

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук Прозорова Александра Викторовича на диссертацию Носкова Андрея Александровича «Формирование изображений с расширенной глубиной резкости для систем прикладного телевидения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

Актуальность темы диссертационного исследования

В последние годы активно развивается отдельная ветвь обработки цифровых изображений, называемая вычислительной фотографией. Основной задачей этой области знаний является повышение качества получаемых цифровых изображений как аппаратными, так и программными средствами. Можно выделить достаточно большой класс специальных и бытовых устройств, а также условий съемки, при которых получаемые цифровые изображения имеют эффект ограниченной глубины резко изображаемого пространства. Наиболее наглядно данный эффект можно наблюдать при рассмотрении изображений, полученных при помощи микроскопа. Аналогичная ситуация имеет место при телевизионной съемке в условиях низкой освещенности, когда для получения качественного изображения необходимо увеличивать размер диафрагмы снимающего устройства, уменьшая тем самым глубину резкости. Рассмотренные условия возникают в различных системах прикладного телевидения: медицинских камерах, использующихся в микроскопах; камерах визуального контроля качества изделий и т. д.

Приведенные ограничения послужили основой для постановки отдельной задачи в рамках вычислительной фотографии – формирование изображений с расширенной глубиной резкости. Основной задачей формирования таких изображений является комбинирование двух или более изображений в одно, которое является более информативным. Ключевой задачей всех алгоритмов смешивания является борьба с искажениями, возникающими вследствие склейки отдельных кадров. Диссертация, направленная на решение этой задачи, является актуальным исследованием в данной области. Алгоритмические решения и технические рекомендации, полученные в работе, могут быть эффективно применены в системах прикладного телевидения.

Наиболее значимые **научные результаты диссертационной работы** состоят в следующем:

1. Предложено использование клеточных автоматов в качестве аппарата, формирующего правило смешивания в задаче формирования изображений с расширенной глубиной резкости.

2. Предложены идеализированные значения метрики сфокусированности на основе физических аспектов рассматриваемой задачи.
3. Разработан алгоритм формирования изображений с расширенной глубиной резкости на основе клеточного автомата.
4. Разработан модифицированный алгоритм формирования изображений с расширенной глубиной резкости на основе пирамид изображений.

Новизна и достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, подтверждены **апробацией на международных и всероссийских научных конференциях**. По теме диссертации опубликовано 15 научных работ, из них 3 статьи в рецензируемых журналах из перечня ВАК, а также 3 статьи, индексируемые в SCOPUS.

Практическая значимость результатов диссертационной работы подтверждается следующими положениями.

1. Разработанный алгоритм на основе клеточного автомата является вычислительно эффективным, так как он работает в пространственной области и использует вычислительно не затратный аппарат клеточных автоматов, для которого применимы приемы SIMD-программирования и параллельных вычислений.
2. Разработанная методика сравнения метрик сфокусированности может быть использована для оценки эффективности собственных метрик другими исследователями в данной области.
3. Приведены рекомендации по выбору метрик сфокусированности. Установлено, что метрика на основе отношения коэффициентов вейвлет-преобразования имеет наибольший коэффициент корреляции с идеализированными характеристиками, а также наименьший доверительный интервал. Метрика на основе вариации уровня серого имеет наименьшую вычислительную сложность, при этом сохраняя высокий уровень точности.
4. Приведены рекомендации по выбору подхода к подавлению аддитивного белого гауссовского шума (АБГШ) при формировании изображений с расширенной глубиной резкости.

Рекомендации по практическому использованию результатов

Разработанные алгоритмы требуют для своей практической реализации относительно небольших вычислительных ресурсов, что позволяет использовать их во встраиваемых системах в качестве дополнительного звена системы технического зрения и в других задачах прикладного телевидения.

Структура работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников, содержащего 105 наименований, и 3 приложений.

Она изложена на 111 страницах машинописного текста, содержит 28 рисунков и 5 таблиц.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы, сформулированы цель и задачи исследования, изложены основные положения, выносимые на защиту, показаны научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе приведены классификация и причины возникновения эффектов размытия изображений, в том числе ограничение глубины резко изображаемого пространства. Приведен обзор существующих алгоритмов формирования изображений с расширенной глубиной резкости. Рассмотрен математический аппарат клеточных автоматов, использующийся в разработанном алгоритме. Отмечается, что клеточные автоматы представляют собой удобную математическую модель, позволяющую решить задачу формирования изображений с расширенной глубиной резкости с учетом их контента. Особенностью данного математического аппарата является возможность эффективного применения параллельного программирования и SIMD-оптимизации.

Во второй главе описан разработанный алгоритм формирования изображений с расширенной глубиной резкости на основе клеточного автомата, а также его модификация на основе пирамид изображений. Проведено сравнение метрик сфокусированности применительно к рассматриваемой задаче. Проведен эксперимент по сравнению различных метрик сфокусированности, в рамках которого предложены идеализированные характеристики таких метрик для рассматриваемой задачи. Установлено, что наиболее точной метрикой оценки сфокусированности является метрика на основе соотношения коэффициентов вейвлет-преобразования. Установлено, что наиболее эффективной с точки зрения скорости, а также весьма эффективной с точки зрения точности является метрика сфокусированности на основе расчета вариации уровня серого. Кроме того, разработана и протестирована модификация алгоритма смешивания изображений с расширенной глубиной резкости на основе пирамид гауссианов и лапласианов.

В третьей главе приведено исследование разработанного алгоритма формирования изображений с расширенной глубиной резкости и его модификации на основе пирамид изображений. Проведено исследование влияния АБГШ на работу алгоритма, а также сравнение разработанного алгоритма с известными на основе экспертных оценок и ранговой корреляции Спирмена. Приведены рекомендации по выбору подхода к подавлению АБГШ при формировании изображений с расширенной глубиной резкости. Установлено, что применение фильтрации к изображениям исходной серии показывает наилучшие результаты с точки зрения средних значений эталонных метрик качества на основе пикового отношения сигнал/шум и коэффициента структурного подобия. Проведен эксперимент по сравнению неэталонных метрик оценки качества изображений с расширенной глубиной резкости на основе ранговой корреляции

Спирмена. Установлено, что существующие автоматические неэталонные метрики оценки качества имеют средний уровень корреляции с экспертными оценками. Установлено, что разработанный модифицированный алгоритм на основе пирамид изображений имеет в среднем наибольший балл согласно экспертным оценкам.

В заключении приведены основные результаты, полученные в диссертационной работе.

Автореферат диссертации соответствует ее содержанию. По характеру поставленной цели, перечню решаемых задач и методов исследования представленная **работа соответствует заявленной специальности.**

Замечания по диссертационной работе

1. Слабо обоснован выбор рекомендуемого диапазона значений порога бинаризации в предлагаемом алгоритме на основе клеточного автомата в разделе 2.4 диссертации.
2. Не приведены характеристики оборудования, на котором проводилось тестирование всех рассматриваемых в работе алгоритмов, что оставляет открытым вопрос о возможности применения их в системах реального времени.
3. Не приведены данные по сравнению быстродействия предлагаемых алгоритмов на основе пирамид изображений и клеточных автоматов между собой, а также с известными алгоритмами.
4. Не ясно, применялись ли предлагаемые методы предварительной обработки изображений (разделы 2.2 и 3.1) исходной серии к тестовым последовательностям.

Заключение

Диссертационная работа «Формирование изображений с расширенной глубиной резкости для систем прикладного телевидения» соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Носков Андрей Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Официальный оппонент,
кандидат технических наук

Прозоров
Александр Викторович

150062, Ярославская область, г. Ярославль, проспект Авиаторов, д. 104

Телефон: 8-(920)-108-22-96

E-mail: alexprozoroff@gmail.com

«05» декабря 2017 г.

