

ОТЗЫВ

официального оппонента Приорова Андрея Леонидовича на диссертацию Иванкова Александра Юрьевича «Модели и алгоритмы обработки изображений для построения сверхразрешения в условиях аппликативных помех», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации (радиотехника, автоматика, связь)

Актуальность темы диссертации

В настоящее время все большее распространение получают средства и системы управления и автоматизации, в которых используются современные технические и программные решения в области обработки и анализа изображений. В рамках этого общего направления развиваются и совершенствуются системы видеонаблюдения, оптико-электронные системы мониторинга земной поверхности, системы микроскопии и др. Примерами таких систем являются, например, системы быстрого обнаружения пожаров, отслеживания автомобильного трафика, поддержки медицинского диагностирования, контроля выпуска готовой продукции на производстве. Основными информационными процессами в подобных системах являются процессы автоматической обработки получаемых с регистрирующих приборов данных и извлечения необходимой структурной информации с выводом результатов для анализа оператору или для дальнейшего самостоятельного принятия решений и применения управляющих воздействий.

Для эффективного анализа получаемых первичных данных зачастую требуется провести их предварительную обработку. В частности, одной из главных задач является устранение различных видов помех, присутствующих на изображениях. Другой важной задачей является обеспечение требуемого уровня детализации изображений, что подразумевает применение на этапе предварительной обработки графических материалов алгоритмов повышения пространственного разрешения. Существует множество разработанных методов и алгоритмов, предназначенных для решения обозначенных задач по отдельности, в то время как подходы к их совместному решению в современной литературе рассмотрены в недостаточной степени. При этом,

существующие методы повышения разрешения изображений, известные как алгоритмы сверхразрешения, предполагают использование больших объемов памяти и требуют значительных временных затрат на обработку крупных объемов данных, а их эффективность резко снижается в условиях получения измерений, характер которых выходит за рамки используемых моделей, примерами чего могут являться элементы изображений, искаженные импульсным шумом, или области изображений, содержащие «затеняющие» образы посторонних объектов.

Указанные обстоятельства определяют актуальность темы диссертации, связанной с проблемой создания моделей и алгоритмов повышения разрешения изображений в условиях аддитивных, импульсных и аппликативных помех с одновременной компенсацией областей на изображениях.

Основные научные результаты диссертации, их новизна и степень обоснованности

1. Предложены модели и алгоритмы построения сверхразрешения изображений, позволяющие осуществлять обработку изображений блоками небольшого размера. В основе разработанных алгоритмов лежит метод оптимальной линейной фильтрации последовательности изображений. Блочная обработка позволяет избежать случаев возникновения расходимости алгоритмов рекуррентной фильтрации и добиться снижения вычислительной сложности задачи. На основе доказанного автором утверждения об эквивалентности линейной оценки фрагмента случайного поля, полученного на основе обработки полного вектора наблюдений, оценке, полученной в результате обработки части вектора наблюдений, соответствующей оцениваемому фрагменту, расширенному элементами, коррелированными с оцениваемыми, предложены и исследованы три варианта реализации алгоритмов линейной фильтрации в блочной форме. Два из них предполагают параллельную реализацию обработки блоков изображений. Все три варианта показали существенно более высокое быстродействие обработки в сравнении с известными алгоритмами построения сверхразрешения.

2. Предложены и исследованы алгоритмы сверхразрешения

изображений, позволяющие осуществлять обработку при наличии на наблюдаемых снимках искажений аппликативного характера и/или при отсутствии фрагментов изображений. При этом предполагалось, что отсутствующие элементы могут быть однозначно определены приемной стороной, в то время как наличие аппликативных искажений, в результате воздействия которых на изображениях возникает импульсный шум и/или локальные области («пятна») другой природы, может быть идентифицировано лишь с некоторой вероятностью. В предложенных алгоритмах обработки использовался аппарат оптимальной линейной и условно-линейной фильтрации в блочной форме. Использование оптимального линейного фильтра опирается на априорные усредненные вероятностные характеристики локализации и пространственной корреляции элементов аппликативных искажений (или пропусков) на изображениях, а в алгоритмах условно-линейной фильтрации используются так же апостериорные оценки указанных характеристик, получаемые независимо для каждого наблюдаемого изображения.

3. Для получения апостериорных оценок пространственной корреляции элементов аппликативных искажений использовались алгоритмы бинарной сегментации обрабатываемых изображений с целью выделения искаженных элементов. Обоснован метод интеграции результатов сегментации каждого изображения в алгоритм условно-линейной фильтрации при построении сверхразрешения. Предложено три варианта алгоритмов сегментации: в первом используется заданное пороговое значение дисперсии неискаженных элементов, во втором – реализуется поиск минимального разреза графа, построенного на основе значений элементов обрабатываемого изображения, в третьем – используется метод классификации k-средних. Рассмотрены и проанализированы алгоритмы фильтрации с интеграцией всех трех вариантов сегментации.

4. Получены нелинейные алгоритмы фильтрации для повышения разрешения изображений, позволяющие реализовать оценивание при наличии неизвестных (или оцениваемых с недостаточной точностью) параметров наблюдений, таких как величины смещений между кадрами, или функции рассеяния точки приемной аппаратуры. Данные алгоритмы показали более высокую эффективность по сравнению с линейными фильтрами в испытаниях с реальными и синтезированными изображениями.

В целом основные выводы и результаты диссертационной работы представляются научно обоснованными, так как они базируются на корректном применении математического аппарата, использовании средств математического и компьютерного моделирования. В работе широко используются методы цифровой обработки изображений, математического анализа, теории вероятностей и математической статистики, теории графов и теории алгоритмов, методы и технологии статистического имитационного моделирования.

Достоверность результатов

Достоверность выносимых на защиту положений и результатов подтверждается их понятной физической трактовкой, корректным применением математического аппарата, использованием средств математического и компьютерного моделирования, взаимно дополняющих друг друга теоретических и экспериментальных методов исследования. Корректность выводов и правильность полученных в диссертации результатов подтверждается широкой апробацией исследований в научной печати и на международных конференциях.

Значимость диссертации для науки и практики

Разработанная модель блочной обработки может быть использована для параллельной реализации алгоритмов построения сверхразрешения в условиях ограниченности вычислительных мощностей при обработке крупноформатных изображений и/или видео.

Разработанные алгоритмы фильтрации в условиях аппликативных помех применимы для решения широкого спектра задач обработки изображений, а предложенная схема условно-линейной фильтрации с включением алгоритмов сегментации допускает использование разнообразных методов сегментации, что делает её универсальным инструментом повышения разрешения изображений в задачах медицинской диагностики, аэрокосмического мониторинга и анализа изображений в системах видеонаблюдения.

Разработанный алгоритм адаптивной фильтрации применим при решении задач повышения качества изображений в ситуациях, связанных со

сложностью получения однозначных оценок параметров, сопровождающих процесс получения изображений.

Оценивая содержимое диссертации в целом, следует отметить, что она представляет собой законченную работу, в которой достаточно подробно и логично изложены постановки решаемых задач, особенности применяемых методов исследований и полученные результаты. Стиль изложения и оформление работы соответствуют общепринятым нормам.

Автореферат диссертации правильно отражает ее основное содержание.

Результаты работы в достаточной степени опубликованы, имеется 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, кроме того, результаты работы нашли практическое применение в учебном процессе, а также при выполнении НИР в Воронежском госуниверситете.

Замечания по диссертационной работе

1. В работе предложен метод включения результатов сегментации, представленных в вероятностной форме, реализуемой для каждого анализируемого изображения низкого разрешения анализируемой последовательности, но его нет в явном виде в числе положений, выносимых на защиту.

2. Реализованные подходы к распараллеливанию процесса фильтрации блоков изображений предполагают накопление совокупности обрабатываемых снимков, в то же время на практике, в системах, работающих в масштабе реального времени, изображения поступают последовательно, а схемы обработки для подобных ситуаций предложено не было.

3. Реализованные подходы применимы для изображений, описываемых с помощью гауссовских случайных полей. На практике часто встречаются изображения, для которых данная модель неприменима в силу ограниченного динамического диапазона и неспособности отражать мелкие детали изображений. Другие модели случайных полей не были проанализированы.

4. В разработанных алгоритмах используется информация о пространственной корреляции локальных закрытий аппликативных помех, в

то же время, систематическое рассмотрение вопроса о включении в обработку текстурных особенностей аппликативных закрытий отсутствует.

5. Алгоритм условно-линейной фильтрации с использованием метода сегментации k-средних предполагает использование предложенного критерия качества сегментации, однако не рассмотрен вопрос применимости данного критерия для других рассмотренных вариантов сегментации.

6. В списке публикаций автора отсутствуют публикации, выполненные без соавторов.

7. Апробация результатов работы проводилась почти исключительно (кроме конференции в г. Елец) на конференциях, проводимых в родном городе.

Указанные замечания существенным образом не снижают научной и практической ценности работы и общего положительного впечатления о ней.


Заключение

Диссертационная работа Иванкова А. Ю. является законченной научно-квалификационной работой и удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Иванов Александр Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации (радиотехника, автоматика, связь).

Официальный оппонент:

Доцент кафедры динамики электронных систем ФГБОУ ЯрГУ,
доктор технических наук, доцент

22.08.2016

 Приоров Андрей Леонидович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова»

Адрес: 150003, г. Ярославль, ул. Советская, д. 14, ФГБОУ ВО ЯрГУ

Телефон: 8(4852)79-77-75

e-mail: andca@yandex.ru

Подпись д.т.н., доц. А.Л. Приорова заверяю:

Начальник управления по работе

с персоналом ЯрГУ

23.08.2016





Р.И. Волкова

