

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента, к.т.н, Петерсона Максима Владимировича  
на диссертационную работу Аксенова Алексея Юрьевича

**«Модели и методы обработки и представления сложных  
пространственных объектов»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка  
информации (в технических системах)»

### **1. Актуальность темы диссертации**

Развитие современных систем сканирования трехмерных объектов, сопровождается увеличением объема создаваемой, обрабатываемой и хранимой информации. В связи с этим, все более очевидными и осознанными становятся проблемы, связанные с обработкой, передачей и хранением пространственных данных, полученных в результате сканирования.

Важной задачей в сфере современных технологий цифрового сканирования является уменьшение размера сохраняемых данных без ухудшения точности представления трехмерной сцены. При разработке подобных систем необходимо иметь эффективные методы сжатия данных и модели представления трехмерной структуры сцены.

Тема диссертационной работы Аксенова А.Ю. связана с разработкой метода сжатия и формата представления данных трехмерного сканирования, не допускающего потери исходных данных и ориентированного на последующую обработку и репликацию на устройствах 3D-печати.

Из вышесказанного следует, что тема диссертационного исследования безусловно актуальна, и её решение позволит разрабатывать системы более качественной передачи трехмерных данных, например, в приложении к телемедицине.

## **2. Научная новизна результатов и выводов работы**

Новизна результатов работы в целом состоит в решении научной проблемы — разработке и обосновании методов представления и хранения пространственных данных, полученных в результате 3D-сканирования.

Можно отметить следующие основные результаты, полученные автором и составляющие научную новизну работы:

- Метод динамического масштабирования пространства облаков точек.
- Метод переупорядочения данных в битовый поток, имеющий упорядоченную структуру, обеспечивающую эффективное вторичное сжатие для передачи и хранения.
- Модель представления пространственных объектов, использующая упорядоченное одномерное представление облаков точек на основе заполняющей пространство кривой.

## **3. Ценность полученных результатов для науки и практики**

Практическая значимость работы состоит в создании подхода, направленного на решение ряда практических задач, возникающих перед специалистами, занятыми в сфере трехмерного моделирования и репликации материальных объектов.

Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, могут найти применение в построении систем цифрового трехмерного сканирования, особенно в условиях, когда сканирование производится в удалённо и необходима дистанционная обработка цифровых сканов, а так же в процессах унификации технологий компьютерного моделирования и быстрого прототипирования.

Разработанные методы и алгоритмы позволяют создавать экономически эффективные и при этом адекватные новым цифровым технологиям подсистемы хранения и передачи данных трехмерных объектов.

#### **4. Достоверность и обоснованность научных результатов и выводов**

Достоверность полученных результатов обеспечивается тщательным анализом научных публикаций, отражающих состояние исследований в данной области, соответствием теоретических выводов, положений и результатов их экспериментальной проверки, методологически корректным выбором подхода к решению проблемы уменьшения полученных в результате сканирования данных для дальнейшего хранения и передачи, а также результатами опытной эксплуатации разработанных программных средств.

Основные выводы по результатам проведенных исследований получены с применением современных методик с представлением и обсуждением результатов на научных конференциях.

Основные результаты диссертации опубликованы в шести печатных работах в рецензируемых журналах из перечня ВАК.

#### **5. Замечания по работе**

По тексту автореферата и диссертационной работы имеется ряд замечаний:

1. При обзоре методов трехмерного сканирования в первой главе автором не отмечен метод оптической когерентной томографии, который используется для бесконтактного исследования структуры биологических тканей, и для которого также актуальна задача эффективного сжатия полученных данных.
2. Вызывает сомнение предлагаемый автором в тексте диссертации на с. 32 перевод англоязычного термина “sampling” как “упрощение”. Согласно известным словарям, термин “sampling” переводится как “выборка”, “дискретизация”, “квантование”, тогда как термин “упрощение” скорее соответствует словам “simplification”, “reduction”.

3. В главе два приводятся коэффициенты сжатия только для отдельных методов, причем представлены они в довольно большом диапазоне. Для сравнения эффективности сжатия рассматриваемых методов следовало бы привести более детальные данные, например, коэффициенты сжатия, полученные для эквивалентных тестовых примеров.
4. В разделе 2.1 «Анализ методов компрессии без потерь» кратко описывается группа методов сжатия на основе построения полигональных сеток. Автор сам относит эту группу к методам сжатия с потерями, поэтому было бы уместнее перенести описание этих методов в раздел 2.2 «Анализ методов компрессии с потерями».
5. В разделе 3.5 приводится описание разрабатываемого алгоритма сжатия, при этом в описании шагов 2 и 3 говорится, что использовались уже известные алгоритмы кодирования длин серий, кодирования по Хаффману, а также алгоритмы на базе алгоритма Лемпеля – Зива. Непонятно, в чем тогда заключается алгоритм сжатия, предложенный лично автором и выносимый на защиту (положение 4), и в чем его преимущества по сравнению с упомянутыми выше алгоритмами.
6. В главе 3 на с. 62 приведено алгоритмическое описание построения заполняющей пространство кривой (ЗПК) в виде псевдокода, при этом значение входных параметров не поясняется, что осложняет понимание представленного описания. Непонятно, каким образом определяется направление обхода трехмерных ячеек при построении ЗПК.
7. В таблице 3.1. приводится сравнительная (относительная) оценка времени выполнения и необходимого количества памяти при генерации ЗПК, при этом не указываются характеристики

производительности вычислительного устройства, на котором делались замеры. Это же замечание относится и к таблице 3.2.

8. В начале четвертой главы говорится о том, что для проведения экспериментов использовались стандартные коллекции 3D-объектов из Интернет-источников, причём ссылки на сами источники в тексте не указываются.
9. В работе присутствует ряд небрежностей оформления текста: стилистические и пунктуационные ошибки, опечатки и повторяющиеся слова (с. 41, 47, 48, 49, 70, 72, 75, 79); на гистограмме на рис. 3.19 отсутствует подпись для вертикальной оси, шрифт формул не единообразен (например, с. 70 и 71); неудовлетворительное качество иллюстраций (рис. 3.2 – 3.11), рисунки выглядят как отсканированные изображения из других источников; также отсутствуют ссылки на источники, откуда взяты оригинальные изображения на рис. 1.4, 1.7; на стр. 68 приведена ссылка на раздел 3.3, таблица 3.1, на самом деле, это раздел 3.2.
10. В главе 4 большое внимание уделено исследованию характеристик и свойств технической системы «3D-сканер – ПОС» и типов исходных данных для 3D-сканирования. Целесообразно было бы выделить это исследование в отдельную главу или пояснить, почему этот материал описывается именно в данном разделе.

## **6. Заключение по диссертации**

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки работы и не могут существенно влиять на основные теоретические и практические результаты. Содержание диссертации и автореферата соответствуют требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней №842 от 24.09.2013, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям.

Основные результаты работы полностью отражены в публикациях по теме диссертации и апробированы на международных и региональных

научных конференциях. Автореферат в достаточной степени отражает основное содержание разделов диссертации.

Диссертационная работа Аксенова Алексея Юрьевича «Модели и методы обработки и представления сложных пространственных объектов» является завершённым научным исследованием, а соискатель заслуживает присуждения ему искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (в технических системах)».

Официальный оппонент:

ассистент кафедры

Компьютерной фотоники и видеоинформатики

«Санкт-Петербургского национального

исследовательского университета информационных

технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО),

кандидат технических наук

11 сентября 2015 г.

Петерсон Максим Владимирович

Почтовый адрес: 197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, д.49

Телефон: +7 (812) 315-75-34

Электронная почта: maxim.peterson@bk.ru