглядности линейная разница визуально усилена и инвертирована. На кадрах с разницей видно, что они отличаются на границах объектов, а также в местах, насыщенных мелкими деталями. Это объясняется тем, что было применено сжатие с потерями. Первые потери происходят на этапе субдискретизации. Из-за того, что применена субдискретизация 4:1:1 наблюдается некоторое “размытие” контуров и потеря деталей с горизонтальным размером порядка 4-х пикселей, а также горизонтальная рябь. К тому же в алгоритмах, использующих ДКТ, сжатие достигается путем отбрасывания высокочастотных компонентов изображения, которые отвечают за мелкие детали на изображении.

Так же для каждого из кадров построена гистограмма цветных каналов и яркости.

Кодек, которым предполагается сжимать видео, целиком и полностью зависит от цели создаваемого видео. Если производится любительская съемка наиболее оправданным кажется сжатие видео с потерями, желательно с настраиваемым уровнем качества. В более профессиональных сферах, таких как кинематограф, реклама и т.п. используются сырые данные, которые нельзя сжимать алгоритмами сжатия с потерями.

В данной курсовой работе я приобрел базовые навыки видеомонтажа и создания ландшафта, а также ознакомился с принципами работы видеокодеков, основанных на дискретном косинусном преобразовании.

5 Список литературы

1. <https://ottverse.com/discrete-cosine-transform-dct-video-compression/>
2. Image Compression and Discrete Cosine Transform – Ken Cabeen, Peter Gent
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/DV>
4. <https://www.adamwilt.com/DVvsMJPEG.html>