

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ СИСТЕМ ИНФОРМАТИКИ ИМ. А. П. ЕРШОВА
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИСИ СО РАН)

630090. Новосибирск, пр. Акад. Лаврентьева, 6
тел. (383) 330-86-52. факс (383) 332-34-94. e-mail: iis@iis.nsk.su. http://www.iis.nsk.su/
ОКПО 03945008. ОГРН 1025403664340. ИНН/КПП 5408100201/540801001

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Института
систем информатики им. А. П. Ершова
Сибирского отделения Российской академии
наук, доктор физико-математических наук,
профессор



Марчук Александр Гурьевич

« 4 » декабря 2015 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института систем информатики им. А.П. Ершова Сибирского отделения Российской академии наук на диссертацию Титкова Владимира Викторовича «Повышение быстродействия и помехоустойчивости алгоритмов оценки деформации методом корреляции цифровых изображений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации)

Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа Титкова В. В. «Повышение быстродействия и помехоустойчивости алгоритмов оценки деформации методом корреляции цифровых изображений» посвящена развитию одной из разновидностей оптического метода оценки деформации нагруженных материалов. Данный метод позволяет бесконтактным образом количественно исследовать процессы деформации и разрушения с пространственным разрешением до нескольких микрон. Пионерские исследования в этом направлении были выполнены зарубежными учеными М. А. Sutton, S. R. McNeill, W. H. Peters, в работах которых большое внимание уделялось анализу процессов распространения усталостных трещин, а основным анализируемым параметром являлось раскрытие трещины, оценивавшееся по параметру «смещение раскрытия трещины» (COD – Crack Opening Displacement).

Одной из наиболее значимых проблем при оценке деформации методом корреляции цифровых изображений, является присутствие искажений и разрывов в поле перемещений, что обуславливает возникновение ошибок при определении деформации. Кроме того, при создании технических средств, предназначенных для исследований процессов деформации и разрушения методом корреляции цифровых изображений, необходимо решить вопросы, связанные с повышением помехоустойчивости и быстродействия оценки деформаций при значительных величинах ее приращения.

Таким образом, актуальной научно-технической проблемой является разработка быстродействующих, помехоустойчивых алгоритмов, позволяющих с высокой точностью проводить оценку деформации на поверхности материалов.

Характеристика содержания диссертационной работы

Диссертация В.В. Титкова состоит из введения, основной части, включающей в себя пять глав, заключения, списка используемой литературы из 188 источников, 5 приложений. Общий объем диссертации составляет 160 страниц, включая 45 рисунков и 5 таблиц.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цели и задачи диссертационного исследования, обоснована научная новизна, практическая значимость, изложено краткое содержание диссертации.

В первой главе диссертации проведен аналитический обзор литературы, посвященной разработке и тестированию алгоритмов определения оптического потока в рамках задачи оценки деформации материалов; рассмотрены вопросы определения значений параметров функционирования, используемых в алгоритмах построения векторов перемещений и способы коррекции векторных полей.

Вторая глава посвящена описанию используемого «базового» алгоритма оценки перемещений. Приведены: способ моделирования оптического образа поверхности; методика моделирования оптических изображений, отражающих различные схемы нагружения. Рассмотрены аспекты моделирования помех, характерных для изображений, полученных с помощью различных типов видеодатчиков.

В третьей главе предложен и исследован алгоритм построения векторных полей, основанный на инкрементальном подходе к определению смещений участков на изображении, устойчивый к их большим перемещениям, а также изменениям рельефа на поверхности. Количественно показана эффективность предложенного инкрементального алгоритма. В третьей главе решается проблема повышения быстродействия построения векторных полей путем использования новых алгоритмов, а также развития существующих. В результате, был предложен, протестирован и исследован алгоритм трёхмерного рекурсивного поиска на основе иерархического подхода с автоматическим выбором его параметров.

В четвертой главе предложен алгоритм выбора размера площадки корреляции при построении полей векторов перемещений методом корреляции цифровых изображений. Применение данного алгоритма позволяет решить проблему автоматического выбора размера площадки корреляции, содержащей достаточно уникальные и идентифицируемые объекты на изображении для обеспечения надежного и точного определения смещений. Также в четвертой главе рассмотрен вопрос выбора шага сетки при построении векторных полей. Предложен алгоритм адаптивного автоматического выбора шага сетки в локальных областях, в основе

которого лежит учет суммарной погрешности вычисления производных

Пятая глава посвящена вопросу развития методов пост-корректировки полей векторов перемещений с целью устранения негативного влияния некорректно построенных векторов перемещений на получаемую оценку деформации. Проведены сопоставительные исследования методов фильтрации полей перемещений на примере обработки модельных и экспериментальных векторных полей. Исследована возможность применения в качестве сглаживающего фильтра для векторных полей поверхности Безье. Определены преимущества применения поверхности Безье по сравнению с использованием фильтра скользящего среднего.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертационной работы.

В приложениях содержатся копии свидетельств о регистрации программ для ЭВМ, разработанных в процессе решения поставленных в диссертационной работе задач, и акт о внедрении результатов кандидатской диссертации.

Научная новизна полученных результатов

Научная новизна работы состоит в предложенных алгоритмах для метода корреляции цифровых изображений, позволяющих увеличить как помехоустойчивость построения векторов, так и точность оценки деформации материалов: алгоритм определения перемещений в случаях больших перемещений и значительных изменений рельефа поверхности; алгоритм вычисления оптического потока; отличающийся от известных одновременным использованием трехмерного рекурсивного и иерархического поисков смещений, а также инкрементальным способом определения оптического потока; алгоритм автоматического выбора размера площадки корреляции; алгоритм автоматического адаптивного выбора величины шага сетки векторного поля.

Обоснованность и достоверность полученных результатов

Достоверность и обоснованность полученных в работе экспериментальных результатов, выводов и рекомендаций обеспечена стабильной воспроизводимостью результатов, систематическим характером экспериментальных исследований, а также подтверждается согласованностью результатов исследований с литературными данными и результатами других авторов.

Результаты работы апробированы на международных и всероссийских конференциях. Основные результаты работы отражены в 28 публикациях: 7 статьях в журналах, входящих в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук, 4 свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ, 17 публикациях в сборниках трудов и тезисов Всероссийских и международных конференций.

Практическая значимость результатов работы

Практическая значимость работы заключается в реализованном алгоритмическом и программном обеспечении для построения полей векторов перемещений и расчета компонентов деформации, обеспечивающем кратное снижение вычислительных затрат, повышение помехоустойчивости и возможность автоматического выбора расчетных параметров функционирования алгоритмов. Результаты проведенных исследований могут быть использованы при разработке

систем технического зрения для оценки перемещений и деформаций материалов и при разработке систем встроенного контроля состояния элементов конструкций.

Диссертационная работа Титкова В.В. выполнялась в рамках проектов по грантам РФФИ: 12-08-31042 мол_а «Разработка научных основ комбинированного акустико-оптического метода диагностики состояния нагруженных материалов» (2012–2013); 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); 13-08-90402 Укр_ф_а «Научно-технологические основы создания наноструктурных покрытий с повышенной прочностью и трещиностойкостью» (2013–2014); 15-08-05818 А «Многоуровневое описание малоциклового усталости поликристаллических и наноструктурных сред с учетом ротационных мод деформации».

Замечания по диссертационной работе

В диссертационной работе и в автореферате отсутствуют существенные недостатки, однако можно сделать следующие замечания, которые не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

1. В диссертационной работе утверждается, что алгоритм определения перемещений работает устойчиво. Однако не ясно, что имеется в виду. Это точно доказанное утверждение или высказывание оценочного характера, т.е. качественная характеристика алгоритма?

2. Автор пишет, что выбор шага сетки производится оптимально. На чем это утверждение основано? Было бы целесообразно в диссертации изложить этот вопрос более подробно.

3. Имеется аналогия между задачей определения смещений с учетом наличия рельефа на поверхности материала и задачей обнаружения подвижной системой наблюдения малоразмерных динамических объектов на фоне горного рельефа. На наш взгляд, диссертант мог бы использовать достижения в данной смежной области исследований для своих целей.

4. Хотелось бы иметь сравнение разработанных автором алгоритмов с существующими в коммерческих продуктах, причем на более представительных наборах изображений.

5. Желательно было бы осуществить интегрированную реализацию разработанных автором алгоритмов в виде интеллектуальной системы оценки перемещений и деформаций материалов методом корреляции цифровых изображений.

6. На странице 36 диссертации слишком кратко описан метод моделирования гауссова шума. Ссылка на литературу имеется, но тем не менее, нет уверенности в том, что используемая там последовательность случайных чисел с равномерным распределением действительно является таковой.

Заключение

Несмотря на имеющиеся замечания, диссертация Титкова Владимира Викторовича «Повышение быстродействия и помехоустойчивости алгоритмов оценки

деформации методом корреляции цифровых изображений» содержит решение важных задач оценки деформации методом корреляции цифровых изображений. Полученные результаты являются новыми и имеют важное значение для развития оптического метода оценки деформации.

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы.

С учетом всего вышесказанного, диссертация В.В. Титкова «Повышение быстродействия и помехоустойчивости алгоритмов оценки деформации методом корреляции цифровых изображений» является законченной научно-квалификационной работой, удовлетворяющей требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а автор заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации).

Отзыв на диссертацию обсужден на заседании семинара лаборатории конструирования и оптимизации программ Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института систем информатики им. А.П. Ершова Сибирского отделения Российской академии наук 1 декабря 2015 года, протокол № 854. Отзыв составил заведующий лабораторией конструирования и оптимизации программ доктор физико-математических наук, профессор В. Н. Касьянов.

Заведующий лабораторией конструирования и оптимизации программ
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института
систем информатики им. А.П. Ершова Сибирского отделения Российской
академии наук,

630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6,

тел. +7 (383) 332-86-52,

e-mail: iis@iis.nsk.su, сайт: <http://www.iis.nsk.su>,

доктор физико-математических наук,
профессор


Касьянов Виктор Николаевич

Личную подпись за _____
Нач. отдела кадров



Воронко Г. Ф.
01.12.2015г.