

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
и инновациям

«»
А.Г. Лошилов
2019 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР).

Диссертация «Рекурсивно-сепарабельные методы и алгоритмы повышения качества изображений в телевизионных измерительных системах» выполнена в ТУСУРе на кафедре телевидения и управления (ТУ).

Соискатель Каменский Андрей Викторович в 2015 г. окончил ТУСУР по специальности «Аудиовизуальная техника». С 2015 по 2019 гг. очно обучался в аспирантуре ТУСУРа по направлению 11.06.01 – электроника, радиотехника и системы связи.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2019 г. ТУСУРом.

Научный руководитель – Курячий Михаил Иванович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры ТУ ТУСУР.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Каменского Андрея Викторовича является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной и актуальной задачи: повышения эффективности и быстродействия двумерной обработки изображений за счет использования адаптивной внутрикадровой фильтрации с применением рекурсивно-сепарабельных алгоритмов в телевизионных измерительных системах.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации

Результаты диссертационной работы, сформулированные в положениях, выносимых на защиту, и составляющие научную новизну работы, получены автором лично или при непосредственном его участии. Автору принадлежит ключевая роль в основных результатах работы. Личный вклад автора в публикациях, выполненных в соавторстве: разработка рекурсивно-сепарабельных алгоритмов, проведение экспериментальных исследований, выявление оптимальных коэффициентов фильтрации, анализ и обобщение полученных результатов [1, 12, 14]; проведение экспериментальной оценки характеристик изображений, а также анализ и обобщение полученных результатов [2, 8, 9, 17, 24, 25]; разработка и исследование методов обработки изображений для повышения их качества, проведение эксперимента, анализе и интерпретация полученных результатов [4, 5–7, 10, 11, 15, 16, 18]; формулировка задач, описание методик, обсуждение

результатов и разработках лабораторных практикумов по дисциплинам [19–23]. Список публикаций соискателя на 4 страницах прилагается к данному Заключению.

Степень достоверности результатов проведенных исследований

В диссертационной работе применены методы цифровой обработки изображений и математической статистики. Достоверность полученных результатов высока, так как основана на использовании сертифицированного программного обеспечения, согласованности результатов аналитической оценки и экспериментальных исследований, высокой повторяемости результатов.

Научная новизна диссертации

1. Впервые разработаны быстродействующие рекурсивно-сепарабельные алгоритмы повышения качества изображений (лапласиан “усеченная пирамида” и лапласиан “двойная пирамида”), позволяющие увеличить их четкость.

2. Впервые для разработанных фильтров предложен метод определения оптимальных коэффициентов обработки изображений, которые повышают эффективность их использования в телевизионных измерительных системах.

3. Разработан метод адаптивной внутрикадровой позонной обработки изображений с применением оптимальных коэффициентов фильтрации, отличающийся повышенной эффективностью обработки изображения по полю его разрешения.

Практическая значимость диссертации

1. Полученные результаты в реализации рекурсивно-сепарабельных алгоритмов повышения качества изображений позволяют получить выигрыш от 5 до 7 раз в быстродействии при их программно-аппаратной реализации, то есть существенно уменьшить вычислительные затраты на выполнение заданного процесса обработки.

2. Результаты работы позволят разработать эффективные программно-аппаратные устройства для повышения качества изображений, в том числе за счет определенных оптимальных коэффициентов фильтрации.

3. Разработан метод описания процесса распределения разрешения по полю изображения и на основании его представлены примеры позонной обработки изображений, а также полученные для них оптимальные коэффициенты фильтрации.

4. Представлен способ оценки распределения разрешения по полю изображения, который позволил выполнять более эффективный процесс их фильтрации.

5. Разработаны программные модули для обработки и анализа изображений («MIR: Множественное измерение разрешения», «SFI: Построчная фильтрация изображений»), которые позволяют выполнять эффективную высокопроизводительную адаптивную внутрикадровую обработку изображений.

6. Результаты диссертационной работы используются в учебном процессе университета.

Ценность научных работ соискателя

Научные работы соискателя имеют высокую ценность. Она подтверждается многочисленными публикациями их результатов в рецензируемых журналах и материалах конференций.

Использование результатов исследований

1. «Повышение качества изображений в активно-импульсных телевизионно-вычислительных системах при сложных условиях контроля и наблюдения» (проект № 7.1241.2011), в рамках Госзадания «Наука 2012-2014 гг.».

2. «Исследование и разработка методов и средств повышения качества изображений в активно-импульсных телевизионно-вычислительных системах видения в сложных метеоусловиях и малопрозрачных средах» (код проекта 3643), в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки России 2014/225.

3. «Исследование и разработка методов и средств повышения эффективности активно-импульсных телевизионно-вычислительных систем мониторинга и обеспечения комплексной безопасности объектов», грант РФФИ по научному проекту 16-47-700939.

4. «Выявление новых подходов к совершенствованию обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры и моделирования систем активного зрения роботов» в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки России (шифр проекта 8.9562.2017/БЧ).

5. «Цифровой управляемый видеодатчик и телекоммуникационная система передачи видеоданных для автоматизированного анализа параметров производственного процесса», научно-исследовательская работа по теме «Распознавание объектов на поверхности расплава на основе данных видеопотока», по договору №18/18 с АО «Монокристалл», г. Ставрополь.

6. Дисциплина «Измерительное телевидение», предусмотренная учебным планом подготовки бакалавров по направлению 11.03.01 «Радиотехника» (профиль «Аудиовизуальная техника») и 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль «Цифровое телерадиовещание»).

Полнота изложенных материалов диссертации в печатных работах, опубликованных автором

По результатам исследований опубликовано 27 работ (7 работ без соавторов): 4 статьи в журнале из перечня ВАК, 19 докладов в трудах международных конференций, 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Соответствие содержания диссертации избранной специальности

Диссертация соответствует специальности 05.12.04 – радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения в области исследований: «Исследование и разработка новых телевизионных систем и устройств с целью повышения качества изображения и помехоустойчивости работы» по п. 5 паспорта специальности; «Разработка методов и устройств передачи,

приема, обработки, отображения и хранения информации. Разработка перспективных информационных технологий, в том числе цифровых, а также с использованием нейронных сетей для распознавания изображений в радиотехнических устройствах» по п.7 паспорта специальности.

Диссертация «Рекурсивно-сепарабельные методы и алгоритмы повышения качества изображений в телевизионных измерительных системах» Каменского Андрея Викторовича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Заключение принято на заседании кафедры ТУ.

Присутствовало на заседании 26 человек. Результаты голосования: «за» - 26 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 13 от «08» октября 2019 г.

Председатель,
д.т.н., доцент,
заведующий кафедрой ТУ



(Подпись)

Т.Р. Газизов

Секретарь,
к.т.н., доцент кафедры ТУ



(Подпись)

С. П. Куксенко

**Список публикаций соискателя Каменского Андрея Викторовича
Статьи в журналах из перечня ВАК**

1. Каменский, А.В. Рекурсивно-сепарабельные двумерные цифровые фильтры обработки телевизионных изображений / А.В. Каменский, М.И. Курячий // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2018. – Т.8, №. 4(29). – С.25–33.

2. Шипунова, К. В. Измерение и коррекция координатных искажений в телевизионных изображениях программными средствами / К. В. Шипунова, А. В. Каменский, М. И. Курячий // Доклады ТУСУР. – 2017. – Т. 20, № 2. – С.36–39.

3. Каменский, А.В. Методы повышения четкости телевизионных изображений высокого качества линейными алгоритмами / А.В. Каменский // Доклады ТУСУР. – 2017. – Т. 20, № 1. – С.46–49.

4. Капустин В.В. Оценка качества изображений высокого разрешения при внутрикадровом сжатии в стандартах JPEG и JPEG2000 / В.В. Капустин, А.В. Каменский // Доклады ТУСУР. – 2016. – Т. 19, № 3. – С.27–31.

Доклады в трудах международных конференций

5. Каменский, А.В. Оценка разрешающей способности видеокамер по характерным фрагментам формируемых изображений / А.В. Каменский, М.Ю. Маланин, М.И. Курячий // X международная IEEE научно-техническая конференция «Динамика систем, механизмов и машин»: г. Омск: 2016. – №. 4. – С.78–83.

6. Malanin, M.Yu. Optimization of parameters of two-dimensional filters of increase of clearness of television images on contrastly to frequency characteristics / M.Yu. Malanin, A.V. Kamenski, M.I. Kuryachiy // Control and Communications (SIBCON), IEEE 2015 International Siberian Conference on. – 2015. – P. 1–4.

7. Каменский, А.В. Studying the influence of the environment on the active pulse television-computing system operation / А.В. Каменский // Материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2018»: Томск: В-Спектр, 2018. – Ч. 3. – С.239–242.

8. Каменский, А.В. Оценка вертикальной и горизонтальной четкости телевизионных изображений по контрастно-частотным характеристикам / А.В. Каменский, М.Ю. Маланин // Материалы 53-й международной научной студенческой конференции МНСК-2015: Радиотехника, электроника, связь. Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2015. – С.29.

9. Каменский, А.В. Измерение разрешающей способности и четкости телевизионных изображений / А.В. Каменский, М.Ю. Маланин, М.И. Курячий// Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации. Распознавание - 2015: сб. материалов XII Междунар. науч.-техн. конф. / редкол.: В.С. Титов (отв. ред.)(и др.); Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск, 2015. – С.235–237.

10. Каменский, А.В. Методы повышения четкости телевизионных изображений линейными алгоритмами / А.В. Каменский // *Материалы Одиннадцатой международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления»*. Томск: В-Спектр, 2015. – Ч. 2. – С.302–305.

11. Каменский, А.В. Повышение четкости изображений активно-импульсных телевизионно-вычислительных систем с использованием алгоритмов двумерной апертурной коррекции / А.В. Каменский, В.В. Капустин // *Материалы тринадцатой международной научно-практической конференции «XIII Международная научно-практическая конференция, посвященная 55-летию ТУСУРа»*. Томск: В-Спектр, 2017. – Ч. 2. – С.125–128.

12. Головина, Д.Е. Изучение рекурсивных алгоритмов обработки изображений и их свойств / Д.Е. Головина, А.В. Каменский // *Научная сессия ТУСУР–2018: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 16–18 мая 2018 г.: в 5 частях*. – Томск: В-Спектр, 2018. – Ч. 1. – С.135–137.

13. Каменский, А.В. Двумерный рекурсивно-сепарабельный фильтр повышения четкости телевизионных изображений / А.В. Каменский // *сб. материалов XIV междунар. науч.-тех. конф. /ред. кол.: С.Г. Емельянов [и др.]*; Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2018. – С.136–138.

14. Каменский, А.В. Высокопроизводительные рекурсивно-сепарабельные алгоритмы повышения качества изображений / А.В. Каменский, Д.Е. Головина, М.И. Курячий // *материалы XIV Международная научно-практическая конференция «Электронные средства и системы управления»*. Томск: В-Спектр, 2018. – Ч. 2. – С.162–165.

15. Монгуш, О.О. Повышение качества изображений методами частотной фильтрации / О.О. Монгуш, А.В. Каменский // *Научная сессия ТУСУР–2019: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 22–24 мая 2019 г.: в 4 частях*. – Томск: В-Спектр, 2019. – Ч. 1. – С.82–85.

16. Монгуш, О.О. Эквализация гистограмм изображений активно-импульсных телевизионно-вычислительных систем / О.О. Монгуш, А.В. Каменский // *Научная сессия ТУСУР–2019: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 22–24 мая 2019 г.: в 4 частях*. – Томск: В-Спектр, 2019. – Ч. 1. – С.85–88.

17. Kapustin V.V. Estimation of intra-frame compressed image quality for JPEG and JPEG2000 standards / V.V. Kapustin, A.V. Kamenskiy // *2016 17th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM)*. – 2016. – P.308–312.

18. Каменский, А.В. Сравнительный анализ маски лапласиана и разреженной маски лапласиана / А.В. Каменский // *Научная сессия ТУСУР–2017: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 55-летию ТУСУРа*,

Томск, 10–12 мая 2017 г.: в 8 частях. – Томск: В-Спектр, 2017 – Ч. 1. – С.173–175.

19. Каменский, А.В. Учебно-научные практикумы лаборатории “Видеоинформационные технологии и цифровое телевидение” / А.В. Каменский, М.Ю. Маланин, М.И. Курячий, В.В. Капустин // Современное образование: проблемы взаимосвязи образовательных и профессиональных стандартов: материалы междунар. науч.-метод., 28-29 января 2016г., Россия, Томск. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2016. – С.153–154.

20. Айткалиева, А.М. Методические указания к лабораторной работе “Использование Вейвлет-преобразований при обработке изображений в среде MATLAB” / А.М. Айткалиева, А.В. Каменский // Современное образование: повышение профессиональной компетентности преподавателей вуза – гарантия обеспечения качества образования: материалы междунар. науч.-метод., 1-2 февраля 2018г., Россия, Томск. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2018. – С.61–62.

21. Головина, Д.Е. Морфологическая обработка в среде MATLAB / Д.Е. Головина, А.В. Каменский // Современное образование: повышение профессиональной компетентности преподавателей вуза – гарантия обеспечения качества образования: материалы междунар. науч.-метод., 1-2 февраля 2018г., Россия, Томск. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2018. – С.63–64.

22. Салыкова, Д.А. Интерактивный лабораторный практикум “Восстановление изображений при помощи инверсной фильтрации в среде MATLAB” / Д.А. Салыкова, А.Н. Утемисов, А.В. Каменский // Современное образование: повышение профессиональной компетентности преподавателей вуза – гарантия обеспечения качества образования: материалы междунар. науч.-метод., 1-2 февраля 2018г., Россия, Томск. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2018. – С.65–66.

23. Максимов, А.Е. Инновационные образовательные технологии: технология INTEL REALSENSE / А.Е. Максимов, А.А. Акифьев, А.В. Каменский // Современное образование: качество образования и актуальные проблемы современной высшей школы: материалы междунар. науч.-метод., 31 января - 1 февраля 2019г., Россия, Томск. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2019. – С.68–69.

Доклады в трудах всероссийских конференций

24. Каменский, А.В. Измерение разрешающей способности в телевизионных изображениях с использованием программных средств / А.В. Каменский, М.Ю. Маланин // Научная сессия ТУСУР–2014: материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 14–16 мая 2014 г. – Томск: В-Спектр, 2014: В 5 частях. – Ч. 1. – 280 с., С. 79-81.

25. Каменский, А.В. Измерение разрешающей способности в телевизионных изображениях с использованием программных средств / А.В. Каменский, М.Ю. Маланин // Научная сессия ТУСУР–2015: материалы

Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 13–15 мая 2015 г. – Томск: В-Спектр, 2015: в 5 частях. – Ч. 1. – 328 с., СЧ. 120-123.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ

26. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019660074. MIR: Множественное измерение разрешения. Автор: А.В. Каменский. Заявка № 2019618804. Дата поступления 17 июля 2019 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 30.07.2019 г.

27. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019660075. SFI: Построчная фильтрация изображений. Автор: А.В. Каменский. Заявка № 2019618808. Дата поступления 17 июля 2019 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 30.07.2019 г.