

Отзыв

официального оппонента на диссертацию **Веселова Антона Игоревича** на тему «**Обработка видеoinформации в системах сжатия, основанных на принципах кодирования зависимых источников**» по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» на соискание ученой степени кандидата технических наук

1. Актуальность темы диссертации

В диссертации Веселова А. И. рассматривается задача сжатия видеoinформации в условиях, когда вычислительные ресурсы кодирующей стороны меньше ресурсов декодера. Хотя такие ситуации широко распространены на практике, анализу и разработке кодеров для них посвящено значительно меньше исследований, чем симметричной задаче или задаче без ограничений на ресурсы. Поэтому актуальность диссертации весьма высока.

В диссертации показано, что поставленная задача сходна с задачей распределенного кодирования зависимых источников. В классической формулировке задачи предполагается, что независимые кодеры источников передают информацию общему декодеру. Теоретически, асимптотически достижимая эффективность (при отсутствии ограничений на сложность и задержку кодирования) такая же, как если бы информация кодировалась общим кодером.

Итак, потенциальным результатом исследования могли бы быть методы кодирования, конкурирующие с результатами работы лучших кодеров для задачи с симметричными вычислительными ресурсами. Судя по практическим результатам, представленным в Главе 4, автор вплотную приблизился к этому теоретическому пределу.

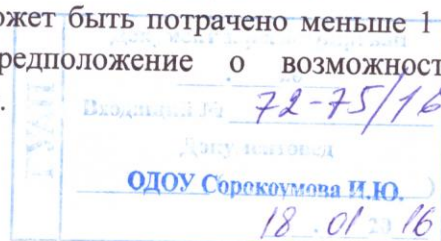
2. Содержание диссертации

Диссертация состоит из четырех глав и приложений. В первой главе обсуждается модель системы и известные подходы к решению поставленной задачи. Во второй, основной главе работы, формулируются новые предложения по компенсации движения на приемной стороне. Анализу алгоритмов посвящены оставшиеся две главы.

Начнем обсуждение с **первой главы**. В этой главе описаны основные известные концепции применения методов распределенного кодирования к задаче сжатия видеоданных. Автором предложена классификация методов такого кодирования, что позволило четко сформулировать отличительные признаки разных подходов и указать существенные особенности, влияющие на конечную эффективность.

Замечания:

1. Простой пример кодирования в п. 1.4 не убедителен. Минимально возможные затраты составляют 6 бит. На кодирование третьего кадра затрачено не меньше 4.45 бит. Для доказательства эффективности нужно для восстановления второго кадра потратить порядка 1.55 бит, для чего на циклическую проверку в среднем остается меньше 0.46 бит. Поскольку способ сжатия подразумевает обязательную передачу проверки, непонятно, как на это может быть потрачено меньше 1 бита. Кроме того, неожиданно появляется предположение о возможности и необходимости использования обратной связи.



2. Я не согласен с утверждением автора о том, что данная глава не содержит оригинальных результатов. Систематизация и классификация возможных подходов к кодированию видеопоследовательностей с использованием временной избыточности на приемной стороне представляется важным научным вкладом.
3. В тех местах, где идет речь о применении корректирующих кодов (турбо-кодов, низкоплотностных или БЧХ) для сжатия информации, отсутствуют важные детали, которые помогли бы понять, как именно восстанавливается информация и чем обусловлен выбор класса кодов.

Во **второй главе** рассматриваются вопросы экономного формирования информации о промежуточных кадрах, т.е. информации, подлежащей восстановлению декодером. Основным результатом главы – новый алгоритм формирования поля векторов движения. Новизна складывается из модификации критерия поиска и из процедуры нахождения локально оптимального решения. Критерий поиска модифицирован таким образом, чтобы гладкие поля получали приоритет в процессе поиска. Процедура поиска является иерархической. В целом, иерархический поиск – естественное и уже известное решение задачи компенсации движения. Тем не менее, адаптация этого подхода к конкретным условиям решаемой задачи с учетом критерия поиска – далеко не тривиальная задача.

Предлагаемый автором подход к решению задачи представляется новым и применимым для решения более широкого класса задач, чем задача, рассматриваемая в диссертации.

Замечания по главе:

1. Автор ссылается на некоторые работы, например, [34], как на описание проекта DISCOVER, хотя в цитируемых работах данный проект не упоминается.
2. Описание носит алгоритмический характер. Шаг за шагом выписана конкретная последовательность действий, выполняемых декодером. Этому описанию предшествует аргументированное эвристическое словесное обоснование алгоритма в целом. Тем не менее, читателю трудно судить об оптимальности конкретных шагов. Характерный пример – п. 2.5.2.2, в котором новые константы и критерии появляются в процессе описания алгоритма.

В третьей главе решается важная задача оценки параметров распределения для ошибки аппроксимации интерполируемого изображения. Предлагается принять шум нестационарным процессом, и для каждого значения процесса конкретизировать параметры распределения Лапласа в данной точке и вычислять отношение правдоподобия (мягкий вход декодера) в соответствии с оцененным распределением. Сильной стороной выбранного подхода к построению модели является использование итеративного алгоритма EM (алгоритм максимизации среднего). Хотя само по себе применение алгоритма EM в задаче видеокодирования не является новым решением, его детальная проработка применительно к семейству (смеси) лапласовских случайных величин имеет научную и практическую ценность.

В конце главы предпринята попытка построения аналитической модели двумерного случайного процесса ошибок предсказания как марковского поля. Этот подход представляет теоретический интерес, но приводит к дополнительному повышению сложности описания и без того сложной модели. Параграф, посвященный этому вопросу можно рассматривать как задел для дальнейшего развития исследований.

1. Условие нестационарности на стр. 82 является скорее условием статистической зависимости событий.
2. Было бы крайне интересно проследить влияние точности оценивания параметров модели на эффективность работы декодера выбранного низкоплотного кода. К сожалению, вклад результатов работы данного алгоритма в общее повышение эффективности остался неясным. Некоторые результаты анализа на основе моделирования системы в целом приведены в главе 4, но они характеризуют общий эффект, а не работу декодера.

Последняя, **четвертая глава**, посвящена анализу эффективности предложенных в работе решений. Для сравнения различных алгоритмов соответствующие фрагменты программ встраивались в некоторый стандартный видеокодек. Данный подход не является безупречным, но на сегодняшний день может рассматриваться как наиболее объективный. Нельзя не отметить огромный объем выполненных автором экспериментальных исследований, профессиональность и аргументированность сформулированных по результатам сравнения выводов.

Замечаний по этой части работы нет.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность результатов не вызывает сомнений. Предложенные алгоритмы и выведенные формулы основаны на корректно сформулированных теоретико-вероятностных моделях с учетом реальных факторов, таких, например, как нестационарность изображений и коррелированность ошибок межкадровой интерполяции.

Эффективность предложенных решений и объективность сравнения с аналогами убедительно доказана экспериментальными исследованиями на тестовых видео-последовательностях.

4. Научная и практическая значимость результатов

Основные новые **научные** результаты работы:

– Новый алгоритм построения промежуточных кадров для кодирования видеоинформации на основе методов распределенного кодирования источников.

– Новый алгоритм вычисления оценок функций правдоподобия ошибок предсказания для сжатия с использованием корректирующих кодов.

Эти алгоритмы послужили основой для разработки **практически** важного эффективного видеокодека для систем, в которых имеются ограничения на сложность кодирующего устройства.

5. Характеристика работы в целом.

Прежде всего, нужно отметить высокое качество подготовки и оформления диссертации. Материал работы хорошо структурирован, написан грамотно и понятно. Полученные результаты представляют большую научную и практическую ценность.

При анализе содержания работы уже были указаны некоторые замечания по представлению материала диссертации. По работе в целом отметим следующие недостатки:

– Теоретико-информационная концепция распределенного кодирования источников, сформулированная в вводной главе, не нашла воплощения в последующем анализе.

Было бы интересно подсчитать потери в смысле функции скорость-искажение от переноса компенсации движения в декодер.

– В работе сформулированы и исследованы две наиболее важных задачи, возникающих при кодировании по принципу распределенного кодирования источников. Еще один аспект, влияющий на итоговую эффективность, – выбор и рациональное применение корректирующих кодов – остался за пределами работы.

Очевидно, что сформулированные замечания скорее являются пожеланиями по направлению дальнейшего научного поиска, чем недостатками диссертации.

6. Апробация результатов

Материалы диссертации полностью отражены в 15 публикациях, среди которых материалы докладов международных конференций по цифровой обработке информации и кодированию для систем мультимедиа.

Автореферат адекватно отражает содержание диссертационной работы.

7. Заключение

Суммируя перечисленные выше новые результаты, полученные соискателем в области разработки кодеков видеоинформации систем и сетей телекоммуникаций, можем сказать, что в диссертации успешно решена задача обеспечения высоко-эффективного кодирования информации. На основании вышеизложенного можно заключить, что диссертация Веселова Антона Игоревича на тему «Обработка видеоинформации в системах сжатия, основанных на принципах кодирования зависимых источников» является законченной научно-квалификационной работой и удовлетворяет критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 по специальности 05.12.13 - «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».. Автор работы Веселов Антон Игоревич заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности.

Официальный оппонент,
профессор кафедры информационных систем
НИУ ИТМО, доктор техн. наук, профессор
E-mail: boris@eit.lth.se
Тел. +7(812)-372-16-30.

Б. Д. Кудряшов

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»

Адрес: 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49.

