

ОТЗЫВ

официального оппонента Спектора Александра Аншелевича на диссертацию Серёдкина Александра Валерьевича «Разработка методов реконструкции и анализа трёхмерной структуры движущихся объектов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

1. Актуальность темы исследования и соответствие требованиям Положения ВАК РФ по специальности

В настоящее время автоматизированные системы, использующие элементы компьютерного зрения, находят широкое применение в различных сферах человеческой деятельности, однако задачи из различных областей решаются с использованием широкого класса оборудования и методов. Существует множество алгоритмов для восстановления координат, однако эти данные являются промежуточными и требуют дальнейшей обработки. В диссертационной работе А.В. Серёдкина рассмотрены три задачи из различных сфер науки, для решения которых используются комбинации существующих и новых алгоритмов компьютерного зрения. Разнородность задач, решаемых методами компьютерного зрения, не позволяет создать универсальные методы. Разработка и применение новых подходов в данной области востребовано, что обуславливает актуальность и практическую значимость темы диссертационной работы А.В. Серёдкина, не вызывающие сомнений.

Тема диссертационного исследования соответствует следующим пунктам паспорта специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»:

пункт 1. «Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений»;

пункт 3. «Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий»;

пункт 4. «Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента»;

пункт 5. «Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента».

2. Структура диссертации

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения и списка литературы из 102 источников. Общий объем работы составляет 116 страниц машинописного текста, иллюстрированного 47 рисунками и 2 таблицами.

Во введении показана актуальность темы, сформулированы цель и задачи диссертационного исследования и представлены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе приведен обзор оптических измерительных систем и методов обработки изображений, показаны их достоинства и недостатки.

Во второй главе описаны новые алгоритмы, предложенные автором, и существующие методы, которые были адаптированы для конкретных задач. Предложены новые алгоритмы обработки изображений с камеры светового поля, которые позволяют определять глубину объектов на изображении и получать изображение, сфокусированное на найденную карту глубины, а не на заданную плоскость. Алгоритмы основаны на восстановлении исходного распределения интенсивности по изображению светового поля.

Предложен новый алгоритм для управления системой сбора объектов с конвейерной ленты. Цель алгоритма - максимизировать стоимость собранных предметов. Алгоритм основан на моделировании дерева возможных состояний системы. Отличительными особенностями алгоритма является возможность работы с объектами различной стоимости, наличие различных точек сбора и возможность выбрать следующее действие в любой момент времени на основании уже построенных симуляций.

Предложена система машинного зрения на основе двух стереопар для восстановления трёхмерной геометрии объектов, фильтрации шумов и выделению контуров. Метод состоит из последовательных преобразований

данных: обработка исходных изображений на основе данных калибровки, построение первичной трёхмерной модели, уменьшения шумов, переход к двумерной проекции и обработка изображений устойчивыми алгоритмами.

В третьей главе приведены результаты экспериментов, описаны экспериментальные установки и параметры моделирования, показывающие состоятельность предложенных методов. Приведены результаты PIV эксперимента и представлено сравнение с результатами измерений, сделанных многокамерными PIV системами. Приведены результаты моделирования двух алгоритмов планировщика в одинаковых, контролируемых условиях. Показано преимущество предложенного алгоритма в сравнении с другими алгоритмами. Описан процесс калибровки, проведения экспериментов и результаты по измерению формы выходного и критического сечений газотурбинного двигателя с соплом переменного сечения во время наземных испытаний.

В заключении приведены основные результаты, полученные в диссертационной работе.

3. Основные научные результаты, их новизна и ценность для науки и практики

Разработаны новые методы обработки изображений, сформированных камерой светового поля, основанные на впервые предложенной реализации алгоритма перефокусировки "Total focus". Алгоритм позволяет использовать одну камеру при применении метода трёхмерной цифровой трассерной визуализации.

Предложен и реализован новый алгоритм планировщика для сбора объектов на конвейерной ленте как часть автоматизированной системы сортировки твёрдых коммунальных отходов, на основе динамического дерева поиска с отсечениями. Алгоритм учитывает расположение предметов на конвейерной ленте, их стоимость и место сбора каждого предмета; алгоритм сохраняет лучшее найденное решение для использования в случае прерывания (Anytime algorithm).

Впервые предложен и реализован оптический метод динамического измерения трёхмерных координат в условиях неравномерного освещения с большей, чем прежние методы, устойчивостью к вибрациям. Предложен и реализован алгоритм выделения области выходного и критического сечений

газотурбинного двигателя с соплом регулируемой площади сечения. Алгоритм, основанный на триангуляционной технологии обработки стереопар, использующий фильтрацию помех, адаптацию длительности выдержки к освещенности обеспечивает высокое качество оценки геометрических характеристик газотурбинного двигателя.

Предлагаемые в работе Серёдкина А.В. алгоритмы являются новыми и реализованы в виде программного комплекса, что подтверждается наличием двух патентов и двух свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

4. Достоверность и обоснованность выводов и результатов диссертации

Автором проведены сравнения с известными методами на аналогичных экспериментальных установках, что облегчает прямое сравнение результатов. Результаты согласуются друг с другом, а незначительные расхождения обоснованы различными источниками ошибок для каждого метода. Постановка экспериментов описана ясно и не вызывает вопросов по их проведению.

5. Основные замечания по диссертации

1. Работа состоит из трех частей, посвященных различным техническим задачам. Автору не вполне удалось показать их безусловно имеющееся внутреннее единство, основанное на общности методологии алгоритмического и программного обеспечения, исследование и разработка которых является основным научным продуктом диссертации.

2. Защищаемые положения об измерении параметров газотурбинного двигателя неоправданно представлены в виде двух пунктов – четвертого и пятого. Оба посвящены одному и тому же результату, акцентируя его различные стороны.

3. При внушительном списке публикаций автора, представленном на стр.10, 11, все они выполнены с участием соавторов.

4. Диссертация изложена с применением малого числа математических формул, в автореферате их нет совсем. Например, такие вопросы как *Калибровка камеры светового поля (п.2.1.1)*, *Алгоритм калибровки по белому изображению (п.2.1.2)*, *Предварительная обработка изображений (п.2.1.3)* представлены на описательном уровне.

5. Вызывает сомнения лаконичность названия главы 2 – *МЕТОДЫ*. Она является основной, ее содержание, в числе своих задач, выполняет цементирующую функцию разноплановой, на внешний взгляд, диссертации. Нейтральный характер названия этой функции мало способствует.

6. В п.2.1.2 «Алгоритм калибровки по белому изображению» говорится о необходимости вычислять «вектора решетки» (разве не векторы решеток?). Приводятся системы линейных уравнений для определения этих векторов. Не ясно, откуда эти СЛАУ? Это результат автора или известный? Создается впечатление избыточности СЛАУ. Как с этим быть?

7. В п.2.1.8. *Анализ погрешности определения координат и глубины* рассматриваются ошибки измерения координат, но ничего не говорится о погрешностях измерения скорости движения частиц. Независимо от того, является ли переход от ошибок измерения координат к ошибкам измерения скорости простым или сложным, конечный результат должен быть получен...

8. Предложенный алгоритм сортировки твердых коммунальных отходов в качестве исходных данных использует стоимость отдельных объектов. Не ясно, насколько реально получение такой информации.

Представленные замечания в целом не снижают научной и практической значимости полученных результатов и не влияют на принципиальную оценку защищаемой диссертации.

6. Публикации и апробация результатов диссертации

По теме диссертационной работы опубликовано 12 работ, включая 2 статьи в журналах из списка ВАК. Получено 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ и 2 патента на изобретения. Автор участвовал и докладывал результаты работы на 6 международных и всероссийских конференциях.

7. Содержание автореферата

Автореферат диссертации достаточно полно отражает основные идеи, результаты, выводы и положения диссертационной работы.

8. Оценка диссертации в целом

Диссертационная работа Серёдкина А.В. «Разработка методов реконструкции и анализа трёхмерной структуры движущихся объектов» представляет собой законченную научно-квалификационную работу. По уровню проведенных исследований, актуальности, новизне и практической ценности

полученных результатов работа удовлетворяет требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК при Минобрнауки России, а ее автор Серёдкин Александр Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Спектор Александр Аншелевич,
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры теоретических основ радиотехники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»

Россия, 630073, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, 20

Телефон: +7-953-769-1272

Эл. почта: spectora@mail.ru

Подпись _____

А.А. Спектор

Подпись Спектора А.А. заверяю

УЧЁНЫЙ СЕКРЕТАРЬ НГТУ

**ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК
ПРОФЕССОР**

ШУМСКИЙ Г.М.

