

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
Санкт-Петербургский институт
информатики и автоматизации
Российской академии наук
(СПИИРАН)

14 линия, 39, Санкт-Петербург, 199178
Телефон: (812) 328-33-11, факс: (812) 328-44-50
E-mail: spiiiran@iias.spb.su, http://www.spiiiran.nw.ru
ОКПО 04683303, ОГРН 1027800514411
ИНН/КПП 7801003920/780101001

«20» февраля 2018 г. № 073-10-1/100

На № _____

«УТВЕРЖДАЮ»
ВРИО директора Санкт-Петербургского
института информатики и
автоматизации РАН,
доктор технических наук, профессор


А. Л. Ронжин

«20» февраля 2018 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Чернышева Станислава Андреевича на тему:
«Разработка и исследование метода матричного маскирования видеоинформации
в глобально распределенных системах», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 «Системы, сети и
устройства телекоммуникаций».

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Чернышева С. А. посвящена актуальной задаче
защиты от несанкционированного доступа к цифровой визуальной информации с
малым периодом актуальности, связанной с накоплением и передачей цифровых
фото- или видеоизображений в распределенных видеосистемах, таких как
охранные, мониторинговые, системы телемедицины и специального назначения.

Особую актуальность данная задача приобретает для распределенных
систем, реализуемых на основе аппаратных решений встраиваемого класса, для
которых существуют ограничения по вычислительному ресурсу. Это связано с
значительным увеличением вычислительной нагрузки на стороне IP-камер,
связанной с возложением на них задач слежения, временной фильтрации,
выделения объектов и т.д.

Непосредственное использование существующих криптографических
алгоритмов (ГОСТ, DES, RC4 и т.д.) в задачах защиты визуальной информации
проблематично, поскольку ограниченный вычислительный ресурс встраиваемых
систем, какими являются IP-камеры, позволяет использовать их лишь с
небольшой длиной ключа, в результате чего преобразованное изображение

ГУАП
№ 74-481/18-0-0
от 01.03.2018



сохраняет контуры, характерные светлые или темные области и др., позволяющие идентифицировать передаваемое изображение или даже полностью наблюдать сценарий происходящих на видеопоследовательности событий. Это связано с тем, что человеческое зрение представляет собой лучшую из известных систему распознавания образов, а изображения и видеоинформация – особый вид информации, плохо разрушаемый на уровне визуализации, и требующий для своей защиты особых подходов и специальных методов.

Автором предлагается достаточно простой и эффективно реализуемый метод преобразования изображений двусторонним матричным умножением на уникальные квазиортогональные матрицы Мерсенна, что в результате обеспечивает визуальное разрушение/восстановление изображений в видеосистемах на основе IP-сетей.

Краткий анализ диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы (123 наименований) и двух приложений: копии актов о внедрении и использовании полученных в результате выполнения диссертации результатов, а также свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Работа в достаточной степени структурирована, в конце каждого раздела имеются выводы, отражающие основные из представленных в разделах аналитических и конструктивных результатов.

Во введении определяются цели и задачи диссертации и формулируются основные положения, выносимые на защиту. Автор раскрывает актуальность исследуемой темы, обосновывает теоретическую и практическую значимость.

В первом разделе рассмотрены область использования современных цифровых распределенных систем видеонаблюдения и их основные свойства. Представлены основные понятия и термины, относящиеся к маскированию цифровой визуальной информации. Показано, что использование известных криптографических методов для преобразования исходной фото- и видеоинформации в видеокамерах современных цифровых распределенных систем видеонаблюдения в режиме реального времени является затруднительным. Приводится краткий обзор методов криптографического и

матричного маскирования, известных из открытых литературных источников, используемых для маскирования как аналоговой, так и цифровой информации. Рассмотрены перспективы реализации матричного маскирования в системах встраиваемого класса с использованием DSP или FPGA. Сформулированы требования к матричному маскированию.

Во втором разделе проведен анализ методов, используемых для маскирования изображений. В качестве прототипа разрабатываемого в диссертации метода рассматривается двустороннее стрип-преобразование, используемое для помехоустойчивого кодирования изображений с кронекеровым умножением на матрицы Адамара. Показываются особенности используемых в разрабатываемом автором методе квазиортогональных матриц Мерсенна, близких по свойствам к матрицам Адамара, а также отличие выполнения матричного умножения. Приведена оценка сложности подбора матрицы Мерсенна. Рассмотрены и выделены основные типы и форматы современных цифровых изображений (кадров), способы их представления и тенденции роста разрешений видеоинформации.

Третий раздел посвящен описанию процедуры маскирования. Приведен алгоритм маскирования/демаскирования цифровых изображений и кадров видеопоследовательностей с использованием двустороннего матричного преобразования с уникальными квазиортогональными матрицами Мерсенна, для которых значения пикселей представлены в формате с фиксированной или плавающей точкой. Процедура маскирования/демаскирования демонстрируется на наборе тестовых изображений. Для оценки качества восстановленных изображений, относительно исходных, автором используются известные метрики PSNR, MSE, SSIM, MSSIM.

Приведен способ вычисления для матриц Мерсенна особых (корневых) изображений, инвариантных по отношению к матричному маскированию. Приведены примеры восстановленных изображений и их метрик при наличии искажений в канале передачи данных.

В четвертом разделе автором проводится сравнение результатов маскирования набора тестовых изображений и их шифрования симметричным алгоритмом DES. Приводится оценка времени маскирования на ПК, ПО для

маскирования/демаскирования написано на языке программирования C++. Также автором приводится внедрение результатов диссертационной работы.

Научная новизна полученных результатов

К основным научным результатам диссертационной работы можно отнести:

1. Метод симметричного двустороннего матричного маскирования/демаскирования цифровых фото- и видеоизображений с использованием уникальных квазиортогональных матриц.

2. Результаты исследования качества маскированных изображений, устойчивости метода к потерям информации в канале, качества восстановленных изображений с использованием известных метрик.

3. Способ вычисления для матриц Мерсенна особых (корневых) изображений, инвариантных по отношению к матричному маскированию, и их визуализированные «портреты».

Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов

Предложен метод, обеспечивающий полное разрушение/восстановление визуальной информации посредством простых матричных операций, эффективно реализуемых в широком классе вычислительных средств, в том числе и аппаратно. Маскирование цифровой визуальной информации ориентировано на использование в широком классе распределенных видеосистем, обеспечивая дополнительно устойчивость базового метода к искажениям и потерям данных в коммуникационном канале.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что предложенные автором алгоритмы матричного маскирования цифрового видеоизображения реализуются программно и аппаратно-программно в реальном масштабе времени в системах встраиваемого класса на основе DSP и FPGA, и могут использоваться для совершенствования существующих IP-камер в ряде задач частного применения.

Предложенный метод может быть использован и для защищенного хранения визуальных данных на цифровых носителях.

Полученные результаты рекомендуется использовать в организациях, связанных с разработкой и производством систем видеобработки, IP-камер: ООО «ЭВС», ООО «АСК Лаборатория».

Достоверность, обоснованность основных научных положений, выводов и рекомендаций

Все положения, формулируемые в диссертационной работе Чернышева С. А., доказываются с использованием аппарата линейной алгебры, математической статистики и методов цифровой обработки изображений. Эффективность разработанного метода и алгоритмов подтверждается посредством компьютерных экспериментов.

Обоснованность полученных в работе результатов подтверждается внедрением в рамках опытно-конструкторской работы в видеорегистратор специального назначения, разработанный ООО «АСК Лаборатория» (г. Санкт-Петербург) и в учебный процесс федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (по направлению «Информатика и вычислительная техника» в дисциплинах «Проектирование систем обработки и передачи информации», «Цифровая обработка изображений», «Специализированные микропроцессорные системы» и по направлению «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» в дисциплине «Технологии стеганографии в системах инфокоммуникаций»). По теме диссертационной работы у автора имеется 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Основные замечания по диссертационной работе

При общей положительной оценке работы следует отметить следующие замечания:

1. Диссертация перегружена известными материалами, которые занимают половину ее объема.

2. Постановка решаемой научной задачи не четкая, не определены основные показатели и критерии эффективности маскирования видеоинформации. Вопросы поиска оптимальных вариантов такого маскирования для конкретных условий не рассматриваются.
3. В работе уделяется недостаточно внимания доказательству стойкости к взлому предложенного маскирования.
4. В большинстве существующих систем передачи видеоданных используются алгоритмы сжатия данных, которые потенциально плохо сочетаются с изменениями изображений, возникающими при маскировании, предложенными в диссертации. В работе автором не рассматривается этот важный аспект.
5. В оценке экспериментальных результатов используется большое количество метрик: PSNR, MSE, SSIM, MSSIM, но не обоснован их выбор. Кроме того в таблице 4.1, значения метрик SSIM, MSSIM для всех экспериментов одинаковы.
6. В разделе, описывающем реализацию предложенных алгоритмов, вызывает недоумение заявление автора о представлении пикселей в форме «8 байтов на один пиксель» в виде чисел с фиксированной точкой, в то время как стандартное представление чисел с плавающей точкой занимает 4 байта.
7. В работе имеет место некоторая небрежность в использовании терминологии.

Публикация и апробация результатов исследования

По теме диссертации автором опубликовано 9 работ, из них 3 статьи в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, а также две статьи в зарубежных изданиях, индексируемых в Scopus.

Основные научные положения и результаты диссертационной работы докладывались, обсуждались и получили одобрение на научно-методических семинарах кафедры «Вычислительные системы и сети» ГУАП и докладывались

на 66-й научной сессии ГУАП (апрель 2013, г. Санкт-Петербург), 67-й научной сессии ГУАП (апрель 2014, г. Санкт-Петербург), International Conference «Intelligent Interactive Multimedia Systems and Services» IIMSS-2014 (18-20 июня 2014, г. Ханья, Греция), 68-й научной сессии ГУАП (апрель 2015, г. Санкт-Петербург), научно-техническом семинаре НИИ информационно-управляющих систем ИТМО (октябрь 2015, г. Санкт-Петербург), 69-й научной сессии ГУАП (апрель 2016, г. Санкт-Петербург), International Conference on Knowledge-based and Intelligent Information & Engineering Systems (6 - 8 сентября 2017, г. Марсель, Франция).

Правильность оформления диссертации и автореферата, соответствие автореферата содержанию диссертации

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с принятыми для научных квалификационных работ нормами и требованиями. Автореферат диссертации в полной мере соответствует работе и включает ее основные результаты.

Выводы

Диссертация Чернышева Станислава Андреевича является законченной научно-квалификационной работой, по своей актуальности, достоверности и обоснованности результатов, теоретической и практической значимости соответствует требованиям п. 9, 10 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденной Постановлением Правительства от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 28.08.2017), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

В диссертационной работе содержится решение актуальной и практически значимой научной задачи – разработка метода и алгоритма защиты видеоинформации в глобально распределенных системах, имеющей важное значение для развития этих систем.

Соискатель Чернышев Станислав Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Отзыв обсужден и утвержден на совместном заседании лабораторий автоматизации научных исследований, информационно-вычислительных систем и технологий программирования и автономных робототехнических систем СПИИРАН (протокол № 1 от «19» февраля 2018 г.).

Заведующий лабораторией информационно-
вычислительных систем и технологий
программирования СПИИРАН
доктор технических наук, профессор



В.Ю. Осипов

Заведующий лабораторией автоматизации
научных исследований СПИИРАН
доктор технических наук



С. В. Кулешов

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук

199178, Россия, Санкт-Петербург, 14 линия, дом 39;
+7(812)-328-34-11; spiiiran@iias.spb.su; www.spiiras.nw.ru