

Лабораторная работа №2. Сжатие видеoinформации

1. Цель работы

Исследовать методы и возможности сжатия видеoinформации.

2. Описание лабораторного стенда

Лабораторная работа выполняется на персональном компьютере с применением свободно распространяемых программ «Media Coder» (автор Stanley Huang), «Expert-2» (продукт PixelTools Corporation) и «MSU_VQMT_free» (Moscow State University Video Quality Meter – разработка МГУ). Используется набор испытательных видеофайлов. Кроме того, необходима программа просмотра видеофайлов «VLC Media Player» или другая, позволяющая воспроизводить видеофайлы исследуемых в работе форматов.

3. Задание для предварительной подготовки

3.1. Изучить по учебной литературе и лекциям принципы сжатия видеoinформации по стандартам MPEG-2, MPEG-4 AVC (H.264) и HEVC (H.265).

3.2. Создать файл MS Word для отчета по лабораторной работе.

4. Задание к экспериментальной части работы

4.1. Подготовка к выполнению экспериментов

4.1.1. Создать рабочую папку. Желательно, чтобы путь к ней не содержал символов кириллицы.

4.1.2. Просмотреть испытательные видеофрагменты. Выбрать испытательный видеофрагмент, содержащий достаточно быстрое движение и неподвижный или малоподвижный фон. Согласовать выбор с преподавателем. Скопировать выбранный фрагмент в свою рабочую папку. Просмотреть свойства файла и выписать размеры изображения, частоту кадров, скорость цифрового потока, продолжительность видеофрагмента. В работе используются испытательные видеофрагменты с размером кадра 352x288 пикселей или близким к этому.

4.1.3. Запустить программу «Expert-2». Если программа выдает при этом сообщения «Warning», нажимать «ОК».

4.1.4. Проверить настройки программы в меню «Configure»:

- битрейт 1500000 бит/с;
- размеры изображения в соответствии со свойствами файла;
- частота кадров в соответствии со свойствами файла;
- формат пикселя квадратный (square);
- размер группы изображений $N = 4$;

- расстояние между Р-кадрами $M = 2$;
- режим работы «Progressive Sequence + Progressive Frame» (в «MPEG-2 Parameters»);
- «Profile=Main, Level=Main» (там же).

4.1.5. Проверить работу программы «Expert-2». В меню «File» выбрать пункт «Select name...» и указать путь к выбранному видеофрагменту. В меню «View Encode» выбрать пункт «Encode Input», чтобы открылось окно для отображения кодируемых кадров. Нажать кнопку «Step Encode». В открывшемся окне указать путь к своей папке и задать какое-либо имя файла с расширением mpg. Этот файл потом не будет использоваться. Затем нажать кнопку ОК.

В окне отобразится первый файл видеофрагмента. Записать в отчет номер и тип этого кадра (Frame 0 Type I). Далее нажимать кнопку «Step Encode», получать и записывать в отчет номера и типы последующих кодируемых кадров, пока не пройдут две полных группы изображений (т.е. пока не появится третий кадр I). Тогда нажать кнопку «Stop Encode».

4.2. Исследовать процесс оценки и компенсации движения

4.2.1. В меню «View Encode» включить отображение «Encode Input» (вход кодера), «Predicted» (предсказанный кадр) и «Motion Compensated» (ошибки предсказания). Аналогично п. 4.1.5 начать покадровое кодирование видеофрагмента и дойти до кадра типа В, содержащего участки с выраженным движением и без движения. Увеличить масштаб отображения, выбирая пункт «Fit to window» в меню «Display» и растягивая каждое окно мышью, так чтобы оно было размером не меньше трети экрана.

4.2.2. Во всех окнах в меню «Block Info» включить пункты «Select All» для отображения типов всех макроблоков и «Activity» для отображения значения активности. Макроблоки разных типов маркируются разными цветами:

- I блоки (I blocks) белые;
- прямые блоки (forward blocks) синие;
- обратные блоки (backward blocks) красные;
- интерполированные блоки (interpolated blocks) пурпурные (сиреневые);
- незакодированные блоки (not coded) черные;
- пропущенные блоки (skipped) зеленые.

Активность отображается числом от 0 до 99 на каждом из макроблоков, которое показывает степень изменений изображения в макроблоке по сравнению с кадрами, по которым осуществляется предсказание.

4.2.3. Три окна скопировать в электронный отчет. При этом необходимо указать в отчете, к какому пункту задания относятся сохраненные изображения,

и какое окно сохранено в каждом из них.

4.2.4*. Анализируя сохраненные изображения и используя литературу и лекции, дать ответы на следующие вопросы. (Символом «*» отмечены пункты, выполнять которые следует при оформлении отчета после завершения всех экспериментов.)

– Какой тип макроблоков преобладает в данном кадре?

– Можно ли выявить связь расположения макроблоков разных типов и характера движения на соответствующих участках изображения?

– Можно ли выявить связь между типом макроблока и значением его активности?

– Можно ли выявить связь между значением активности макроблока и величиной ошибки предсказания?

– Почему в окне «Predicted» изображение черно-белое?

Ответы на вопросы записать в отчет.

4.2.5. В трех окнах выключить отображение активности и включить пункт «Select All» меню «MotVectors» для отображения векторов движения макроблоков. Вектор движения при предсказании по предыдущему кадру отображается синим цветом, а при предсказании по последующему кадру – красным.

4.2.6. Три окна скопировать в электронный отчет. Закончить обработку, нажав кнопку «Stop Encode».

4.2.7*. Указать в сохраненных изображениях с помощью графического редактора или другим способом примеры макроблоков, векторы движения которых соответствуют и не соответствуют реальному движению на этих участках кадров. Охарактеризовать связь длины вектора движения со скоростью движения и с ошибками предсказания. Результаты анализа записать в отчет.

4.3. Исследовать процесс внутрикадрового сжатия

4.3.1. В меню «View Encode» включить отображение «Encode Input» (вход кодера), «Encode Output» (выходное изображение), «Error Image» (ошибки сжатия). Аналогично п. 4.1.5 начать покадровое кодирование видеофрагмента и дойти до кадра типа В, содержащего участки с выраженным движением и без движения. Увеличить масштаб отображения в окнах.

4.3.2. В окне «Error Image» включить отображение параметров квантования (меню «Block Info», пункт «Quantization»). Скопировать это окно в электронный отчет. Закончить обработку, нажав кнопку «Stop Encode».

4.3.3. Установить битрейт 4500000 бит/с и повторить пп. 4.3.1 и 4.3.2, получив и скопировав в отчет тот же самый кадр с отображением параметров квантования.

4.3.4. Установить битрейт 500000 бит/с и повторить пп. 4.3.1 и 4.3.2, получив и скопировав в отчет тот же самый кадр с отображением параметров квантования.

4.3.5*. Анализируя сохраненные изображения, ответить на вопросы:

– Как связаны значение параметра квантования и величина ошибок сжатия? Почему?

– Каковы минимальные и максимальные значения параметров квантования в трех изображениях?

– Как связаны размеры слайсов от характера участков изображения? Зависит ли количество слайсов в изображении от степени сжатия? Слайсом (slice) называется группа макроблоков, идущих подряд в одном горизонтальном ряду и имеющих одинаковые параметры квантования.

4.3.6. Дополнительно включить отображение «Motion Compensated» (ошибки предсказания). Установить битрейт 1500000 бит/с, $M=2$, $N=4$. Выполнять покадровое кодирование фрагмента. Скопировать в отчет окна «Motion Compensated» и «Error Image» для идущих подряд I-кадра, В-кадра и Р-кадра, выбрав их так, чтобы не было резких изменений сцены.

Обратите внимание, что в окне «Motion Compensated» для I-кадра отображается сам кадр, так как предсказанные значения для всех элементов этого кадра принимаются равными нулю.

4.3.7*. Анализируя сохраненные изображения, ответить на вопросы:

– В каком из кадров параметры квантования наименьшие, а в каком наибольшие?

– Как зависит величина ошибок сжатия от характера участков изображения, учитывая движение, количество мелких деталей и т.д.? Зависит ли эта связь от типа кадра?

4.3.8. Заккрыть программу «Expert-2».

4.4. Исследовать влияние сжатия на воспринимаемое визуально качество видеоинформации.

4.4.1. Запустить программу «Media Coder». Нажать кнопку «Add» или выбрать в меню «File» – «Add File». Выбрать исследуемый видеофайл. Название файла появится в окне. Записать название, размер файла, продолжительность видеофрагмента и значение битрейта в табл. 2.1.

4.4.2. Выбрать вкладку «Video» в нижней левой части окна программы. Выбрать там же формат «MPEG2», режим «Constant bitrate» (постоянный битрейт), значение битрейта. На вкладке «Container» выбрать формат файла «MPEG2». Оставить другие настройки без изменений. Нажав кнопку «...» в

правом верхнем углу окна программы, указать путь к рабочей папке.

4.4.3. Задать битрейт 1000 кбит/с. Нажать кнопку «Start». По завершению преобразования переписать из окна с результатами в табл. 2.1 значения «Time Elapsed» (время, затраченное на сжатие), «Total Duration» (продолжительность воспроизведения файла), «Compression Ratio» (коэффициент сжатия). Закройте окно с результатами, нажать кнопку «Open» в правом верхнем углу, зайти в рабочую папку и переименовать преобразованный файл так, чтобы потом можно было определить, что в нем содержится и каковы параметры сжатия. Новое имя с расширением записать в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Результаты сжатия видеофайла

Стандарт	Битрейт кбит/с	Time Elapsed секунд	Total Duration секунд	Compression Ratio	Имя файла
MPEG-2	1000				
	256				
MPEG-4 AVC (H.264)	1000				
	256				
	64				
HEVC (H.265)	1000				
	256				
	64				

4.4.4. Повторить п. 4.4.3 для значения битрейта 256 кбит/с.

4.4.5. Установить формат сжатия H.264. Установить режим «Constant bitrate», минимальный размер «GOP=10». Установить на вкладке «Container» формат «MP4». Повторить пп. 4.4.3 и 4.4.4. Не забывайте записывать результаты сжатия в табл.2.1 и переименовывать преобразованный файл. При появлении сообщения, что исходный файл уже был преобразован, и вопроса, надо ли его снова преобразовывать, нажимать кнопку «Yes».

4.4.6. Повторить п.4.4.3, задав битрейт 64 кбит/с.

4.4.7. Установить формат сжатия H.265. Установить режим «Constant bitrate», минимальный размер «GOP=0». Установить на вкладке «Container» формат «MP4». Повторить пп. 4.4.3, 4.4.4 и 4.4.6.

4.4.8. Анализируя записанные видеофайлы, заполнить табл. 2.2. Коэффициент сжатия брать из табл.2.1. Заметность искажений, создаваемых сжатием, оценивать по 5-балльной шкале. Шкала оценок дана в разделе 3.6 электронного учебного пособия «Современные системы цифрового телевидения». Помимо оценки указать, в чем проявляются искажения (ухудшение четкости, размытие текстуры, блочный эффект, эффект «комаров» и окантовки у контуров, искажения цвета и др.).

Таблица 2.2. Результаты визуальной оценки искажений при сжатии

MPEG2			H.264			H.265		
Битрейт и $k_{сж}$	Оцен- ка	Характеристи- ка искажений	Битрейт и $k_{сж}$	Оцен- ка	Характеристи- ка искажений	Битрейт и $k_{сж}$	Оцен ка	Характеристи- ка искажений
1000			1000			1000		
256			256			256		
-	-	-	64			64		

4.4.9*. Оценить максимально допустимые коэффициенты сжатия для исследовавшихся кодеков. Сравнить затраты времени разных кодеков на сжатие одного и того же видеофайла. Результаты анализа записать в отчет.

4.5. Исследовать количественные оценки искажений, создаваемых сжатием видеoinформации.

4.5.1. Запустить программу «MSU_VQMT_free». На странице «Metric Specification» установить «PSNR YUV» – оценку С/Ш для сигнала яркости и цветоразностных сигналов. Флажки «Mask» и другие выключить. Смысл характеристики PSNR раскрыт в разделе 3.6 электронного учебного пособия «Современные системы цифрового телевидения» и в лекции 3.

4.5.2. На странице «Input Video» в поле «Original» указать исходный файл. В полях «First processed» и «Second processed» указать файлы, полученные при сжатии MPEG-2 и MPEG-4 AVC (H.264), соответственно, до скорости потока 1000 кбит/с. Нажать кнопку «Старт». Полученное окно с графиками раскрыть до максимального размера. Курсорами выделить наиболее интересный на ваш взгляд участок, который отобразится на нижнем графике в увеличенном масштабе. Вставить графики в отчет.

4.5.3. Просмотреть кадры на разных участках видеофрагментов. Для этого нажать кнопку «Show frame». В открывшемся окне «Preview» отображается кадр с выбранным номером из одного или двух видеофрагментов, выбираемых с помощью кнопок в левом нижнем углу окна. Сохранить в отчете один и тот же кадр из видеофрагментов, полученных разными методами сжатия, по которому можно сравнить заметность искажений в результате сжатия.

4.5.4. Повторить пункты 4.5.2 и 4.5.3, указав в полях «First processed» и «Second processed» файлы, полученные при сжатии MPEG-2 и MPEG-4 AVC (H.264), соответственно, до скорости потока 256 кбит/с.

4.5.5. Повторить пункты 4.5.2 и 4.5.3, указав в полях «First processed» и «Second processed» файлы, полученные при сжатии MPEG-4 AVC (H.264) и HEVC (H.265), соответственно, до скорости потока 256 кбит/с.

4.5.6. Повторить пункты 4.5.2 и 4.5.3, указав в полях «First processed» и «Second processed» файлы, полученные при сжатии MPEG-4 AVC (H.264) и HEVC (H.265), соответственно, до скорости потока 64 кбит/с.

4.5.7*. Сопоставить графики. Сравнить величины искажений, создаваемых разными кодеками при среднем и сильном сжатии. Сделать выводы о корреляции объективной и субъективной оценок заметности искажений. Все выводы записать в отчет.

5. Контрольные вопросы

5.1. На чем основано внутрикадровое сжатие видеоинформации?

5.2. С какой целью используется кодирование с предсказанием?

5.3. В чем заключается оценка и компенсация движения?

5.4. Какие типы изображений предусмотрены в стандарте MPEG-2?

5.5. Почему при сжатии может ухудшиться четкость изображения?

5.6. Почему при сжатии может проявиться блочная структура?

5.7. Как наличие движения может влиять на искажения при сжатии?

5.8. Какие основные усовершенствования появились в стандарте H.264 по сравнению со стандартом MPEG-2?

5.9. Какие основные усовершенствования появились в стандарте H.265 по сравнению со стандартом H.264?

5.10. Объясните сущность метрики PSNR.