



ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ «РОСТЕХ»
Акционерное общество
«Научно-исследовательский институт телевидения»
(АО «НИИ телевидения»)



Политехническая ул., д. 22, Санкт-Петербург, 194021
тел. (812) 297-41-67, факс (812) 552-25-51; E-mail: niitv@niitv.ru, http://www.niitv.ru
ОГРН 1117847610297, ОКПО 07513895, ИНН 7802774001, КПП 780201001

09.02. 2016

№ 818 / 300

Учёному секретарю
диссертационного совета Д.212.233.05
А. А. Овчинникову
1900000, Санкт-Петербург,
ул. Б. Морская, д. 67, лит. А

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель генерального директора
по научной работе
АО «НИИ телевидения»
д. т. н. профессор



А.К. Цыцулин

« 9 » 02 2016 г.

ГУАП	Документ зарегистрирован
	10.02.16
	Входящий № 72-192/16
	Документовед
ОДОУ Софрокумова И.Ю.	
_____ 20__	

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Веселова Антона Игоревича

«Обработка видеoinформации в системах сжатия, основанных на принципах кодирования зависимых источников»

на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

1. Актуальность темы диссертации

В настоящее время распределенное кодирование видеоданных, основанное на методах кодирования зависимых источников с дополнительной информацией

на декодере, является одним из активно исследуемых подходов к сжатию видеoinформации. Подобный интерес связан в первую очередь с возможностью использования данного подхода при разработке систем сжатия с асимметричным распределением сложности кодирования, в рамках которого существенно упрощается кодер видеоданных и основная вычислительная нагрузка ложится на сторону приемника, а не передатчика, как это происходит в современных стандартах сжатия видеoinформации. Несмотря на то, что с точки зрения теории подобный перенос сложности не должен приводить к снижению эффективности системы сжатия, применение данного подхода при обработке реальных источников видеoinформации в настоящее время приводит к существенному увеличению битовой скорости сжатого потока. Таким образом, актуальной задачей является разработка новых алгоритмов обработки видеoinформации в рамках распределенного кодирования, чему и посвящена работа А.И. Веселова.

Представленная на отзыв диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы, включающего 66 наименований, и двух приложений. Основная часть работы изложена на 142 страницах машинописного текста, содержит 28 рисунков и 7 таблиц.

2. Основные научные результаты диссертации

Алгоритм межкадрового предсказания, позволяющий уменьшить по сравнению с существующими алгоритмами число ошибок предсказания за счет использования адаптивных методов временной интерполяции.

В основе большинства процедур межкадрового предсказания в существующих системах распределенного кодирования лежат методы временной интерполяции кадров, позволяющие выполнить на стороне декодера аппроксимацию промежуточного кадра по базовым кадрам. Наибольшее влияние на качество интерполяции оказывает точность оцененного векторного поля, показывающего движение объектов в видеопоследовательности. В работе для выполнения оценки движения предлагается иерархический подход, учитывающий размеры и скорость движущихся объектов, а также надежность оцененных

векторов движения. Качество работы предложенного алгоритма демонстрируется на стандартном тестовом наборе видеопоследовательностей в двух сценариях обработки: в рамках системы преобразования кадровой скорости и в рамках упрощенной системы распределенного кодирования.

Модель кодека без обратной связи, позволяющая производить сравнение алгоритмов межкадрового предсказания в системах распределенного кодирования.

Межкадровое предсказание является одной из наиболее важных процедур, выполняемых декодером для восстановления промежуточного кадра в рамках распределенного кодирования. Однако следует отметить, что на итоговую эффективность восстановления промежуточного кадра существенное влияние оказывают также характеристики помехоустойчивого кодера и наличие аппроксимации ошибок межкадрового предсказания, что не позволяет выполнять анализ различных алгоритмов предсказания с использованием полной схемы распределенного кодирования. В связи с этим в работе предложена упрощенная модель кодека, в которой в качестве восстановленных промежуточных кадров рассматриваются кадры, полученные с модуля временной интерполяции, что позволяет устранить указанное выше влияние и, тем самым, проводить оценку только алгоритма межкадрового предсказания.

Модифицированный алгоритм оценки параметров ошибок межкадрового предсказания в спектральной области.

Для восстановления промежуточного кадра декодеру в рамках системы распределенного кодирования необходимо запросить у кодера вспомогательную информацию, которая позволяет устранить ошибки временной интерполяции. Данная операция, как правило, выполняется в спектральном пространстве с использованием методов помехоустойчивого кодирования. Для эффективного исправления ошибок временной интерполяции помехоустойчивому кодеру необходима информация об их распределении. В современных алгоритмах оценки параметров ошибок межкадрового предсказания не учитываются особенности алгоритмов временной интерполяции, в частности тот факт, что в областях со сложным движением качество интерполяции, как правило, ниже, чем в статичных

или малоподвижных областях. В связи с этим в работе предлагается модифицированный алгоритм, в рамках которого предварительно выполняется анализ с целью разбиения множества ошибок на подмножества, для каждого из которых в дальнейшем применяется один из существующих алгоритмов. Эффективность данного алгоритма анализируется на стандартных тестовых видеопоследовательностях с использованием системы распределенного кодирования видеоинформации.

Модель ошибок межкадрового предсказания, позволяющая учитывать пространственную зависимость между ошибками в спектральных коэффициентах.

Для анализа ошибок межкадрового предсказания в спектральной области в работе предлагается теоретическая модель, основанная на представлении процесса искажения промежуточного кадра как скрытого Марковского случайного поля. В рамках данной модели задача оценки параметров ошибок формулируется в виде целевой функции, основанной на максимуме апостериорной вероятности оцененных на стороне декодера ошибок межкадрового предсказания. Подобная формулировка задачи позволяет в теории строить такие модели ошибок, при которых число бит, которые декодер должен запросить у кодера, является минимальным. На практике достижение подобного результата в настоящее время не представляется возможным. Но данная модель применима для анализа существующих алгоритмов оценки параметров ошибок межкадрового предсказания.

3. Новизна и достоверность результатов диссертации

Новизна предложенного алгоритма межкадрового предсказания заключается в явном учете модели истинного движения объектов в видеопоследовательности за счет применения иерархического подхода с использованием информации о надежности векторов движения. Подобная схема позволяет выполнять оценку движения постепенно, начиная с больших смещений и заканчивая незначительным движением. При этом информация о надежности, основанная на допущении о гладкости истинного векторного поля, позволяет

исправлять возможные ошибки, допущенные при оценке отдельных векторов движения. В результате существенно возрастает по сравнению с известными подходами степень схожести между результатом межкадрового предсказания и реальным промежуточным кадром, что наглядно демонстрируется на упрощенной модели кодека без обратной связи. Данная модель и метод сравнения предложены впервые.

Модифицированный алгоритм оценки параметров ошибок межкадрового предсказания, в отличие от существующих алгоритмов, учитывает нестационарность искажений, возникающих в процессе временной интерполяции, что позволяет повысить эффективность помехоустойчивого декодирования. В результате уменьшаются битовые затраты на восстановление промежуточного кадра.

Модель ошибок межкадрового предсказания является результатом теоретического исследования особенностей искажений временной интерполяции. Данная модель описывает процесс искажения, а также является целевой функцией для сравнения различных алгоритмов оценки параметров ошибок межкадрового предсказания. Данная модель в задаче распределенного кодирования предложена впервые.

Достоверность полученных автором результатов подтверждена применением адекватных математических методов и моделей, итогами вычислительных экспериментов на реальных видеопоследовательностях, апробацией результатов в публикациях и докладах на конференциях и симпозиумах. Следует отметить, что 2 авторские работы опубликованы в изданиях, входящих в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук», а 5 работ опубликованы в изданиях, включенных в международную базу Scopus. Полученные автором результаты согласуются с принятыми в соответствующих отраслях науки теориями, моделями, подходами и известными фактами.

4. Ценность для науки и практики

Ценность результатов автора для науки состоит в повышении эффективности сжатия видеоинформации с помощью разработанных алгоритмов межкадрового предсказания и оценки параметров ошибок.

С практической точки зрения проведенный в диссертационной работе анализ показал, что предложенные алгоритмы позволяют на 4-16% снизить битовую скорость существующих распределенных кодеков видеоинформации. Результаты работы используются в учебном процессе кафедры инфокоммуникационных систем ГУАП. Кроме того, алгоритм временной интерполяции был внедрен на практике ЗАО «Интел А/О» в рамках проектирования цепочки фильтров для постобработки видеоданных.

5. Замечания по содержанию диссертации

В качестве недостатков работы можно отметить следующее:

1. В качестве одного из ключевых преимуществ распределенного кодирования рассматривается уменьшение сложности обработки на передающей стороне. Однако в работе отсутствует сравнение и анализ сложности разработанных алгоритмов с аналогичными алгоритмами, используемыми в других распределенных кодеках. Также в явном виде нет сравнения по сложности кодирования со стандартными кодеками, такими как H.264 и H.265.

2. Предложенный модифицированный алгоритм оценки параметров ошибок межкадрового предсказания использует распределение Лапласа, хотя корректность использования этой модели не доказана.

3. В качестве стандартного тестового множества в работе используются последовательности с разрешением CIF (352×288), в то время как в настоящее время наибольший интерес представляет сжатие видеопоследовательностей с разрешением 1920×1080 и выше.

4. Наличие обратной связи в системе распределенного кодирования, рассмотренной в работе, не позволяет применять подобный подход в широкоэмитательных системах, а также в системах спутниковой связи.

5. Описание теоретической модели ошибок межкадрового предсказания перегружено формулами и сложно для восприятия.

6. Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы

Теоретические и практические результаты диссертационной работы целесообразно применять при проектировании и реализации кодеров видеоинформации, характеризующихся наличием существенных ограничений на память, вычислительные ресурсы или габаритные размеры передатчика. Результаты рекомендуются к использованию в следующих организациях: ЗАО «Мощная аппаратура радиовещания и телевидения» (ЗАО «МАРТ»), АО «Всероссийский научно-исследовательский институт радиоаппаратуры» (АО «ВНИИРА»), АО «НПП «Радар ммс», АО «Концерн «Вега», ПАО «Информационные телекоммуникационные технологии» (ПАО «Интелтех»), Институт систем обработки изображений РАН (ИСОИ РАН), Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН).

7. Общая оценка работы

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой и выполнена на достаточном высоком научном уровне. Поставленная научно-техническая задача, связанная с исследованием процессов генерации, передачи и хранения цифровой видеоинформации, а также выработкой рекомендаций по разработке новых алгоритмов и процедур, соответствует паспорту специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Проведенные исследования можно характеризовать как научно обоснованные разработки, обеспечивающие решение важных прикладных задач в области кодирования источников видеоинформации, что имеет большое практическое значение. Представленные в работе математические и логические выкладки достоверны, выводы и рекомендации теоретически и практически подтверждены.

Диссертационная работа содержит в достаточном объеме анализ

существующих подходов к решению поставленных задач, описание исходных данных, включает пояснения, рисунки, графики и расчеты. Язык и стиль диссертации соответствует устоявшейся научно-технической терминологии и стилю изложения. Диссертация аккуратно оформлена. По каждому разделу и работе в целом имеются содержательные выводы.

Цель и задачи исследования, научная новизна, практическая ценность, основное содержание работы и ее результаты в полной мере изложены в автореферате. Основные результаты диссертации нашли отражение в 15 печатных работах.

Работа удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Веселов Антон Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании секции НТС АО «НИИ телевидения», протокол № 01 от «25» января 2016 г.

Главный научный сотрудник

кандидат технических наук профессор

Н. Н. Шипилов

Начальник Базового центра

системного проектирования

кандидат технических наук с. н. с.

В. С. Ковальчук