

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФИЦ КазНЦ РАН
чл. корр. РАН, д.ф.-м.н.



А.А. Калачев

23 декабря 2022

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

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

Диссертационная работа А.В. Серёдкина посвящена развитию методов компьютерного зрения и их использованию при решении актуальных задач в области инженерных приложений. Оптические измерения и методы распознавания образов относятся к числу наиболее стремительно развивающихся научных направлений, востребованных во многих областях промышленности, транспорта, медицины, сельского хозяйства и некоторых других. Актуальность и практическая значимость диссертации не вызывают сомнений.

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

- разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений;

- разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий;

- комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента;

- разработка систем компьютерного и имитационного моделирования.

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, а также 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. Алгоритм основан 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, имеющее различные точки сбора и возможность выдать следующее действие в любой момент времени на основании уже построенных симуляций.

Предложен и реализован метод восстановления трёхмерной геометрии объектов на основе оптической информации двух стереопар. Метод включает последовательные преобразования данных: обработку исходных изображений, на основе данных калибровки, построение первичной трёхмерной модели, уменьшение шумов, переход к двумерной проекции и обработку изображений устойчивыми алгоритмами.

В третьей главе приведены результаты экспериментов, описаны экспериментальные установки и параметры моделирования, показывающие состоятельность предложенных методов. В разделе 3.1 приведены результаты PIV эксперимента и представлено сравнение с результатами измерений, сделанных многокамерными PIV системами. Раздел 3.2 посвящен предложенному и реализованному алгоритму планировщика для сбора объектов с конвейерной ленты в составе автоматизированной системы сортировки твёрдых коммунальных отходов. Показано преимущество предложенного алгоритма в сравнении с другими алгоритмами. В заключительном разделе главы 3 описаны алгоритмы и результаты решения задачи, направленной на измерение диаметра минимального и выходного сечений регулируемого сопла в процессе наземных испытаний работающего газотурбинного двигателя.

В заключении приведены основные результаты, полученные в диссертационной работе.

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

С предложенными в автореферате формулировками научной новизны согласны. В качестве наиболее значимого результата отметим разработанные новые способы обработки изображений с камеры светового поля, основанные на впервые предложенной реализации алгоритма перефокусировки “Total focus”, который позволяет использовать одну камеру при применении метода трёхмерной цифровой трассерной визуализации. Считаем, что для подтверждения квалификации кандидата наук хватило бы только этого результата. Однако решение других задач свидетельствует еще и о высокой работоспособности диссертанта.

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 ранее существующими методами на аналогичных экспериментальных установках, что облегчает прямое

сравнение результатов. Результаты согласуются друг с другом. Постановка экспериментов описана ясно и не вызывает вопросов по их проведению.

5. Основные замечания по диссертации

1. Обзор методов цифровой трассерной визуализации диссертант выполнил достаточно формально, отослав к обзору в диссертации М.П. Токарева, даже не упомянув, например, более свежие работы и диссертацию Д.И.Зарипова. В обзоре недостает критического подхода, из которого были бы более обоснованными формулировки задач исследования.

2. Содержательная часть диссертации изложена слишком кратко: трем фактически независимым задачам уделено лишь 60 страниц машинописного текста. При этом зачастую упускаются детали, важные для понимания методов и алгоритмов.

3. В диссертации преобладает текстовое описание алгоритмов без строгой математической формулировки. Например, задача о сортировке отходов является типичной задачей оптимизации с ограничениями. Для подобных задач хорошо отработано математически строгое описание постановки и решения.

4. Представлены весьма ограниченные сведения по точности PIV-измерений трех компонент вектора скорости предложенным методом. Оценки основаны лишь на регистрации положения взвешенных в неподвижной жидкости трассеров и сопоставлении результатов измерений поля скорости в одинаковых потоках с измерениями методом Томо PIV. При этом сравнение выполнено только для двух компонент скорости и только для средних осредненных значений, результаты по третьей компоненте и среднеквадратическим пульсациям не сравнивались.

5. Полученная в разделе 3.3.2 оценка точности в терминах ГОСТ Р ИСО 5725 является повторяемостью, но не погрешностью. Погрешность выявляют сличением с более точным (образцовым) средством измерения.

Высказанные замечания в целом не снижают значимости полученных результатов и не влияют на принципиальную оценку представленной работы.

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».

Руководитель ИЭПТ ФИЦ
КазНЦ РАН, заведующий
лабораторией
Гидродинамики и
теплообмена ИЭПТ ФИЦ
КазНЦ РАН, доктор
технических наук по
специальностям 01.02.05 и
01.04.14, профессор
n.miheev@mail.ru
тел.: +7(843)212-55-79



Михеев Николай Иванович

Старший научный
сотрудник лаборатории
гидродинамики и
теплообмена ИЭПТ ФИЦ
КазНЦ РАН, кандидат
технических наук по
специальности 01.02.05
ndushin@bk.ru
тел.: +7(843)212-55-79



Душин Николай Сергеевич

Младший научный
сотрудник лаборатории
гидродинамики и
теплообмена ИЭПТ ФИЦ
КазНЦ РАН
radiffshakirov@mail.ru
тел.: +7(843)212-55-79



Шакиров Радиф Рустямович

Сведения о ведущей организации:

Наименование: Федеральное государственное бюджетное учреждение
науки «Федеральный исследовательский центр
«Казанский научный центр Российской академии
наук»
Почтовый адрес: 420111, Российская Федерация, Татарстан, г. Казань,
ул. Лобачевского, 2/31, а/я 261
Телефон: +7(843) 292-75-97
E-mail: presidium@knc.ru.
сайт организации: <http://knc.ru/>

Я, Михеев Николай Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Серёдкина Александра Валерьевича, и их дальнейшую обработку.

Я, Душин Николай Сергеевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Серёдкина Александра Валерьевича, и их дальнейшую обработку.

Я, Шакиров Радиф Рустямович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Серёдкина Александра Валерьевича, и их дальнейшую обработку.

СВЕДЕНИЯ О ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

по диссертационной работе 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».

№	Полное наименование организации, почтовый адрес, контакты	Фамилия, Имя, Отчество, ученая степень, ученое звание авторов отзыва, должность с указанием структурного подразделения	Список основных публикаций работников (авторов отзыва) ведущей организации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (но не более 15 публикаций)
1	2	3	4
1	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», 420111, Российская Федерация, Татарстан, г. Казань, ул. Лобачевского, 2/31, а/я 261, Веб-сайт: http://knc.ru/ , Тел. +7(843) 292-75-97,	Михеев Николай Иванович, доктор технических наук, Руководитель Института энергетики и перспективных технологий – структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН, заведующий лабораторией Гидродинамики и теплообмена Института энергетики и перспективных технологий – структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН	1. Davletshin I.A., Mikheev N.I., Paereliy A.A., Shakirov R.R. A method for measuring the heat transfer coefficient on a flat wall // High Temperature, 2022. Vol. 60 (3), pp.399-402. 2. Душина О.А., Валеев А.А., Душин Н.С., Колчин С.А. Глушение шума в установках калибровки сопел летательных аппаратов // Известия вузов. Авиационная техника, 2022. №4. 3. Mikheev N.I., Molochnikov V.M., Kratirov D.V., Dushina O.A., Paereliy A.A., Tukhvatullin A.R. New approach to maintaining liquid flow rate stability in national primary standard // Flow Measurement and Instrumentation, Vol.79, 2021, 101930. 4. Mikheev N. I., Goltsman A., Saushin I. I., Dushina O. A. Estimation of turbulent energy dissipation in the boundary layer using Smoke Image Velocimetry // Experiments In Fluids. – 2017. – Vol. 58(8). – P. 97. 5. Dushin N.S., Mikheev N.I., Gazizov I.M. et al. Lowering the Systematic Error in Measurements of Local Heat Transfer Coefficient by Electric Heating of a Plane Wall // Russian Aeronautics. – 2017. – Vol. 60. – P. 583–590. 6. Zaripov D., Li R., Dushin N. Dissipation rate estimation in the turbulent boundary layer using high-speed planar particle image velocimetry // Experiments in Fluids. – 2019. – Vol. 60(1). – P. 18. 7. Zaripov D., Li R., Mikheev N., Dushin N. Speed-up algorithm based on parallel projection
2	эл. почта: presidium@knc.ru	Душин Николай Сергеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории Гидродинамики и Теплообмена Института	

	энергетики и перспективных технологий – структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН	correlation technique for planar PIV: Accuracy and limitation // Flow Measurement and Instrumentation. – 2018. – Vol. 60. – 88-94.
3	Шакиров Радиф Рустямович, младший научный сотрудник лаборатории Гидродинамики и Теплообмена Института энергетики и перспективных технологий – структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН	8. Molochnikov V. M., Mikheev N. I., Mikheev A. N., Paereliy A. A., Dushin N. S., Dushina O. A. SIV measurements of flow structure in the near wake of a circular cylinder at $Re = 3900$ // The Japan Society of Fluid Mechanics and IOP Publishing Ltd Fluid Dynamics Research. – 2019. – Vol. 51. – № 5. – P. 055505. 9. Зарипов Д.И., Михеев Н.И., Душин Н.С., Аслаев А.К., Шакиров Р.Р. Применение метода проекций для ускорения нового алгоритма измерения мгновенных полей скорости потока // Вычислительные технологии. 2018. Т. 23. № 1. С. 33-45 10. Михеев Н.И., Душин Н.С., Газизов И.М. Моделирование непрерывных полей яркости для оценки характеристик оптических методов измерений с высокой концентрацией частиц // Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2018617575 от 26.06.2018. 11. Фафурин В.А., Нигматуллин Р.Р., Реут В.И., Тухватуллин А.Р., Атаева А.И., Кратиров Д.В., Михеев Н.И., Молочников В.М. Устройство для стабилизации и регулирования давления // Патент на изобретение RU 2695241 С1, 22.07.2019. Заявка № 2018145161 от 18.12.2018 12. Кудусов Д.И., Кратиров Д.В., Михеев Н.И., Фафурин В.А. Устройство воспроизведения расходов газожидкостных потоков // Патент на полезную модель №200842 от 13 ноября 2020 г.

Верно:

Главный учёный секретарь
ФИЦ КазНЦ РАН, кандидат
химических наук

e-mail: sufia@knc.ru

тел.: +7(843) 231-90-08



Зиганшина Суфия Асхатовна