

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СРЕДСТВ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЖАТИЯ ВИДЕОДАНЫХ ДЛЯ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Каткова Светлана Николаевна, ст. преподаватель, КГТУ им. И. Раззакова, 720044, Кыргызстан, г. Бишкек, пр. Чингиза Айтматова 66, Тел: 0550437100, e-mail: goodday54@yandex.ru

Искаков Рысбек Таабалдиевич, доцент, КГТУ им. И. Раззакова, 720044, Кыргызстан, г. Бишкек, пр. Чингиза Айтматова 66, Тел: 0550437100, e-mail:

Аннотация. В статье сделано обоснование необходимости разработки программного обеспечения сжатия видеоданных в системах видеонаблюдения для Кыргызстана. Проанализирован выбор средств для собственной разработки программного обеспечения сжатия видеоданных. Определена актуальность разработки программного обеспечения аппаратным путем на базе ПЛИС архитектуры FPGA в образовательных и коммерческих целях.

Ключевые слова: оцифровка, долговременный видео архив, срок исковой давности, видеорегистраторы, размера кадра, темп записи, емкость архивов жестких дисков.

RATIONALE FOR THE CHOICE OF DEVELOPMENT TOOLS VIDEO COMPRESSION SOFTWARE FOR VIDEO SURVEILLANCE SYSTEM

Katkova Svetlana, Senior Lecturer, KGTU named after I. Razakova, 720044, Kyrgyzstan, Bishkek, Chingiz Aytmatova Ave. 66, Phone: 0550437100, e-mail: samagan@mail.ru

Iskakov Risbek, associate professor, KSTU. I. Razzakova, 720044, Kyrgyzstan, Bishkek city, Chingiz Aytmatova Ave. 66, Phone: 0550437100, e-mail:

Annotation. The article substantiates the need to develop video compression software in video surveillance systems for Kyrgyzstan. The choice of means for own software development for video data compression is analyzed. The urgency of software development by hardware based on FPGA architecture for educational and commercial purposes is determined.

Key words: digitization, long-term video archive, limitation period, DVRs, frame size, recording tempo, capacity of hard disk archives.

Введение

В современном мире остро стоит проблема сжатия видеоданных при передаче их по сетям и при сохранении на жестких дисках. Кыргызстан не является исключением. На рынке Кыргызстана отсутствуют средства сжатия видео информации.

Цифровая техника круто изменила жизнь к лучшему, но не у нас в Кыргызстане, а в дальнем зарубежье. Жизнь требует активного вмешательства цифровых устройств и в нашу жизнь. Например, с 2018 года в Кыргызстане на государственном уровне начался проект оцифровки «Умный город». Компонента «Безопасный город» должна решить задачу обеспечения безопасности граждан страны с помощью интегрированной системы наружного наблюдения в городах Бишкек и Ош [4].

Наша кафедра начала изучать проблему сжатия видео раньше - в 2017 году в связи со студенческим проектом. Государственный проект подтвердил необходимость решения этой задачи. И мы стали исследовать проблемы, возникающие при использовании видео систем.

Выявили основные проблемы в системах видеонаблюдения, связанных с безопасностью:

1. Проблема со сжатием и архивацией видеоданных для длительного хранения. Эта проблема стоит особенно остро, так как видеоархивы быстро растут в объеме, а хранить информацию с правонарушениями следует 3-10 лет. Это срок исковой давности, в пределах которого видео информация имеет законную силу, и суд может справедливо защитить или осудить человека на основе этой архивной информации.

2. Проблема краткосрочности хранения информации на дисках видеорегистраторов. Современные видеорегистраторы хранят информацию с камер всего 30-60 суток, затем информация стирается. Проблема заключается в стремлении сберечь дорогостоящие жесткие диски для видеосистем. Как следствие – возможность раскрытия преступлений только по «горячим следам».

Решение проблем

Для решения проблем необходимо создать долговременный видео архив в соответствии со сроком исковой давности и сжать видео данные в десятки и сотни раз, чтобы архивы не превысили своих реально обоснованных пределов. В таблице 2 представлен расчет емкости архивов жестких дисков и эффекта от внедрения ПО сжатия видео в пределах 40 раз.

Расчет размера архивов в системах видеонаблюдения

Расчет сводится к определению размера кадра изображения, темпа записи на каждую камеру (количество кадров в секунду), необходимое количество часов записи в сутки, количество видеокамер, устанавливаемых на объекте и необходимое количество суток записи.

Зная приведенные выше параметры, можем рассчитать необходимую емкость жестких дисков.

1. **Определяем требуемое место на жестком диске для записи одной видеокамеры в течении 1 часа (строка 5, см таблицу),** для этого перемножаем объем 1 кадра изображения (строка 1) на количество кадров в час (строка 4);

2. **Определяем требуемый объем для записи одной видеокамеры в течении 1 суток (7 строка)** для этого нам необходимо знать требуемое место на жестком диске для записи одной видеокамеры в течении 1 часа (5 строка), количество часов записи в сутки (6 строка, для камер наружного наблюдения необходима непрерывная запись в течение 24 часов);

3. **Определяем требуемый объем жестких дисков для записи всех видеокамер в течении необходимого количества суток,** умножаем количество суток (строка 10) на требуемый объем для записи всех видеокамер в течении 1 суток (строка 9);

4. Для удобства восприятия переводим КБайт в МБайт (строка 12), ГБайт (строка 13), ТБайт (строка 14).

14) Требуемый объем для записи 1000 камер в течение 1 года (строка 14 x 12).

15) Требуемый объем для записи 1000 камер в течение 3 лет (строка 15 x 10).

16) Количество жестких дисков, необходимых для хранения записей с 1000 камер в течение 3 лет (строка 16 / строку *)

Таблица 1 Расчет емкости архивов жестких дисков [1]

*	Объем жесткого диска	10	ТБайт
**	Цена жесткого диска	30946	
1	Объем одного кадра изображения с разрешением 704X576	43,6	Кбайт
2	Темп записи на каждую камеру	8	Кадров в секунду
3	Количество кадров в минуту=(2) x 60	480	кадров
4	Количество кадров в час=(3) x 60	28800	кадров
5	Требуемый объем на жестком диске для записи одной видеокамерой в течение 1 часа=(1) x (4)	1 255 680	Кбайт
6	Количество часов записи в сутки	24	часов
7	Требуемый объем на жестком диске для записи одной видеокамерой в течение суток=(5) x (6)	30 136 320	Кбайт
8	Количество установленных камер	1000	штуки
9	Требуемый объем на диске для записи 1000 камер в течение суток= (7) x (8)	30 136 320 000	Кбайт
10	Количество суток записи	30	суток
11	Требуемый объем для записи 1000 камер в течение 30 суток = (9) x (10)	904 089 600 000	Кбайт
12	= (11)/1024	882 900 000	Мбайт
13	= (12)/1024	8622076,03	Гбайт
14	= (13)/1024	841	Тбайт
15	Требуемый объем для записи 1000 камер в течение 1 года = (14) x 12	10 092	Тбайт
16	Требуемый объем для записи 1000 камер в течение 3 лет = (15) x 3	30276	Тбайт
17	Количество жестких дисков, необходимых для хранения записей с 1000 камер в течение 3 лет объемом 10 Тб=(16) / (*)	3027	штук
18	Стоимость жестких дисков, необходимых для хранения записей с 1000 камер в течение 3 лет =(17) / (**)	93 674	тыс. сом.
19	Количество жестких дисков, необходимых для хранения записей с 1000 камер в течение 3 лет объемом 10 Тб при использовании ПО сжатия= (17) / 40	76	штуки
20	Стоимость жестких дисков, необходимых для хранения записей с 1000 камер в течение 3 лет при использовании ПО сжатия=(18) / 40	2 342	тыс. сом
21	Эффект от внедрения ПО сжатия за 3 года = (18) - (20)	91332	тыс. сом

Примечание: (1) – ссылка на номер строки со значением, вставляемым в формулу.

Приведен расчет, который показывает, что сжать архивы следует не менее, чем в 30-40 раз («40» используется в строке 19 таблицы 2). Расчетное значение объема жесткого диска, необходимое для записи кадров размером 704*576 со скоростью записи 8 кадров в секунду в течение 30 суток (по 10 часов в сутки) для 24 установленных видеокамер на объекте составляет 8,4 Тбайта [7]. При непрерывной записи в течение суток объем увеличивается в 2,4 раза и составляет 20,2 Тбайта. Объем одного жесткого диска, используемого в этих системах от 8 до 10 Тбайт. Хранить архивы необходимо 3-10 лет, в течении которых информация имеет статус вещественных доказательств в суде. За 10 лет будет использовано 20,2 Тбайта *12 месяцев *10 лет =2424 Тбайта дискового

пространства, т.е. около 300 дисков для одного объекта. Кроме того, следует учитывать, что в случае поломки жесткого диска следует иметь как минимум одну резервную копию этого диска.

Цены на жесткие диски для камер систем наружного видеонаблюдения приведены в таблице 2.

Таблица 2 Цены на жесткие диски для систем видеонаблюдения [3]

Наименование диска	Емкость	Цена (руб.)	Цена (сом)
Жесткий диск SATA 10TB 3.5" SkyHawk Guardian Surveillance 7200rpm 256MB 24x7	10TB	25 788	30946
Жесткий диск SATA 2TB 3.5" SkyHawk Guardian Surveillance SATA 6Gb/s 59000rpm 64MB	2TB	5 401	6481
Жесткий диск SATA 3TB 3.5" SkyHawk Guardian Surveillance SATA 6Gb/s 5900rpm 64MB	3TB	7 318	8782
Жесткий диск SATA 6TB 3.5" SkyHawk SATA 6Gb/s 7200rpm 256MB NCQ	6TB	14 288	17146

Обоснование выбора аппаратных средств

Сжать видеоданные предстоит в режиме реального времени параллельно с записью.

Решить эту задачу с помощью программных продуктов невозможно, так как они сжимают статическую, уже записанную информацию и коэффициент сжатия не высок [1].

На сегодняшний день только устройства аппаратного сжатия данных могут обеспечить работу в режиме реального времени. Особенно эффективно сделать это можно с помощью ПЛИС архитектуры FPGA (Field Programmable Gate Array) [2].

ПЛИС - это революция в технике реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов. Благодаря им, разработка сложнейших схем стала настолько *простой*, что можно создавать их за считанные часы силами одного инженера [2].

Несомненно, ПЛИС архитектуры FPGA имеет ряд положительных характеристик, которые делают её лидером на рынке цифровой электроники. Характеристики FPGA рассмотрены подробно в сравнении с наиболее распространенными микросхемами ASSP и ASIC (Табл. 3).

Таблица 3

Преимущества	Пояснения
Гибкость	• Функциональность FPGA может меняться при каждом включении устройства. Поэтому, когда инженер-проектировщик хочет внести изменения, они могут просто загрузить новый файл конфигурации в устройство и попробовать его изменить. • Часто изменения могут быть внесены в ПЛИС без внесения дорогостоящих изменений в платы. • У ASSP и ASIC есть фиксированная аппаратная функциональность, которая не может быть изменена без больших затрат и времени.
Ускорение	• FPGA-устройства продаются «с полки» по сравнению с ASIC (которые требуют, чтобы производственные циклы занимали много месяцев). • Из-за гибкости FPGA их производители могут отправлять системы, как только дизайн заработал и был протестирован. • FPGA обеспечивают функции разгрузки и ускорения работы процессоров, что эффективно ускоряет работу всей системы.

Интеграция	Сегодняшние FPGA включают в себя процессоры на кристалле, трансиверные входы / выходы со скоростью 28 Гбит / с (или быстрее), блоки RAM, двигатели DSP и т. д. Больше функций внутри FPGA означает меньшее количество устройств на печатной плате, что повышает надежность за счет сокращения числа сбоев устройства.
Общая стоимость	• Хотя ASIC могут стоить меньше, чем эквивалентная FPGA, для их создания требуются единовременные расходы, дорогостоящие программные инструменты, специализированные команды разработчиков и длительные производственные циклы. • FPGA поддерживают длительный жизненный цикл (15 лет и более), избегая затрат на перепроектирование и перепрофилирование оборудования для производства, • FPGA уменьшают риск ошибки в проектировании устройств, позволяя прототипным системам отправлять заказчикам результаты полевых испытаний, сохраняя при этом возможность быстро вносить изменения, прежде чем наращивать объем производства.

В нашей разработке мы будем использовать стенд для экспериментов в виде платы Max 10 Neek (компания Terasic - Тайвань) с вмонтированным чипом FPGA семейства Max 10. Мы приобрели эту плату за счет средств университета по совету партнера по проекту HEICA профессора Дрезденского технического университета Thomasa B. Preußera, имеющую характеристики, необходимые для реализации больших задач, таких как: логическая емкость - не менее 3 млн. вентилях и частота – от 200 до 300 МГц.

Max 10 Neek - это полнофункциональный отладочный набор, поставляется как интегрированная платформа, включающая аппаратные средства, средства разработки, макро функции интеллектуальной собственности и дизайн для разработки широкого спектра аудио, видео и многих других приложений. Плата включают в себя процессор на кристалле, трансиверные входы / выходы со скоростью 28 Гбит / с (или быстрее), два блока памяти DDR3 SDRAM, флэш-память QSPI [3].

Обоснование выбора среды разработки

В качестве среды разработки будем использовать САПР Quartus Prime Standard 15.0 – 17.0 (компания Altera - США). Так как из библиотек этой среды *можно взять более 20*

VIP - мега функции по работе с цифровыми видео и изображениями. В таблице 1 приведены основные функции для решения задачи сжатия видео.

Табл. 4 Функции обработки видео и изображений (VIP) Intel IP FPGA

Функция	Описание
Avalon-ST Video Stream Cleaner	Удаляет и восстанавливает неидеальные последовательности и случаи ошибок, присутствующие во входящем потоке данных, для создания выходного потока, который соответствует модели неявного идеального использования.
Control Synchronizer	Синхронизирует изменения, сделанные с видеопотоком в режиме реального времени между двумя функциями.

Deinterlacer	Преобразует чересстрочные видео форматы в прогрессивный формат видео, используя алгоритм адаптивной деинтерлейсинга движения. Также поддерживает алгоритмы «bob» и «weave».
Interlacer and Interlacer II	Преобразует прогрессивное видео в чересстрочное видео, отбрасывая половину строк входящих прогрессивных кадров.)
Switch and Switch II	Разрешить переключение видеопотоков в режиме реального времени

Обоснование выбора технологии алгоритмического синтеза для аппаратной реализации алгоритма

Алгоритм сжатия видео требует значительных вычислительных ресурсов. Кроме того, постановка вычислительных алгоритмов на аппаратуру с помощью ПЛИС является сложной задачей. Требуется наличие специальных знаний и больших трудозатрат на реализацию и отладку [11].

Для облегчения этой задачи исследуем современную технологию высокоуровневого алгоритмического синтеза с помощью системы автоматизированного проектирования Graphics Catapult C от американской компании Mentor Graphics, признанного лидера на рынке средств автоматизированного проектирования электронных систем на базе современных ПЛИС.

Использование системы **Mentor Graphics Catapult C Synthesis** позволяет автоматически синтезировать RTL (англ. *register transfer level*) - описание схемы на языке Verilog или VHDL из исходного описания алгоритма на языке C/C++. Эта система является основным средством для решения поставленной задачи.

Выбор языка программирования

Безусловно для реализации технологии высокоуровневого синтеза следует использовать язык программирования C++, так как он является исходным в системе Catapult C Synthesis.

Перед нашей командой стоит задача разработки программного кода для алгоритма сжатия видео на языке C++.

Основные этапы проектирования технологии алгоритмического синтеза

1. Моделирование алгоритма, т.е. функциональное тестирование кода на C++ с помощью Graphics Catapult C;
2. Выбор для экспериментов отладочной платы FPGA Max10 Neek;
3. Логический синтез электронной схемы уровня RTL на язык VHDL с помощью Graphics Catapult C;
4. Проверка результата синтеза схемы уровня RTL с помощью моделирования работы её работы утилитой Mentor ModelSim;
5. Синтез до уровня логических элементов (вентилей) с помощью программного комплекса Mentor Precision Synthesis;
6. Проверка работы схемы на вентиляльном уровне, т.е. создание прошивки для ПЛИС с помощью среды автоматизированного проектирования Quartus Prime Standart -15.0.

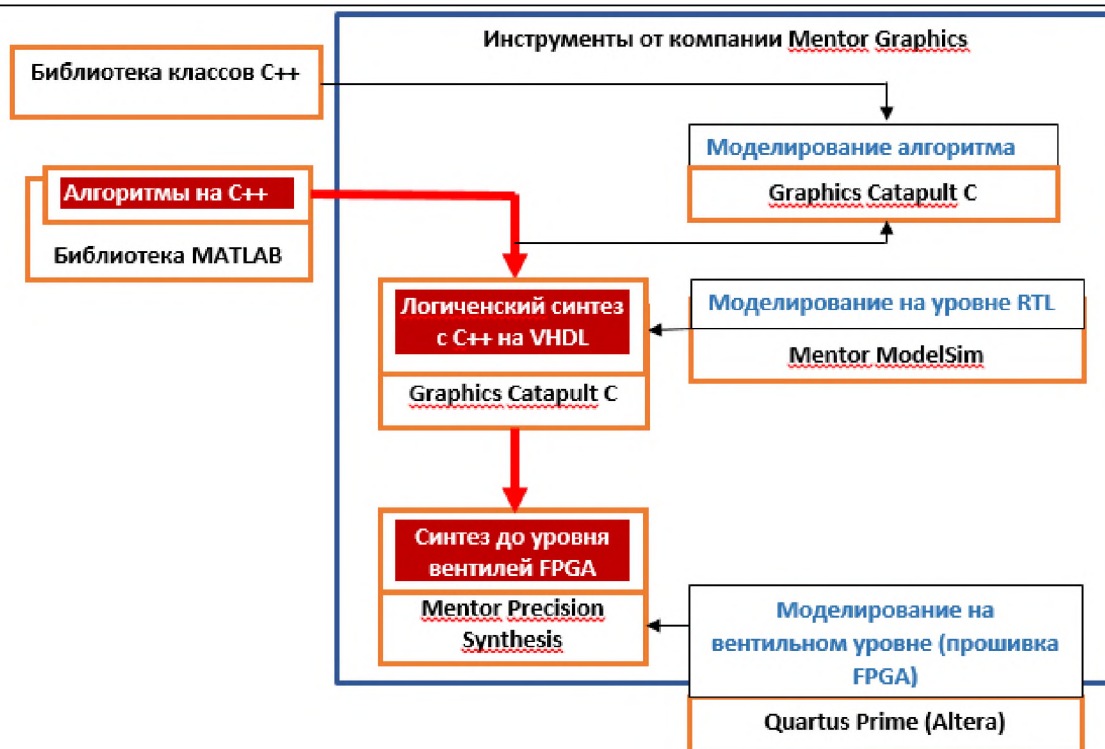


Рис. 2. Организация маршрута проектирования технологии алгоритмического синтеза с использованием системы Catapult C Synthesis

Выводы

1. В статье показаны основные проблемы в системах видеонаблюдения, связанные с обеспечением безопасности граждан.
3. Обоснован выбор средств для решения этих проблем, а именно: аппаратных средств, среды разработки, технологии разработки, языка программирования.
5. Особое внимание уделено исследованию технологии постановки вычислительных алгоритмов на аппаратуру с помощью средства Graphics Catapult C, как основного ключа к решению поставленной задачи.

Литература

1. И.Г. Тен, С.Н. Каткова Анализ использования программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) в учебном процессе кафедры ПОКС КГТУ им. И. Раззакова, изд. Техник, «Известия №7», 2016 г.
2. В.Б. Стешенко, ПЛИС фирмы Altera: проектирование устройств обработки сигнала, ОДЭКА, 2000.
3. <http://altera.com>
4. https://ru.sputnik.kg/trend/safe_city_10032015/
5. https://vk.com/page-58401460_50301827
6. <https://ngcodec.com>
7. <https://www.osp.ru/lan/2015/01/13044583/>
8. <https://ru.wikipedia.org/>
9. <https://habrahabr.ru/post/234021/>
10. <https://electronix.ru/forum/lofiversion/index.php/t39507.html>
11. <http://www.megrattec.ru/system/attachments/>