

ОТЗЫВ

официального оппонента **Калайды Владимира Тимофеевича** на диссертационную работу Титкова Владимира Викторовича «**Повышение быстродействия и помехоустойчивости алгоритма оценки деформации методом корреляции цифровых изображений**», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации).

1. Актуальность темы. В настоящее время для оценки деформации широкое распространение получил способ корреляции цифровых изображений, позволяющий исследовать процессы деформации и разрушения структурно-неоднородных материалов. Применение этого метода обеспечивает высокую разрешающую способность и чувствительность, снять ряд ограничений по классу анализируемых объектов и материалов, снизить затраты на изготовление и эксплуатацию технических средств измерения, количественно с высоким разрешением характеризовать процессы, развивающиеся на поверхности нагруженных материалов.

Вместе с тем, развитие цифровых методов высокоскоростной регистрации видеоданных вызывает необходимость повышения быстродействия расчётных алгоритмов в методе корреляции цифровых изображений. Помимо этого, наличие шумов, низкое качество подготовки поверхности, существенное изменение рельефа и т. п. вызывает необходимость обработки большого объёма разнообразных экспериментальных данных, требует разработки способов подбора параметров для алгоритмов построения векторных полей и оценки деформации под конкретные условия получения фото- и видеоинформации (данных). Это, в свою очередь, обуславливает необходимость развития способа автоматического выбора расчётных параметров.

Таким образом, повышение быстродействия и помехоустойчивости алгоритмов оценки деформации на поверхности материалов методом корреляции цифровых изображений, а также реализация способа автоматического выбора параметров алгоритма определения перемещений являются актуальными задачами исследований.

Реализация целевой установки – разработка эффективных методов анализа оптических изображений поверхности материалов, позволяющих уменьшить вычислительные затраты и повысить помехоустойчивость определения деформации невозможно без комплексного анализа существующих методов, выявления резервов повышения их эффективности, а также разработки новых моделей и методов решения

задач, без активного использования аппарата математического моделирования и методов организации информационных систем.

Для достижения поставленной цели в диссертант решал следующие задачи:

- разработал помехоустойчивый алгоритм определения оптического потока для случаев больших перемещений и значительных изменений рельефа на поверхности материала;

- реализовал алгоритм оценки параметров построения векторов перемещений при использовании инкрементального способа определения оптического потока и иерархического способа поиска смещений;

- разработал алгоритмы выбора размера площадки корреляции и величины шага сетки векторного поля без использования дополнительной информации о качестве исходных изображений;

- реализовал адаптивные алгоритмы постобработки полей векторов перемещений с помощью фильтрации и сглаживания.

2. Новизна результатов, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации. Соискателем в диссертационной работе разработан и исследован комплекс алгоритмов и программных средств анализа оптических изображений поверхности материалов, позволяющих уменьшить вычислительные затраты и повысить помехоустойчивость определения деформации.

Научной новизной обладают следующие основные результаты и выводы диссертации:

- алгоритм определения перемещений, основанный на слежении за изменяющимся во времени участком поверхности, позволяющий увеличить как помехоустойчивость построения векторов, так и точность оценки деформации материалов;

- способ определения оптического потока, отличающийся от известных одновременным использованием трёхмерного рекурсивного и иерархического поисков смещений и алгоритм выбора параметров трёхмерного рекурсивного поиска, позволяющиекратно повысить помехоустойчивость и снизить вычислительные затраты;

- алгоритм автоматического выбора размера площадки корреляции, основанный на вычислении автокорреляционной функции, обеспечивающий существенное снижение ошибок определения перемещений и оценки деформации;

- алгоритм автоматического адаптивного выбора величины шага сетки векторного поля при изменении характера распределения перемещений на векторном

поле, обеспечивающего снижение ошибки оценки деформации и вычислительных затрат.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, изложенных в диссертации, достаточно высокая и обеспечивается корректностью постановки задачи, тщательным анализом предложенных методов и алгоритмов, а также подтверждается использованием в расчётных схемах и экспериментальных исследованиях.

Обоснованность предложенных автором методов и алгоритмов подтверждается использованием их при выполнении работ по договору «Разработка оптического метода встроенного контроля высоконагруженных агрегатов планера» (№ БТ-ОНМК-01-08 от 23 июня 2008 г.) между ОАО «ОКБ Сухого» и ИФПМ СО РАН. Результаты диссертации используются в учебном процессе на кафедре материаловедения в машиностроении Института физики высоких технологий Томского политехнического университета при подготовке образовательных дисциплин «Мониторинг состояния и контроль надёжности материалов и изделий» и «Диагностика материалов» для магистров по направлению 22.04.01 – Материаловедение и технологии материалов в учебном процессе на кафедре ЭАФУ ФТИ ТПУ.

4. Полнота опубликования результатов диссертации, соответствие автореферата содержанию диссертации.

По материалам диссертации опубликовано 28 работ, в том числе в 7 статьях в журналах, входящих в Перечень рецензируемых изданий, рекомендуемых ВАК; 4 свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ, 17 публикациях в сборниках трудов и тезисов Всероссийских и международных конференций.

Все изложенные в работе результаты исследований получены при непосредственном участии автора. Текст автореферата в основном соответствует содержанию диссертации.

5. Теоретическое и практическое значение диссертации.

Диссертационная работа В. В. Титкова тесно связана с разработкой методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации. На основании анализа оптического метода оценки деформации и корреляции цифровых изображений, позволяющих исследовать процессы деформации и разрушения структурно-неоднородных материалов и диагностировать состояние нагруженных деталей, методов обработки цифровых изображений, моделирования изображений на ЭВМ, физического моделирования, вычислительной математики, теории вероятностей, математической статистики, теории

оптимизации диссертантом предлагается технология анализа оптических изображений поверхности материалов, позволяющая минимизировать вычислительные затраты и автоматизировать процесс оценки расчётных параметров алгоритмов.

Исследования автора по данному направлению соответствуют паспорту специальности 05.13.01 в пунктах «Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации» и «Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации».

Практическое значение диссертации состоит в том, что результаты её исследований нашли применение путём использования их при выполнении:

– проекта РФФИ: № 12-08-31042 мол_а «Разработка научных основ комбинированного акустико-оптического метода диагностики состояния нагруженных материалов» (2012–2013);

– проекта РФФИ 13-07-00009 А «Развитие быстродействующих и помехоустойчивых алгоритмов обработки и анализа оптических и акустических сигналов для комбинированного метода контроля состояния нагруженных материалов» (2013–2015);

– проекта РФФИ № 13-08-90402 Укр_ф_а «Научно-технологические основы создания наноструктурных покрытий с повышенной прочностью и трещиностойкостью» (2013 –2014);

– проекта РФФИ № 15-08-05818 А «Многоуровневое описание малоцикловой усталости поликристаллических и наноструктурных сред с учётом ротационных мод деформации»;

– гранта № СП-1529.2015.5 «Повышение помехоустойчивости построения векторов смещений и точности оценки деформации для проведения контроля механического состояния деталей авиационной и космической техники» (2015–2017) (Стипендия Президента Российской Федерации молодым учёным и аспирантам, осуществляющим перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики);

– проекта фундаментальных исследований государственных академий наук № Ш.23.1.3. «Научные основы диагностики предразрушения и оценки ресурса работы многоуровневых структурно-неоднородных сред» (2013–2016 гг.).

Перечисленные факты применения результатов диссертации В. В. Титкова позволяют сделать вывод об использовании результатов научными организациями, коммерческими и государственными предприятиями.

6. Замечания и недостатки диссертации.

Вместе с тем диссертационная работа обладает и рядом недостатков. По написанию текста работы и её оформлению следует выделить следующие.

1. При анализе и обработки изображений автор ориентируется классические подходы, основанные на принципах и теории линейных систем и на преобразовании Фурье. Возможность использования математической морфологии, которая позволяет дать строгое количественное описание, многих особенностей геометрической структуры сигналов и воплощает теоретико-множественную методологию анализа изображений автором просто не рассматривается.

2. Разработанный автором «базовый» алгоритм определения перемещений основан на установлении соответствия между участками двух изображений путём вычисления взаимно-корреляционной функции. Между тем взаимная корреляция характеризует лишь линейные связи. Достаточность такого подхода в работе не обосновывается.

3. В тексте пунктов научной новизны и защищаемых положений соискатель использует неопределённые (некорректные) термины (большие перемещения, существенное снижение ошибок, значительных изменений рельефа и т.п.).

Отмеченные недостатки не снижают значимость работы, содержащей научно обоснованные технические решения и разработки, её результаты обладают научной новизной, практической значимостью.

7. Заключение

Диссертация В.В. Титкова представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, содержат научно обоснованные технические решения и разработки, внедрение которых вносит существенный вклад в разработку новых и совершенствование существующих методов и средств анализа обработки информации и управления сложными системами, повышение эффективности надёжности и качества технических систем. По основным критериям – актуальности, новизне научных результатов, степени обоснованности и достоверности выводов, практической значимости работа соответствует требованиям п. 9 Положения ВАК России о порядке присуждения учёных степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а её автор, Титков Владимир Викторович, заслуживает присуждения

учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации).

Официальный оппонент,
профессор кафедры оптико-электронных систем и
дистанционного зондирования,
доктор технических наук, специальность 05.13.18
«Математическое моделирование, численные методы
и комплексы программ», профессор,
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национально исследовательский Томский
государственный университет»,
Российская федерация, 634050, Россия, Томск, пр.
Ленина, 36
тел. +7(3822) 492242, E-mail: kvt@iao.ru
Калайда Владимир Тимофеевич

Подпись профессора В.Т. Калайды заверяю
Учёный секретарь ТГУ



Н.Ю. Бурова