

17.063

УДК 004.925.84:629.78.002

Космические исследования  
и использование результатов космической деятельности**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СОХРАНЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Г.А. Джиоев

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Е.А. Соколова  
Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(государственный технологический университет),  
Россия, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44,  
E-mail: [katya\\_sea@mail.ru](mailto:katya_sea@mail.ru), [kel.tas204@gmail.com](mailto:kel.tas204@gmail.com)

В настоящее время в различных областях социальной сферы при решении задач визуализации, трансформации и анализа информации об объектах широко используются возможности 3d-моделирования и компьютерные средства обработки и хранения информации. Отличительной особенностью создаваемых здесь цифровых 3d-моделей объектов, имитирующих конечный продукт, является недопустимость потерь качества и наличия артефактов в процессе сжатия информации, хранения и управления результатами. Однако существующие методы и алгоритмы сжатия или компрессии данных, предназначенные для снижения объема выходного потока информации в битах, которые возможно реализовать при помощи обратимых или необратимых преобразований, не исключают потерь данных, что лишает возможность дальнейшей обработки информации о 3d-объекте. Несмотря на существующее множество алгоритмов сжатия, для 3D изображений, впрочем как и для 2D изображений, оптимальных алгоритмов сжатия на текущий момент нет. Все существующие решения не универсальны или же не представлены в виде программной реализации [1].

Основание и исходные данные для разработки темы.

В настоящее время наиболее распространены следующие форматы для сохранения 3d-моделей объектов:

1. STL (от англ. stereolithography) — формат файла, широко используемый для хранения трехмерных моделей объектов для использования в технологиях быстрого прототипирования, обычно, методом стереолитографии. Информация об объекте хранится как список треугольных граней, которые описывают его поверхность, и их нормалей. STL-файл может быть текстовым (ASCII) или двоичным. Недостатки: невысокая точность геометрии, большой объем файла для сложных моделей.
2. PLY-формат был главным и предназначен для хранения трехмерных данных, полученных 3D-сканером. Он поддерживает сравнительно простое описание одного объекта как список номинально плоских из полигонов. Разнообразие свойств, такие как: цвета и прозрачности, нормали к поверхности, текстурные координаты и значения доверительных данных, может быть сохранено. Недостатком также является большой объем файла для сложных моделей.
3. OBJ -формат файла является открытым и был принят другими разработчиками приложений 3D графики и может быть экспортирован/импортирован в e-Frontier'sPoser, Maya, XSI, Blender, MeshLab, MisfitModel 3D, 3D StudioMax и Rhinoceros 3D, Hexagon, CATIA, NewtekLightwave, ArtofIllusion, milkshape 3d, Modo (программа), Cinema 4D, ZanozaModeller и т. д. По большей части это общепринятый формат. Недостатки: может замедлять процесс прототипирования и итераций. Легче потерять след между исходной (рабочий файл) и игровой версией данных. Файлы получаются очень громоздкие.

Все существующие модели -ply, stl, xyz, obj, ptx, e57 и др. предназначены для своей узкой области применения и, следовательно, не могут быть использованы как универсальные для всех типов изображений.

При сохранении файлов в рассмотренных форматах качество изображений остается низким, что для космических технологий неприменимо.

В то же время в процессе компрессии трехмерных моделей топографических карт, визуализации снимков из космоса необходимо учитывать следующие обстоятельства. Поскольку человеческий глаз различает великое множество оттенков, то и полноцветное изображение должно достаточно точно передавать все тонкости и оттенки исходной модели. Кроме того, идеальное разделение тонов без каких-либо недостатков представляет определенную проблему для разработчиков алгоритмов компрессии. Что касается экотон (участков, где разные цвета граничат между собой), то в них сосредоточено огромное количество переходных оттенков. Поэтому при работе алгоритмов сжатия с потерями качества избежать артефактов, как правило, не удастся. Все вышеперечисленные факты, полученные в предшествующих процессах сжатия изображений различного характера российскими учеными, требуют учета в ходе постановки собственных экспериментов по компрессии [3].

При использовании промышленных трехмерных сканеров можно использовать дополнительное оборудование (жесткие диски, серверные пространства и т.п.), что нельзя применить в случае использования портативного трехмерного сканирования в условиях съемок из космоса из-за нехватки свободного места. Следовательно, уменьшение объема сохраняемых файлов играет важную роль и является актуальной задачей с практической точки зрения. В рамках проекта будут [2]:

- Установлены закономерности в обработке трехмерных изображений, в том числе полученных в результате 3D сканирования, которые позволят эффективно реализовать известные методы группового кодирования для уменьшения объема сохраняемого файла без потерь качества.
- Выявлено влияние трансформации облака точек на битовый набор значений, что позволит учитывать и предотвращать появление артефактов при сохранении файла.
- Предложен метод компрессии для трехмерных изображений, отличающийся от известных тем, что учитывает особенности получения цифровых трехмерных изображений с помощью анализа таблицы текстурных координат.
- Произведено исследование и разработка математических моделей применительно к задаче компрессии трехмерных изображений. В ходе исследования предлагается провести апробацию разработанного метода компрессии на основе созданных моделей и алгоритмов обработки информации для определения коэффициентов сжатия и качества полученных файлов на наличие артефактов.
- Разработан метод сохранения пикселей в массив, который имеет упорядоченную структуру и обеспечивает эффективное повторное сжатие для последующих передачи и хранения трехмерных изображений, отличающийся тем, что в основу процесса сравнения пикселей положена их дифференциация на цветовые компоненты, что позволяет осуществлять компрессию с высоким коэффициентом сжатия по сравнению с существующими аналогами (obj, 3ds, ase и др.).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколова Е.А. Разработка метода сохранения пикселей в массив с дифференциацией на цветовые компоненты [Текст] // Международный научно-исследовательский журнал – № 7 (61) – 2017 –С. 7
2. Соколова Е.А. Метод компрессии цифровых трехмерных изображений с помощью анализа таблицы текстурных координат [Текст] // Международный научно-исследовательский журнал – № 7 (61) – 2017 –С. 9
3. E A Sokolova. Development of an algorithm for automated enhancement of digital prototypes in machine engineering / G A Dzhioev // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering – 2017 – 177 (012037):1-6.