

ОТЗЫВ

официального оппонента 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.

Актуальность работы. В условиях динамично растущих потребностей развития систем видеомониторинга и компьютерного зрения весьма актуальным является вопрос создания аппаратных и программных средств, обеспечивающих анализ и интерпретацию изображений. Однако для успешного функционирования современных программно-технических систем анализа изображений требуется соблюдать ряд требований к качеству поступающих на обработку данных, главными из которых являются требования к детализации графической информации и обеспечению ее воспроизводимости в условиях возможных непреднамеренных и преднамеренных искажений, а также воздействия шумов, осложняющих дальнейшую обработку. В этом плане в настоящее время приобретают все большую популярность использование методов и алгоритмов сверхразрешения, позволяющих повысить пространственное разрешение исходных изображений за счет накопления данных. Следует также учесть, что за последние годы разработано немало методов устранения аддитивных и аппликативных помех на искаженных изображениях, однако, в силу высокой вычислительной сложности, данные методы не используются совместно с алгоритмами повышения разрешения. Если подходам к устранению аддитивных искажений в процессе повышения разрешения уделялось достаточно внимания, то вопрос восстановления изображений в условиях аппликативных помех,

действие которых приводит к возникновению множества закрывающих изображение образований естественного или искусственного происхождения, рассматривался в недостаточной степени.

В силу изложенного, тема диссертационной работы А. Ю. Иванкова, направленной на исследование и разработку моделей и алгоритмов сверхразрешения и компенсации аппликативных помех на изображениях, является актуальной.

Научная новизна результатов диссертации, выносимых на защиту, заключаются в следующем.

1. Детально рассмотрен вопрос реализации блочной обработки изображений в процессе построения сверхразрешения, заключающийся в разбиении поступающих изображений на блоки меньшего размера и применении к ним процедуры оптимальной линейной фильтрации. Выполнено теоретическое обоснование эквивалентности оценок случайных векторов, соответствующих участку случайного поля, полученных как в результате фильтрации полноразмерных векторов реализаций случайных полей (обрабатываемых изображений), так и в результате оценивания расширенных блоков – фрагментов поля, содержащих интересующий участок изображения и коррелированные с ним фрагменты. Полученные результаты обеспечивают расширение области применения методов оптимальной линейной и нелинейной фильтрации для анализа изображений большой размерности.

2. Предложены новые математические модели и алгоритмы, позволяющие осуществлять оптимальную линейную фильтрацию совокупности блоков изображений. Рассмотрены три варианта алгоритмов фильтрации с использованием перекрывающихся и неперекрывающихся блоков, причем варианты с обработкой последних показали существенно лучшее быстродействие. Предложены параллельные реализации двух вариантов, отмечено сокращение времени вычислений при их использовании.

3. Выполнен синтез и исследованы модели и алгоритмы линейной и условно-линейной фильтрации, в результате применения которых достигается эффект сверхразрешения изображений в условиях наличия однозначно идентифицируемых пикселей с потерянной информацией (пропусков элементов изображений), а также при наличии закрывающих образований иной (относительно информативной части изображения) текстуры и яркости, имеющих стохастический характер.

4. Предложен и обоснован новый метод использования в процессе построения сверхразрешения данных о локализации областей закрытий (затенений), полученных на основе сегментации элементов изображений с целью выделения аппликативной помехи. Рассмотрено применение данного метода в алгоритме оптимальной условно-линейной фильтрации с применением различных вариантов сегментации. Один из этих вариантов реализует разбиение элементов изображения на полезные и посторонние (принадлежащие области помехи) на основе оценки дисперсии яркости обоих классов фрагментов изображений, другой – использует алгоритм разрезания графа, третий вариант осуществляет классификацию с использованием алгоритма k -средних. Последний вариант основан на вычислении оценки верхней границы ошибки классификации в соответствии с полученным в работе критерием. Следует отметить, что по результатам представленных экспериментальных исследований, последний вариант показал наилучшее качество восстановления на реальных изображениях.

5. Предложены и исследованы модели и алгоритмы построения сверхразрешения изображений, содержащие в своей основе методы нелинейной фильтрации, которые обеспечивают возможность адаптации процесса обработки к значениям параметров, однозначные оценки которых не могут быть получены в силу нестабильности процесса съемки или наблюдения. Проведено исследование данных алгоритмов с использованием адаптации

к параметрам оптического потока и параметрам размытия функции фотоприемников используемого средства регистрации, показано их превосходство над стандартными (не адаптивными) алгоритмами обработки информации.

В целом полученные новые научные результаты следует признать в достаточной степени обоснованными. При получении практически каждого теоретического или экспериментального результата проводился сравнительный анализ различных вариантов построения алгоритмов обработки информации, и его детальная качественная и количественная интерпретация. Полученные при этом закономерности в целом соответствуют ожидаемым, вытекающим из общих законов науки и физического смысла задачи.

В работе автор адекватно использовал разнообразные аналитические и вычислительные методы современной теории информационных процессов и систем: аппарат теории принятия статистических решений, методы теории вероятностей и математической статистики, методы теории обратных задач, методы теории графов, методы и технологии статистического имитационного моделирования. Все это также позволяет утверждать, что результаты диссертационной работы выглядят вполне обоснованными.

Достоверность выносимых результатов диссертации подтверждается их понятной физической трактовкой, результатами применения взаимно дополняющих теоретических и экспериментальных методов исследования, их согласованностью, совпадением в ряде случаев с известными результатами. Так, для проверки адекватности и эффективности предложенных алгоритмов, были применены как теоретические методы – для получения итоговых соотношений, так и экспериментальные – вычислительные эксперименты с использованием как реализаций случайных полей, так и реальных изображений. При этом проводилось сравнение теоретической ошибки восстановления изображений с высоким

разрешением с результатами, полученными в ходе имитационного моделирования.

Теоретическая значимость диссертации заключается в том, что полученные методические и экспериментальные результаты направлены на разработку и совершенствование методов и алгоритмов восстановления изображений в условиях помех, методов анализа изображений в интересах создания эффективных подходов и программного обеспечения автоматического анализа графических данных. Предложенные в диссертации подходы к повышению разрешения изображений, в процессе которых используется дополнительная информация относительно мешающих и искажающих воздействий, могут быть использованы при проектировании информационных систем различного назначения в соответствии с требованиями, предъявляемыми к показателям качества обработки информации, с учетом вытекающих ограничений.

Практическая значимость диссертации определяется возможностью использования предложенных моделей, алгоритмов и программных решений для разработки перспективных программных и технических средств, предназначенных для комплексной цифровой обработки изображений. Полученные результаты будут полезны при разработке систем анализа спутниковых изображений земной поверхности, систем поддержки цифрового микроскопического оборудования, систем видеонаблюдения.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на всероссийских и международных научно-технических конференциях. Результаты работы опубликованы в достаточной степени: общее количество публикаций 11, в том числе 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

В целом, следует отметить, что диссертация представляет собой законченную работу, в которой достаточно подробно и логично

изложены постановки решаемых задач, особенности применяемых методов исследований и полученные результаты. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Вместе с тем, диссертационная работа А. Ю. Иванкова имеет следующие недостатки.

1. При получении теоретических соотношений в алгоритмах оптимальной линейной и условно-линейной фильтрации для случая пропусков элементов изображений, а также при наличии закрывающих образований, автор рассматривает сравнительно простой случай, который соответствует некоррелированному характеру возникновения пропусков и элементов аппликативной помехи. Однако на практике часто именно наличие аномальных воздействий (в результате которых возникают аппликативные искажения) приводит к отказу элементов регистрирующей аппаратуры и возникновению пропусков информации.

2. Не ясно, насколько эффективными будут алгоритмы условно-линейной фильтрации с включением рассмотренных вариантов сегментации при отсутствии на обрабатываемых изображениях аппликативных образований. Если вариант с использованием алгоритма k -средних предполагает учет оценки ошибки классификации, что позволяет скорректировать вычисления в случае попадания полезных элементов в класс искаженных, то два других варианта сегментации могут способствовать выпадению из рассмотрения элементов изображения, отличных по тем или иным признакам от большинства, но при этом не искаженных аппликативной помехой.

3. При синтезе и исследовании адаптивных алгоритмов сверхразрешения автор рассматривает случай размытия изображений, вносимого функцией рассеяния фотоприемника, однако, в контексте обработки видеопоследовательности, интерес вызывает размытие в результате движения (смазывание изображений или их фрагментов) и реализация адаптации алгоритма к параметрам данного типа искажений.

4. В диссертации имеется умеренное количество опечаток и стилистических неточностей.

Указанные недостатки, тем не менее, не снижают общего положительного впечатления о работе.

Вывод. В целом диссертационная работа А. Ю. Иванкова является законченным научным исследованием, в котором решена важная для развития систем обработки информации научная задача и которое удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям. Содержание диссертации соответствует специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент,
заместитель начальника организационно-научного и редакционного отдела ФКОУ ВО «Воронежский институт Федеральной службы исполнения наказаний», кандидат физико-математических наук, доцент

Куцов Руслан Владимирович

«31» августа 2016 г.

Подпись Р. В. Куцова заверяю

Начальник отдела кадров ФКОУ ВО «Воронежский институт ФСИН России» А. А. Шкуменов



Почтовый адрес: 394072, г. Воронеж, ул. Иркутская, д. 1а,
организационно-научный и редакционный отдел.

Телефон: +7 (473) 260-68-09,
e-mail: vifsin-nauka@yandex.ru