

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Шарабайко Максима Павловича *«Алгоритмическое и программное обеспечение системы сжатия видеопоследовательностей, созданной в рамках стандарта H.265/HEVC»*, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

1. Актуальность темы диссертации

В последние годы резко возрос интерес к решению проблемы сжатия цифровых видеопоследовательностей, используемых для отображения динамики реального мира, представленного в графическом виде. Ввиду большого объема такой информации, необходимо повышать степень её видеокомпрессии, причем это следует делать в рамках новых стандартов сжатия видеопоследовательностей. Максимальной степени сжатия можно достичь полным перебором всех возможных комбинаций алгоритмов видеокомпрессии в рамках стандарта. В таком случае вычислительная сложность полного перебора всех возможных комбинаций алгоритмов видеокомпрессии настолько высока, что даже современные специализированные вычислительные системы не способны обеспечить обработку видеоданных в режиме реального времени. С этой точки зрения, сокращение объема вычислений путем разработки быстрых алгоритмов сжатия является крайне актуальной задачей.

Целью диссертационной работы Шарабайко М.П. является создание алгоритмического и программного обеспечения системы сжатия видеопоследовательностей в рамках современного международного стандарта видеокодирования, обеспечивающей высокоэффективное сжатие как с точки зрения степени видеокомпрессии, так и с точки зрения снижения вычислительных затрат. Видим, что диссертационные исследования направлены в том числе на решение актуальной задачи создания быстрых алгоритмов сжатия видеопоследовательностей. Иными словами, это подчеркивает актуальность темы диссертации.

2. Теоретическая значимость полученных автором диссертации результатов

Теоретически значимым является предложенный автором способ оценки эффективности различных вариантов кодирования блоков видеокadra на основе оценки энтропии символов, поступающих на вход адаптивного арифметического кодера, поскольку способ применим не только в рамках используемого в работе стандарта H.265/HEVC, но и для широкого круга других известных стандартов (H.264/AVC, VP8, VP9 и т.д.), а также может быть применен при разработке перспективных алгоритмов сжатия видеопоследовательностей, в которых используется вычислительно сложное арифметическое кодирование. Более того, применение этого способа при выборе инструментов сжатия цифровых видеоданных является основой для развития модели и алгоритмов параллельной обработки блоков видеокadров.

3. Новизна научных положений, выводов и результатов

Научной новизной обладают следующие результаты.

1. Автором сформулирована и экспериментально подтверждена гипотеза о высокой корреляционной связи битовой длины закодированного сообщения на выходе адаптивного арифметического кодера стандарта H.265/HEVC и энтропии поступающих на его вход символов, вычисляемой по контекстным группам арифметического кодера. Использование гипотезы позволило предложить способ вычисления меры степени сжатия информации об остаточном сигнале блока видеокadra без применения арифметического кодирования.
2. На основе предложенного способа оценки степени сжатия различных вариантов кодирования блока видеокadra при пространственном предсказании разработан алгоритм оценки эффективности вариантов кодирования блока видеокadra, который устраняет необходимость в использовании вычислительно сложного арифметического кодирования, что увеличивает скорость сжатия на 20%.

3. Предложен способ выбора режима пространственного предсказания при кодировании блока видеокадра, основанный на формировании короткого списка режимов-кандидатов. В список включается режим с наименьшей ошибкой предсказания, а также три режима, однозначно определяемые режимами предсказания двух соседних блоков.

4. На основе предложенного способа выбора режима пространственного предсказания разработан алгоритм, выполняющий поиск режима с минимальной ошибкой предсказания методом спуска и позволяющий на реальных видеопоследовательностях сократить вычислительные затраты при пространственном предсказании по крайней мере в 2,3 раза.

4. Практическая значимость результатов диссертационной работы

Практически значимым является алгоритмическое и программное обеспечение созданной системы сжатия видеопоследовательностей. Значимой является также программная реализация алгоритмов видеокодирования, использующая для ускорения вычислений SIMD команды процессора. Практическую ценность имеют результаты проведенных в работе сравнительных исследований характеристик алгоритмов видеообработки, положенных в основу стандартов видеокодирования H.265/HEVC, Google VP9 и комплекса программ Xiph Daala, поскольку они могут быть использованы при проектировании систем сжатия видеопоследовательностей на основе этих стандартов. Результаты диссертационной работы внедрены в двух организациях.

5. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность многочисленных полученных автором результатов исследований подтверждена большим числом численных экспериментов на различных тестовых видеопоследовательностях и корректно используемыми при этом методиками исследования. Часть результатов численных экспериментов согласуется с результатами, полученными другими авторами. В пятой главе диссертации проведено сравнительное исследование эффективности

созданной системы сжатия и имеющихся аналогов, также позволяющее сделать положительное заключение о достоверности результатов исследований и ряда сформулированных в диссертационной работе выводов. Внедрение ряда результатов диссертационной работы в двух организациях также подтверждает их достоверность.

6. Полнота опубликования и апробации основных результатов работы

Основные результаты диссертационной работы изложены в 15 публикациях, в том числе в 5 статьях в научных журналах, которые включены в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК для опубликования основных научных результатов диссертаций. В этих публикациях достаточно полно отражены результаты диссертации.

Апробация результатов проведенных исследований проведена на большом числе международных и всероссийских конференций.

Автореферат соответствует содержанию диссертации и, в основном, отражает опубликованные автором работы.

7. Замечания по диссертационной работе и автореферату

По диссертации и автореферату имеются следующие замечания.

1. В диссертации в таблицах 2.2–2.3 приведены результаты сравнения эффективности сжатия базовых программных реализаций кодеров в рамках стандартов H.265/HEVC, VP9 и комплекса программ Daala. Однако результаты, полученные на видеопоследовательностях Nebuta и SteamLocomotive, приведены только для базовой программной реализации кодера в рамках стандарта H.265/HEVC, и отсутствуют для двух других стандартов. В тексте это обстоятельство никак не комментируется.
2. В подразделе 2.3 диссертации после выбора стандарта видеокодирования H.265/HEVC в качестве базового выполняется анализ его алгоритмов видеообработки. В подразделе 2.4 уточняется задача дальнейших исследований с отсылкой на результаты проведенного ана-

лиза алгоритмов подраздела 2.3. Этому переходу уделено недостаточно внимания, поэтому не до конца ясно предназначение описанных в подразделе 2.3 экспериментов и их влияние на задачу дальнейшего исследования из подраздела 2.4.

3. В автореферате ничего не сказано о реализации алгоритма параллельной обработки блоков видеокadra и о функциональных отличиях двух режимов работы созданной системы сжатия видеопоследовательностей.
4. В таблицах 4.11–4.12 диссертации для предлагаемого алгоритма поиска варианта пространственного предсказания блока видеокadra приводятся проценты нахождения глобального минимума функции ошибки $E(m)$ и процент случаев совпадения полученного в результате быстрого поиска варианта предсказания с фактическим RD -оптимальным вариантом соответственно. Из описания этих таблиц неясно, насколько полученный процент совпадений удовлетворяет поставленной задаче исследований и вообще по какому критерию определять приемлемый процент совпадений.
5. Известно, что в русскоязычных текстах рекомендуется употреблять русские обозначения. Однако автор употребляет англоязычные аналоги. Например, среднеквадратическое отклонение обозначено как MSE (сокр. от англ. mean square error), вместо СКО (сокр. среднеквадратическое отклонение) (с. 36 диссертации и далее).

Однако указанные замечания по работе не снижают ценности полученных автором результатов и сделанных им выводов.

8. Заключение о диссертационной работе

Изложенное выше позволяет сделать вывод о том, что диссертационная работа Шарабайко М. П. является законченной научно-квалификационной работой, посвященной решению актуальной задачи создания алгоритмического и программного обеспечения системы сжатия видеопоследовательностей и имеет существенное значение для развития методов и алгоритмов систем машинной графики и мультимедийных систем.

Считаю, что данная диссертация удовлетворяет критериям пп. 9–11, 13, 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым

к кандидатским диссертациям, а её автор Шарабайко Максим Павлович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Официальный оппонент,
старший научный сотрудник
Института оптики атмосферы
им. В.Е. Зуева СО РАН,
старший научный сотрудник
доктор технических наук

Протасов Константин
Тихонович.

03 декабря 2014 г.

Подпись К.Т. Протасова заверяю:

Ученый секретарь ИОА СО РАН

с.н.с., к.ф.-м.н.

634021, Россия, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1

тел.: (3822) 492-738,

e-mail: prot@ioa.ru



О.В. Тихомирова