

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Новосибирского государственного
технического университета,
доктор технических наук, профессор

А.Г. Вострецов

«14» ноября 2014 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет» на диссертацию Шарайко 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 исследования

Широкое распространение систем цифрового телевидения, «видео по запросу», видеоконференцсвязи, видеоконтроля и видео зондирования стало возможным благодаря решению многих научно-технических проблем, связанных с обработкой и сжатием видеоданных. В настоящее время круг систем, интенсивно использующих технологии цифровой обработки видеопоследовательностей, существенно расширился в связи с широким распространением во всем мире Интернет-технологий. Наблюдается тенденция к росту объемов видеoinформации, используемой в таких телекоммуникационных системах. При этом развитие вычислительных возможностей ЭВМ позволяет создавать и применять все более сложные в вычислительном плане алгоритмы видеообработки, позволяющие повысить степень видеокompрессии. Поэтому задача разработки и внедрения эффективных методов и алгоритмов сжатия цифровых видеопоследовательностей остается крайне **актуальной**.

Новейшие международные стандарты видео кодирования, из числа которых автором выбран H.265/HEVC, нуждаются в эффективных реализациях алгоритмов. Они должны быть включены в состав комплексов программ по обработке

видеопоследовательностей. В итоге следует считать, что создание эффективного алгоритмического и программного обеспечения отечественной системы сжатия в рамках подобного стандарта является весьма **актуальной** задачей.

2. Оценка структуры и содержания работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 120 наименований, списка публикаций автора из 15 наименований и четырех приложений. Содержание и структура диссертации находятся в логическом единстве. Последовательное и аргументированное представление результатов диссертационного исследования отражает ход решения поставленных задач и достижение цели исследования, связанной с созданием высокоэффективного по степени компрессии и объема вычислений алгоритмического и программного обеспечения сжатия видеоданных.

3. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

Представленная диссертация соответствует специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей по области исследования в части п. 7 «Человеко-машинные интерфейсы; модели, методы, алгоритмы и программные средства машинной графики, визуализации, обработки изображений, систем виртуальной реальности, мультимедийного общения» паспорта специальности, а также в части п. 8 «Модели и методы создания программ и программных систем для параллельной и распределенной обработки данных, языки и инструментальные средства параллельного программирования» паспорта специальности.

Учитывая это, диссертация М.П. Шарабайко «Алгоритмическое и программное обеспечение системы сжатия видеопоследовательностей, созданной в рамках стандарта H.265/HEVC» может быть защищена на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

4. Правильность оформления диссертации и автореферата, соответствие автореферата диссертации её содержанию

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с принятыми для научных квалификационных работ нормами и требованиями. Основной текст диссертации занимает 144 с., что является достаточным для подробного отражения хода и полученных результатов диссертационного исследования.

Автореферат корректно и в полной мере отражает основные научные результаты и положения, сформулированные в тексте диссертации. Автореферат содержит краткое изложение материалов диссертационной работы по главам и полностью соответствует содержанию самой диссертационной работы. В автореферате выделены все решаемые в каждой главе задачи и представлены полученные результаты.

5. Личный вклад соискателя в получении результатов исследования

Основные теоретические и практические результаты получены лично соискателем. Постановка задач диссертационного исследования выполнена автором совместно с научным руководителем, д.т.н., профессором Н.Г. Марковым. Анализ результатов сравнительных исследований алгоритмов видеообработки стандартов H.265/HEVC и Google VP9, относящийся ко второй главе диссертации, проведен совместно с О.Г. Пономаревым и А.А. Поздняковым, в соавторстве с которыми также имеются опубликованные работы.

6. Степень обоснованности и достоверности результатов исследования

Достоверность полученных результатов подтверждается корректным применением методик исследования при проведении вычислительных экспериментов. Несомненным достоинством диссертации является то, что представлен обширный экспериментальный материал, подтверждающий **обоснованность** проводимых исследований и **достоверность** получаемых при этом результатов. Стоит также отметить **согласованность** части результатов исследования с результатами, полученными другими авторами.

Результаты диссертационной работы прошли апробацию на международных научных конференциях, а также внедрены в производстве, о чем свидетельствуют соответствующие акты.

7. Теоретическая значимость полученных автором диссертации результатов

Предложенный способ оценки эффективности различных вариантов кодирования блоков видеокadra на основе оценки энтропии символов, поступающих на вход адаптивного арифметического кодера, имеет важное теоретическое значение, поскольку он применим не только в рамках стандарта H.265/HEVC, но и для широкого круга известных стандартов (H.264/AVC, VP8, VP9 и т.д.) и перспективных алгоритмов сжатия видеопоследовательностей, в которых используется вычислительно сложное арифметическое кодирование. Кроме того, применение разработанного способа при выборе инструментов сжатия цифровых видеоданных является основой для развития

модели и алгоритмов параллельной обработки блоков видеокадров.

8. Научная новизна полученных результатов

Новыми являются следующие результаты, полученные в диссертационной работе.

1. 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.

2. Разработан алгоритм оценки эффективности варианта кодирования блока видеокадра, который устраняет необходимость в использовании вычислительно сложного арифметического кодирования и обеспечивает возможность параллельной обработки нескольких блоков видеоизображения.

3. Предложен способ выбора режима пространственного предсказания при кодировании блока видеокадра, основанный на формировании короткого списка режимов-кандидатов, позволяющий ускорить процесс выбора варианта пространственного кодирования блока видеокадра.

4. Разработан алгоритм, выполняющий поиск режима с минимальной ошибкой предсказания методом спуска. Применение алгоритма на реальных видеопоследовательностях приводит к сокращению вычислительных затрат при пространственном предсказании по крайней мере в 2,3 раза, что обеспечивает увеличение быстродействия базовой реализации алгоритма сжатия в среднем на 40%.

9. Практическая значимость полученных автором диссертации результатов

Практически значимыми являются разработанные быстрые алгоритмы сжатия видеопоследовательностей, а также созданное программное обеспечение системы сжатия, реализующее разработанные и базовые алгоритмы видеообработки стандарта H.265/HEVC. Значимой является программная реализация алгоритмов видеокодирования, использующая для ускорения вычислений SIMD команды процессора.

Также практически полезными являются результаты сравнительных исследований характеристик алгоритмов видеообработки, положенных в основу стандартов видеокодирования H.265/HEVC, Google VP9 и комплекса программ Xiph Daala. Эти результаты могут быть использованы как при проектировании систем сжатия видеопоследовательностей на основе этих стандартов, так и при развитии алгоритмов видеообработки в следующем поколении стандартов видеокодирования.

Результаты работы внедрены в ЗАО «Элекард Девайсез» (г. Томск) и используются в составе коммерческих программных средств Elecard HEVC Codec SDK, Elecard Converter Studio и Elecard CodecWorks Encoder. Программные продукты Elecard HEVC Encoder и Elecard HEVC Decoder, включающие программные модули созданной системы сжатия, зарегистрированы в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (Роспатент).

Результаты диссертационной работы также были использованы в лаборатории обработки и трансляции мультимедийных данных института инноватики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники при выполнении НИОКР от 19.11.12 г. № 97/12 по созданию системы потокового телевидения с высокой степенью сжатия.

10. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы рекомендуются для использования в научно-исследовательских и проектных организациях, занимающихся разработкой информационно-телекоммуникационных систем, исследованием и разработкой алгоритмов сжатия цифровых видеоданных и решением других задач, связанных с задачами сжатия цифровых видеопоследовательностей. К ним относятся Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, ООО «Microsoft Рус», ЗАО «Интел А/О», ООО «Самсунг Электроникс Рус», ООО «Техкомпания Хуавэй» и др. Полученные результаты исследований могут быть использованы в учебном процессе Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Сибирского федерального университета, Томского государственного университета, Новосибирского государственного университета, Новосибирского государственного технического университета при подготовке магистров по направлениям «Информатика и вычислительная техника», «Информационные системы и технологии».

11. Замечания по диссертационной работе

1. В таблицах 3.2–3.3 на с. 89–90 диссертации приведены средние значения числа бит, которое потребовалось для кодирования информации о выбранном режиме пространственного предсказания. Значения являются дробными. В связи с этим неясно, почему в предлагаемом алгоритме в качестве эмпирической оценки размера заголовка блока предсказания используются целые значения, а не дробные.

2. В диссертации и автореферате набор алгоритмов видеообработки, объединенных в комплексе программ Xiph Daala, называется стандартом, хотя таковым не является.

3. Во второй главе диссертации после сравнения эффективности алгоритмов видеообработки стандартов H.265/HEVC, VP9 и комплекса программ Daala проводятся дополнительные исследования алгоритмов стандарта H.265/HEVC, результаты которых в последующих главах явным образом не используются. В итоге глава перегружена результатами таких дополнительных экспериментов, анализ которых является достаточно поверхностным.

4. В работе недостаточно подробно рассмотрены вопросы, связанные с распараллеливанием обработки блоков видеокадра.

5. В названии раздела «5.1.2. Особенности функционала разработанной системы сжатия видеопоследовательностей», а также в тексте диссертации слово «функционал» используется неверно. Следует использовать слово «функциональность».

6. Отсутствуют выводы о применимости разработанных алгоритмов сжатия в условиях тенденций развития технологий, описанных в первой главе диссертации.

Высказанные замечания не снижают ценности основных научных положений и результатов исследований в диссертации и не влияют на общую положительную оценку работы.

12. Заключение по диссертации о соответствии её требованиям

Диссертация Шарабайко Максима Павловича на соискание ученой степени кандидата технических наук является **законченной научно-квалификационной работой**, в которой содержится **решение актуальной задачи** создания алгоритмического и программного обеспечения системы эффективного сжатия видеопоследовательностей, **имеющей существенное значение** для развития методов, алгоритмов и программных систем машинной графики и мультимедийного общения.

Диссертационная работа соответствует требованиям пп. 9 – 11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Шарабайко М.П. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Заключение рассмотрено и утверждено 11 ноября 2014 г. на заседании кафедр Автоматизированных систем управления факультета Автоматики и вычислительной техники НГТУ, кафедры программных систем и баз данных факультета Прикладной математики и информатики НГТУ. Присутствовало на заседании 21 человек, «за» – 20 человек, «против» – 0 человек, «воздержалось» – 1 человек, протокол № 11 от 11 ноября 2014 г.

Заключение составили:

д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ,

Денисов Владимир Иванович,

630073, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, 20, НГТУ,

телефон 8 (383) 315-39-43,

e-mail: videnis@nstu.ru

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего

профессионального образования

Новосибирский государственный технический

университет, советник проректора по научной работе

В.И. Денисов

д.т.н., доцент, Шорников Юрий Владимирович,

630073, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, 20, НГТУ,

телефон 8 (383) 346-11-00,

e-mail: shornikov@corp.nstu.ru,

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего

профессионального образования

Новосибирский государственный технический

университет, профессор кафедры АСУ НГТУ

Ю.В. Шорников

подпись

заверяю. *Денисов В.И., Шорников Ю.В.*
Начальник отдела кадров

