

ОТЗЫВ

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

Актуальность темы диссертации

Проблема разработки эффективных методов, алгоритмических и программных средств сжатия видеопоследовательностей продолжает оставаться сегодня одной из наиболее актуальных проблем в области современных информационных технологий.

В настоящее время существует достаточно большое число методов сжатия цифровых видеопоследовательностей. Среди них наибольшее распространение имеют методы сжатия, заложенные в международных стандартах видеокодирования MPEG-2 и H.264/AVC на основе поблочной обработки кадров видеопоследовательности и устранения временной и пространственной избыточности пикселей внутри каждого блока. Такая методика сжатия на протяжении почти трех десятилетий является парадигмой в области промышленного сжатия цифровых видеопоследовательностей.

Развитие новых методов и алгоритмов в рамках этой парадигмы сопряжено, в первую очередь, с необходимостью повышения степени сжатия из-за резкого увеличения разрешения видеокадров. Сегодня с появлением технической возможности проигрывания видеопоследовательностей ультравысокого разрешения на относительно недорогих для потребителя устройствах, задача повышения эффективности сжатия видеопоследовательностей приобрела еще большую актуальность.

В этой связи тема диссертационной работы Шарабайко М.П., нацеленной на создание алгоритмов и программ высокоэффективной системы сжатия видеопоследовательностей на основе алгоритмов видеообработки междуна-

родных стандартов видеокodирования нового поколения, безусловно, является актуальной.

Новизна полученных результатов, сделанных выводов и рекомендаций

Соискателем получены следующие новые научные результаты.

1. Показана высокая корреляционная связь между числом бит в закодированном остаточном сигнале блока видеокадра на выходе адаптивного арифметического кодера стандарта H.265/HEVC и энтропией поступающих на его вход символов, вычисляемой по контекстным группам арифметического кодера. С учетом этой связи предложен способ вычисления меры степени сжатия остаточного сигнала по энтропии символов для быстрого по сравнению с известными способами принятия решений в кодирующей системе на основе стандарта H.265/HEVC.
2. Разработан алгоритм получения оценки числа бит на выходе арифметического кодера при кодировании данных о блоке видеокадра. Алгоритм позволяет полностью исключить арифметическое кодирование из процесса получения RD -стоимости варианта пространственного кодирования блока, за счет чего существенно снижается вычислительная сложность алгоритма выбора варианта кодирования блока видеокадра и становится возможной независимая и параллельная обработка блоков.
3. Предложен способ выбора режима пространственного предсказания блока видеокадра на основе формирования короткого списка режимов-кандидатов, позволяющий со средней вероятностью 86,9% осуществить значительно более быстрый выбор того же режима предсказания, что и при полном переборе всех вариантов.
4. Разработан алгоритм поиска варианта пространственного предсказания блока видеокадра, выполняющий поиск режима с минимальной ошибкой предсказания методом спуска и позволяющий сократить вычислительные затраты при пространственном предсказании по крайней мере в 2,3 раза, обеспечивая на 40% более быстрое сжатие видеопоследова-

тельностью по сравнению с базовой реализацией алгоритма сжатия в стандарте H.265/HEVC.

Обоснованность и достоверность полученных результатов и сделанных выводов

Обоснованность и достоверность полученных результатов подтверждается строгим применением методов теории информации и цифровой обработки сигналов, а также методов теории случайных процессов.

При проведении вычислительных экспериментов по эффективности предложенных способов и алгоритмов соискателем применялся широко известный набор тестовых видеопоследовательностей от комитета JCT-VC. Тестовый набор включает 24 цветные видеопоследовательности различного разрешения и содержания: от искусственно созданных с помощью машинной графики до полученных с помощью видеосъемки. Тестовый набор видеопоследовательностей комитета JCT-VC является общепринятым бенчмарком в разного рода исследовательских статьях по тематике видеообработки и видеокомпрессии. Результаты сравнения эффективности алгоритмов видеообработки стандартов H.265/HEVC, VP9 и комплекса программ Daala и ряда полученных соискателем результатов подтверждены результатами отечественных и зарубежных ученых, при проведении ими исследований на том же тестовом наборе видеопоследовательностей от комитета JCT-VC.

Достоверность полученных путем вычислительных экспериментов результатов исследований подтверждена корректным применением методик таких исследований и тщательно выполненными оценками ошибок вычислений.

Теоретическое и практическое значение результатов работы

Теоретически значимым является предложенный способ оценки эффективности различных вариантов кодирования блока видеокadra на основе оценки энтропии кодируемых символов. Способ можно применять не только в рамках стандарта H.265/HEVC, но и для широкого круга известных стан-

дартов и перспективных алгоритмов сжатия видеопоследовательностей, в которых используется вычислительно сложное арифметическое кодирование.

Практически значимыми являются созданные алгоритмы и программные средства сжатия видеопоследовательностей, разработанный набор программных средств для проведения численных экспериментов.

Результаты диссертационной работы внедрены в ЗАО «Элекард Девайсез» (г. Томск) и используются в составе коммерческих программных продуктов. Результаты работы также были использованы при выполнении НИОКР в лаборатории обработки и трансляции мультимедийных данных института инноватики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники.

Полнота опубликования и апробации результатов работы

По материалам диссертации соискателем опубликовано 13 научных работ, в числе которых 5 статей в журналах из перечня ВАК, 3 публикации в изданиях, включенных в БД Scopus, и 5 работ в материалах всероссийских и международных конференций. Имеется два свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. Результаты, приведенные в диссертации, достаточно полно отражены в перечисленных публикациях и апробированы на 9 международных и всероссийских конференциях. Автореферат в целом соответствует содержанию диссертации.

Замечания по диссертации и автореферату

1. В автореферате ничего не сказано о параллельных вычислениях в созданной системе сжатия видеопоследовательностей. В то же время в тексте диссертации описанию модели распределенной обработки блоков видеокadra уделено также недостаточно внимания.
2. На с. 80 диссертации описывается вычислительная сложность полного перебора всех вариантов кодирования блока видеокadra, а в подтверждение приводится число 83622 как количество возможных разбиений максимального

блока видеокadra на подблоки. Неясно, откуда взялось такое число разбиений, никаких расчетов в тексте диссертации по этому поводу не приводится. Также неясно, как было получено значение 341 для числа возможных блоков в разбиении CTU.

3. В диссертации и автореферате допущен ряд методических ошибок:
 - в главе 2 и главе 4 приводится излишне подробное описание алгоритмов видеообработки стандарта H.265/HEVC;
 - согласно ГОСТ 8.417-2002, 1 Кбайт = 1024 байт, а 1 кбайт = 1000 байт, поэтому на с. 19 диссертационной работы приведено не вполне корректное обозначение единиц измерения объема видеоданных;
 - не указан объем созданного программного обеспечения системы сжатия и программного обеспечения для проведения численных экспериментов;
 - в автореферате на с. 6 допущена ошибка в обозначении стандарта, в частности указывается H.265/AVC вместо H.264/AVC.
4. В диссертации не описана используемая в разработанной системе сжатия функция получения оценки искажений D, значение которой применяется при вычислении RD-стоимости варианта кодирования блока видеокadra.

Заключение о соответствии диссертации критериям

Диссертация Шарабайко М.П. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему. Полученные в ней научно-практические результаты можно определить как совокупность результатов, нацеленных на развитие и совершенствование методов, алгоритмов и программ сжатия видеопоследовательностей в области мультимедийных телекоммуникаций и машинной графики. В целом, диссертация содержит решение актуальной задачи разработки алгоритмического и программного обеспечения системы сжатия видеопоследовательностей, имеющей существенное значение для упомянутой научной области.

Научная новизна полученных результатов, их аргументированность, а также их теоретическая и практическая значимость и полнота опубликования

позволяют считать, что диссертация «Алгоритмическое и программное обеспечение системы сжатия видеопоследовательностей, созданной в рамках стандарта H.265/HEVC» удовлетворяет критериям пунктов 9–11, 13 и 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее 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,
Заведующий кафедрой прикладной математики
и информатики Томского государственного
университета систем управления и радиоэлектроники,
доктор технических наук



В.В. Кручинин

Адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина 40,
тел. (3822) 428-741,
e-mail: kru@fdo.tusur.ru

05 декабря 2014 г.

Подпись Кручинина В.В. подтверждаю

Ученый секретарь ТУСУР



Л.С. Петрова