

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Кафедра вычислительной математики и программирования

Курсовой проект
по дисциплине «Технологии мультимедиа»
«Моделирование и видеомонтаж виртуального мира»

Выполнила: Власова С. М.
Группа: М8О-406Б
Преподаватели: Крапивенко А. В.
Казанцев О. В.

Задание

1. Создание анимированной последовательности облета виртуального мира.

Смоделировать в среде фрактального генератора реалистичных ландшафтов VistaPro 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 создать видеоролик, содержащий:

- а) анимированные титры, в которых указываются фамилии автора ролика, название дисциплины, группа, год создания;
- б) фрагменты синтезированной в VistaPro видеопоследовательности, объединенные между собой как минимум двумя эффектами перехода. Крупный план фрагмента ролика необходимо замедлить средствами Adobe Premiere до 4-5 секунд.

Самостоятельно отснять 3-5-ти секундный видеофрагмент с собственным участием на фоне монотонной окраски, отличающейся от цветов персонажей, на любую доступную видеотехнику.

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 эквализацию для выравнивания общей частотной картины и предотвращения перегруженности сигнала в узких частотных диапазонах. Особое внимание уделить спектру в области низких частот.

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.

Реферат

Для выполнения данного курсового проекта мне потребовалось следующее ПО:

1. Фрактального генератор ландшафтов Vista Pro.

VistaPro был использован для создания реалистичного 3D-мира. Он использует метод трассировки лучей в качестве модели освещения. Так, пользователь самостоятельно устанавливает камеру в точку наблюдения и источник освещения.

Разрешение кадра – 640x480. В ходе работы я сгенерировала ландшафт планеты с помощью рандомной генерации начального значения, «затопила» его до некоторого уровня. Так, получилось несколько

островов в море с горной местностью. Уровень снега был отрегулирован до определенной высоты, сгенерированы две реки – одна из них горная с водопадом. Я добавила облака и деревья, солнце опустила вниз и увеличила его диаметр, усилила яркость, чтобы создать блики на поверхности моря. Также, были изменены цвета неба, горизонта, деревьев и моря. Это придало местности фантастической составляющей, эффекта иной планеты.

После создания местности был осуществлен ее облет с учетом требований задания (чуть более 200 кадров). Полученная анимация была сохранена в формате AVI.

2. Программа для видеомонтажа – Adobe Premiere Pro 2020.

Программный продукт компании Adobe Systems, являющийся наследником программы Adobe Photoshop, предоставляет возможности нелинейного монтажа – соединения фрагментов разных записей, мультимедийных сообщений в единое произведение. Так, для создания видеоролика я использовала именно эту программу.

Импортировав полученное видео с облетом виртуального мира, я разбила его на три фрагмента, перенесла их на отдельные дорожки так, чтобы они пересекались в местах, где будет наложен видео-эффект. В качестве эффекта перехода был использован эффект «Градиентное вытеснение VR» – устанавливается любое изображение в градациях серого для градиентного вытеснения. При градиентном вытеснении второй клип сначала заполняет черную область изображения, а затем начинает «просвечивать» согласно степени интенсивности серого, пока белые области не станут прозрачными. Для первого перехода я использовала изображение пегаса в небе, а для второго – летящих птиц.

После добавления двух переходов я импортировала видео со своим участием, настроила эффект прозрачности по цвету фона, чтобы вырезать его. Также, я уменьшила размер кадра. Это видео присутствует в кадре в момент замедления – когда деревья идут крупным планом.

Далее, была добавлена звуковая дорожка – начало песни R.E.M. Losing my religion. Я настроила постепенное увеличение громкости и ее затухание.

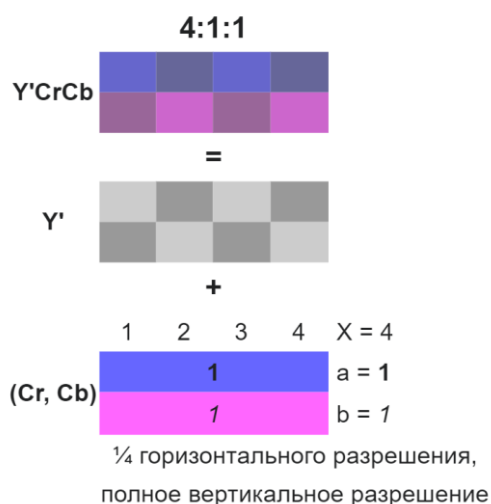
Для экспорта полученного видеоролика я использовала два кодека – кодек Lagarith без потери качества и кодек DV NTSC с потерей качества. В рамках реферата необходимо рассмотреть алгоритм работы кодека с сжатием.

Техническая спецификация DV NTSC

В формате DV NTSC используется 8-битный цифровой компонентный видеосигнал с разрешением 720х480 пикселей и цветовой субдискретизацией 4:1:1 для сигналов яркости и цветности.

Формат 4:1:1

В соотношении 4:1:1 горизонтальное разрешение цветоразностных сигналов снижается до четверти от полного разрешения сигнала яркости, также полоса пропускания сужается (пропускная способность увеличивается) в два раза по сравнению с режимом без субдискретизации.



В формате DV NTSC частота дискретизации яркости Y равна 13,5 МГц, а каждый из цветоразностных сигналов Cr и Cb будет дискретизирован с частотой 3,375 МГц, что в 4 раза меньше. Так, сжатие видеопотока происходит из-за снижения цветового разрешения сигнала.

Коэффициент компрессии сигнала – 5:1.

Скорость потока данных: 25 Мбит/с видео, 1,5 Мбит/с аудио и 3,5 Мбит/с служебной информации.

Алгоритм кодека DV NTSC

1. Каждый кадр видеосигнала разбивается на макроблоки, в составе которых есть 4 блока сигнала яркости и по одному блоку двух цветоразностных сигналов. Размерность каждого блока составляет 8 на 8 пикселей. Пиксель представляет из себя некоторое число от 0 до 255 – значение его яркости и цветности. Так, каждый блок - это матрица действительных чисел, которая преобразуется независимо от остальных блоков изображения. Разбиение на блоки уменьшает вычислительную сложность алгоритма

и минимизирует потерю качества изображения.

2. Дискретно-косинусное преобразование каждого блока.

Дискретно-косинусное преобразование (ДКП) – это линейное, ортогональное преобразование, позволяющее эффективно выявлять избыточную информацию. ДКП является частным случаем двумерного преобразования Фурье и, соответственно, обратимо. В качестве базисных функций ДКП использует только *косинусные* составляющие с целью минимизации вычислений. Они являются ортогональными.

Аналитическое представление двумерного ДКП метода

Пусть y – матрицы размерности 8 на 8 с элементами $y(i, j)$, где $i, j = \overline{0, 7}$, взятые из изображения.

Тогда **формула прямого двумерного ДКП** примет вид:

$$Y(u, v) = \frac{1}{4} C(u) C(v) \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 y(i, j) \cos \left[\frac{(2i+1)u\pi}{16} \right] \cos \left[\frac{(2j+1)v\pi}{16} \right],$$

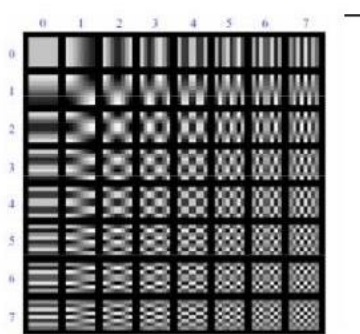
$$\text{где } C(n) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, n = 0 \\ 1, n > 0 \end{cases}; u, v = \overline{0, 7}.$$

Формула обратного двумерного ДКП будет иметь вид:

$$Y(i, j) = \frac{1}{4} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u) C(v) Y(u, v) \cos \left[\frac{(2i+1)u\pi}{16} \right] \cos \left[\frac{(2j+1)v\pi}{16} \right],$$

$$\text{где } C(n) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, n = 0 \\ 1, n > 0 \end{cases}; i, j = \overline{0, 7}.$$

Базисные функции ДКП



Базис для дискретного косинусного преобразования (ДКП)

Идея метода

Метод базируется на анализе пространственных частот.

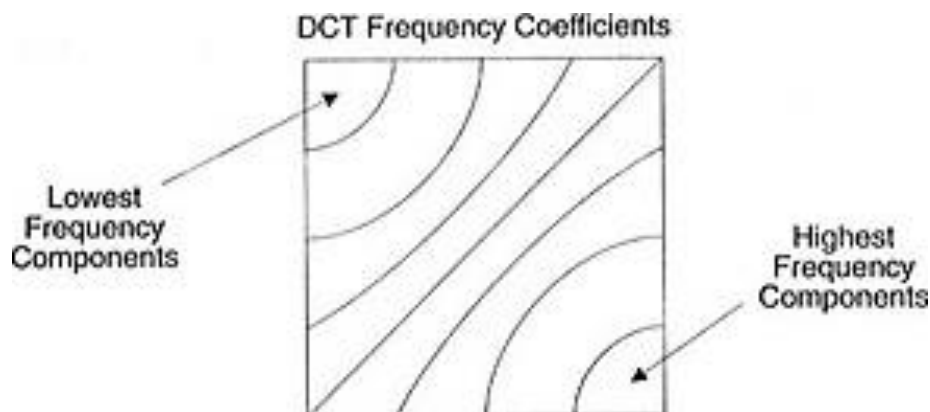
Пространственная частота – это число изменений значений яркости на единицу расстояния.

Как правило, человеческий глаз лучше распознает плавные изменения цвета и яркости, соответствующие низкочастотным компонентам кадра, нежели детализированные скачкообразные переходы, соответствующие высокочастотным компонентам. В силу этого считается, что основная информация о фрагменте изображения хранится в его низкочастотных составляющих, при этом высокочастотные составляющие могут быть отброшены.

Так, метод ДКП концентрирует энергию именно в низкочастотных составляющих кадра.

Исходный блок пикселей преобразуется в блок коэффициентов, соответствующих амплитудам частот. После преобразования размерность матрицы остается прежней – 8 на 8, однако, ДКП конвертирует исходную информацию, содержащуюся в пикселах, в формат, в котором может быть выявлена избыточность.

Матрица коэффициентов ДКП выглядит следующим образом.



Анализ полученной матрицы

- а) верхний слева коэффициент представляет собой усреднённую яркость блока – среднее арифметическое по всем пикселям (постоянную составляющую);
- б) при перемещении вправо по пикселям коэффициенты отражают увеличение пространственной частоты по горизонтали;

- с) при перемещении вниз по пикселям коэффициенты отражают увеличение пространственной частоты - по вертикали;
- д) как правило, большие величины имеют только постоянная составляющая и несколько низкочастотных компонентов, расположенных в левом верхнем углу матрицы коэффициентов ДКП;
- е) коэффициенты, расположенные в правом нижнем углу матрицы, соответствуют высокочастотным мелким объектам и стремятся к нулю.

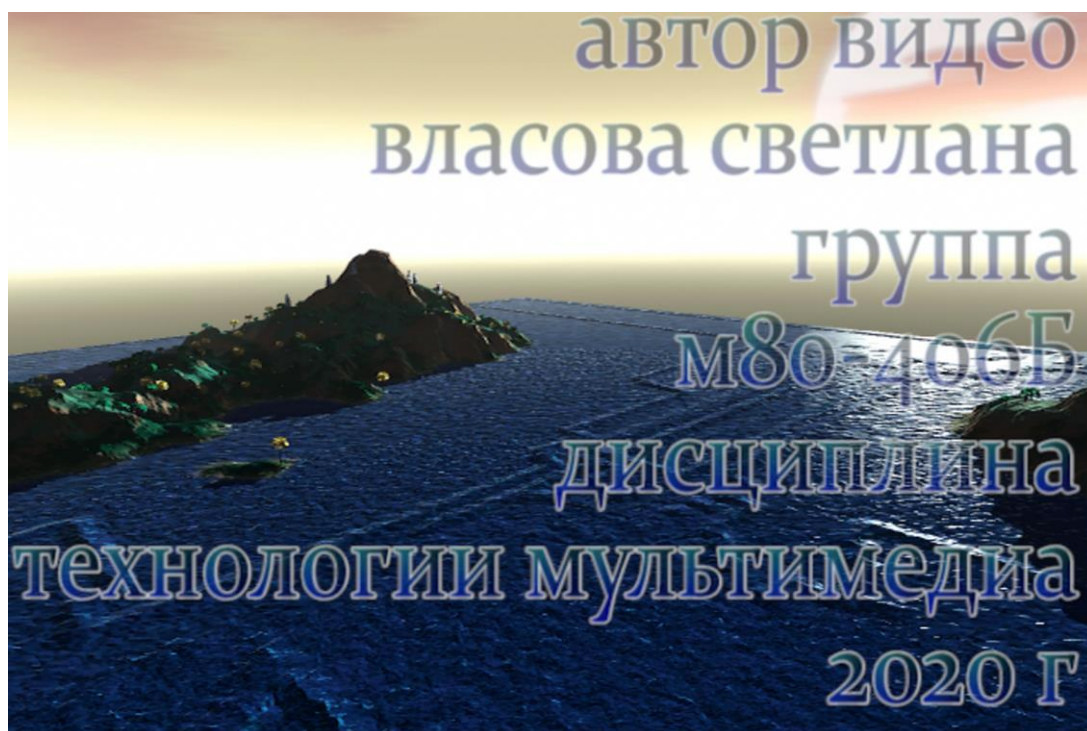
Таким образом, матрица ДКП хранит информацию о средней яркости блока и низкочастотных составляющих, отбрасывая коэффициенты, соответствующие мелким деталям блока. Если передавать вместо значений яркости изображения коэффициенты ДКП, то сокращение скорости передачи данных может быть достигнуто уже хотя бы за счет исключения нулевых коэффициентов.

3. Распределение макроблоков в зависимости от веса их коэффициентов. Пять макроблоков, взятых из различных областей кадра, образуют видеосегмент.
4. Далее происходит квантование. Коэффициенты, расположенные в левом верхнем углу блока, квантуются на максимально большое число уровней (особенно это касается коэффициента в левом верхнем углу, отвечающего за среднюю яркость блока); остальные коэффициенты передаются с меньшей точностью, а значит, квантуются на меньшее число уровней. Для тех же из них, что располагаются в правом нижнем углу, шкала квантования может содержать всего несколько уровней. Практическая реализация процесса квантования достигается поэлементным делением матрицы коэффициентов ДКП на матрицу квантования. Это производится для достижения лучшего сжатия с минимальными потерями. После квантования сегмент не должен превышать 2560 бит.
5. Далее, выполняется кодирование потока данных кодовыми словами переменной длины. Размер компрессированного макроблока с дополнительными данными составляет 77 байт.

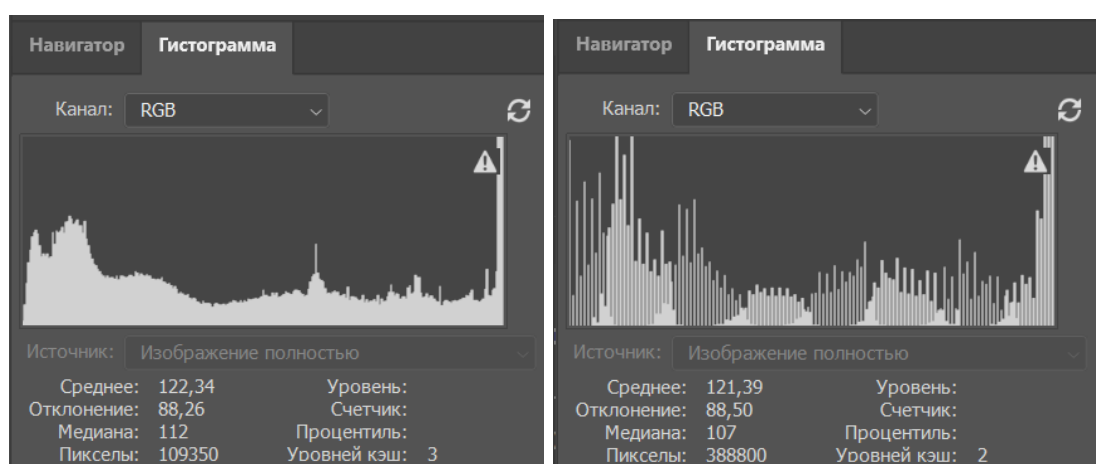
Вычислительная часть

1. Кадр ролика с титрами.

Оригинальный кадр, полученный с использованием кодака без потерь/ с потерями.



Гистограммы яркостей пикселей кадров, полученных с использованием кодака без потерь/ с потерями.

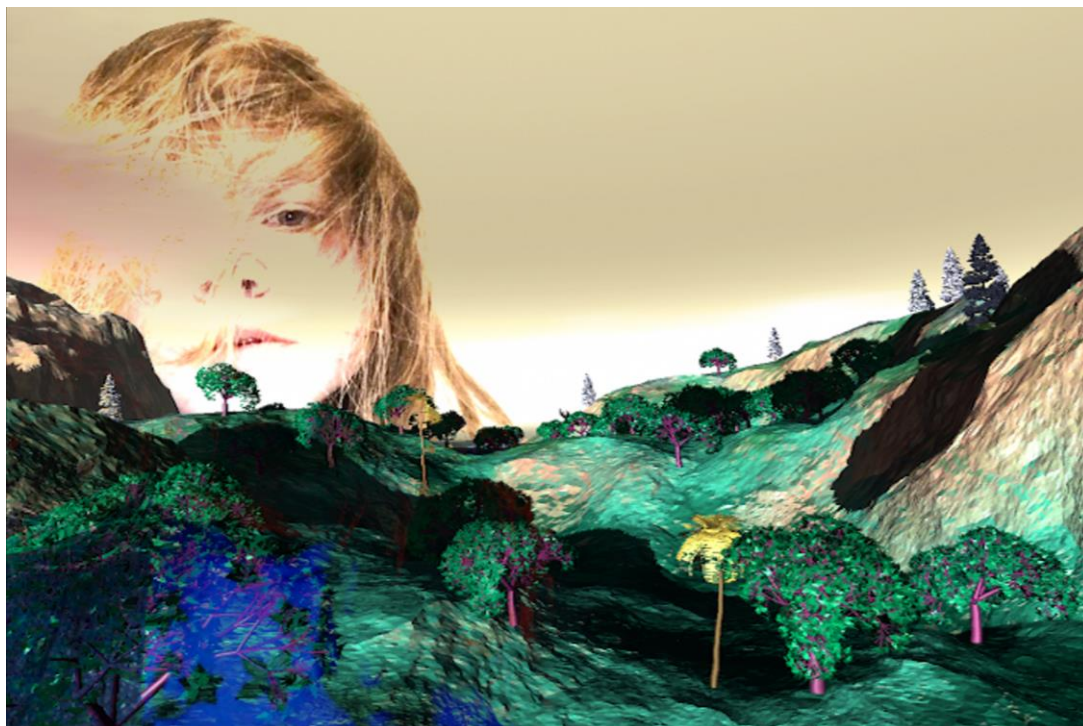


Инвертированная и визуально усиленная разность между сжатым и несжатым изображениями.

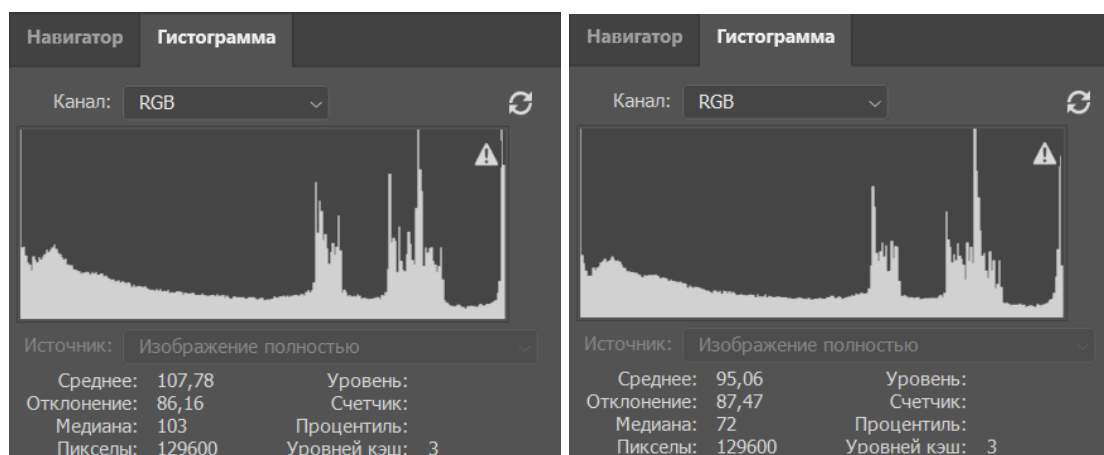


2. Крупный план.

Оригинальный кадр, полученный с использованием кодака без потерь/ с потерями.



Гистограммы яркостей пикселей кадров, полученных с использованием кодака без потерь/ с потерями.

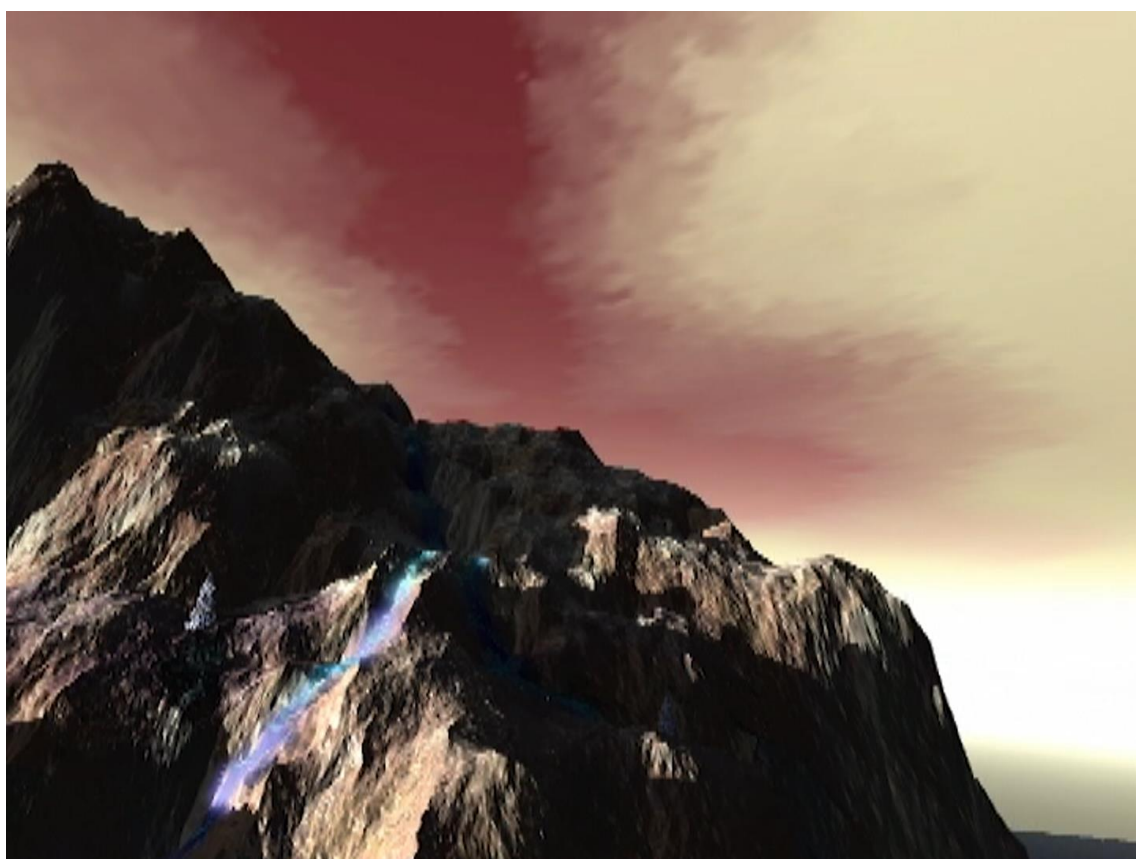
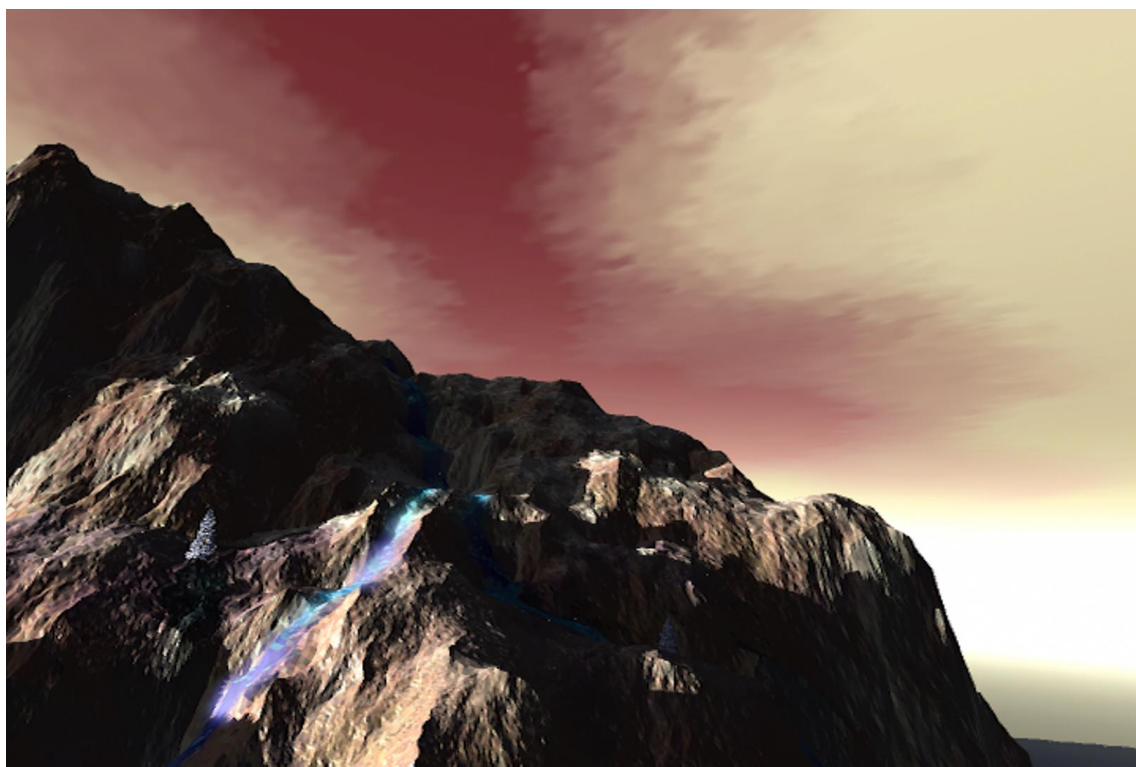


Инвертированная и визуально усиленная разность между сжатым и несжатым изображениями.

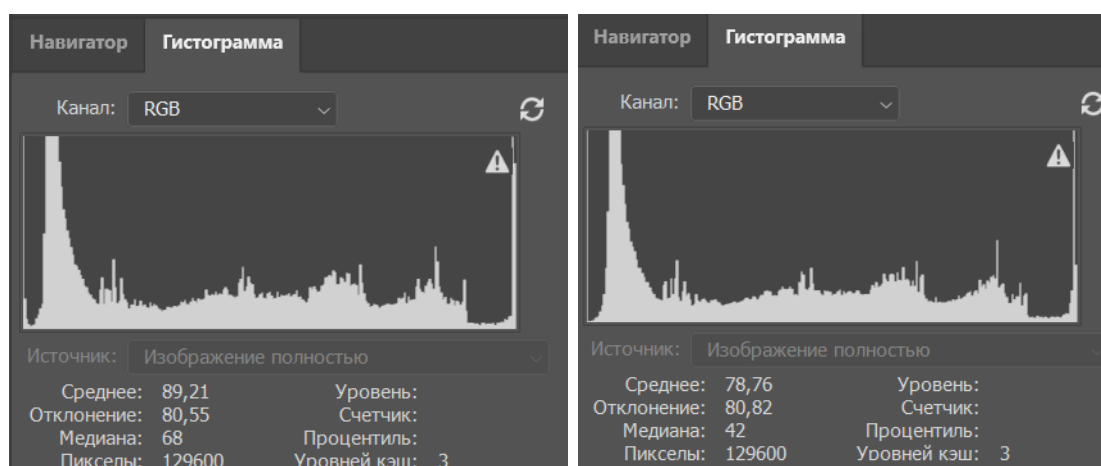


3. Быстрое движение с мелкими деталями.

Оригинальный кадр, полученный с использованием кодака без потерь/ с потерями.



Гистограммы яркостей пикселей кадров, полученных с использованием кодака без потерь/ с потерями.



Инвертированная и визуально усиленная разность между сжатым и несжатым изображениями.



Аналитика и выводы

В ходе выполнения работы я научилась создавать виртуальный мир с помощью фрактального генератора ландшафтов VistaPro и осуществлять его облет – на этом этапе не возникло никаких затруднений, т.к. программный интерфейс небольшой и интуитивно понятный. Единственное, впервые открыв VistaPro, я не учла то, что при создании моря операция «затопления» до выбранной высоты является необратимой – так, мне пришлось начать заново.

Далее, я познакомилась с некоторыми возможностями программы нелинейного видеомонтажа Adobe Premiere Pro – научилась создавать видеопереходы между видеофрагментами, регулировать их длительность и остальные свойства, замедлять отдельные фрагменты видео, накладывать визуальные эффекты – например, в рамках курсовой я наложила на видео со своим участием эффект прозрачности по цвету, тем самым вырезав ненужный фон видео.

Также, я наложила титры в конце видео, на моменте, где солнце отражается на поверхности моря – Adobe Premiere Pro уже имеет библиотеку графических элементов, заданных стилей, которой можно было бы воспользоваться. Однако, я создала титры вручную, настроила их прокрутку, шрифт и заливку. В этой же среде мне удалось импортировать в ролик песню и создать эффект усиления громкости в начале звуковой дорожки и затухания звука к концу. Трудности возникали только от незнания «где и что лежит». В целом, я познакомилась с базовыми возможностями работы в этой программе.

Далее, мне предстояло экспортировать ролик в AVI формат с использованием двух кодеков – сжатием без потерь и сжатием с потерями. Обнаружив, что в предложенных программой кодеках нет того, что сжал бы ролик без потерь, я установила открытый кодек Lagarith. Он базируется на известном кодеке Huffuiv, примерно сравним с ним по быстродействию, превосходит по степени сжатия. В качестве второго кодека я выбрала DV NTSC. Этот кодек использует цветовую субдискретизацию, так называемое цветное прореживание, характеризующее соотношение количества отсчетов яркости с количеством отсчетов цветности (точнее, так называемых цветоразностных компонентов) того же участка изображения. DV NTSC использует соотношение 4:1:1, когда на каждые четыре отсчета по яркости в кадре приходится всего один по цветности. Также сжатие обеспечивается тем, что к каждому блоку кадра применяется дискретно-косинусное преобразование. Оно преобразуется блок пикселей в матрицу коэффициентов, характеризующих амплитуды пространственных частот блока. Так, после преобразования хранится информация лишь о низкочастотных сегментах, которые характеризуются небольшой детальностью, плавными переходами цвета и яркости. Информация о деталях теряется. После ДКП происходит квантование, которое преобразует

коэффициенты к удобному виду. Так, кодек имеет коэффициент компрессии 5 к 1.

По инвертированной и усиленной разности кадров видно, что после сжатия изображение утрачивает информацию о цветности некоторых блоков. Также, теряется информация о детализированных участках с высокой пространственной частотой – после квантования матрицы коэффициентов они обнуляются, контуры объектов пикселизируются.

Литература

1. Олег Татарников «Методы сжатия цифрового видео» //КомпьютерПресс : журнал. — 2004. — № 08. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://compress.ru/article.aspx?id=11653>
2. Айфичер Э.С., Джервис Б.У. Цифровая обработка сигналов: практический подход [Текст]: Пер с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. — 992 с.
3. Кестер У. Цифровая обработка сигналов [Текст]: Пер с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. — 850 с.
4. Ю.П. Михайлюк Конспект лекций по дисциплине «Системы и сети телевидения. Цифровое телевидение, ч.1» с. 44-48// Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2012. — 128 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: https://studopedia.ru/5_138472_diskretno-kosinusnoe-preobrazovanie.html
5. Исхаков Максим «Дискретное косинусное преобразование как математическая основа компрессии изображения» // Безопасник: информационный портал. — 2018. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <https://bezopasnik.info/дискретное-косинусное-преобразование/>
6. DV - Википедия : свободная энциклопедия. — 2016. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/DV>