

**Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН**

**Московский институт электроники и математики  
национального исследовательского университета  
«Высшая школа экономики»**

**Московский государственный технический университет  
им. Н.Э. Баумана**

# **Новые информационные технологии в автоматизированных системах**

**Материалы восемнадцатого научно-практического семинара**

**Москва 2015**

**УДК 621.38**

**ББК 32.81**

**Н - 76**

Н - 76 Новые информационные технологии в автоматизированных системах: материалы восемнадцатого научно-практического семинара. – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2015. – 652 с.

ISBN 978-5-94506-335-8

ISSN 2227-0973

Содержит материалы, представленные к рассмотрению на научно-практический семинар “Новые информационные технологии в автоматизированных системах”.

Представляет интерес для научных сотрудников, преподавателей, аспирантов и студентов, работающих по указанным научным направлениям.

**ISBN 978-5-94506-335-8**

**УДК 621.38**

**ББК 32.81**

© ИПМ им. М.В. Келдыша, 2015



Published under CC BY-SA license

**Секция**

**Компьютерная графика**

# Технология синтеза файлов трехмерных фракталов для 3d принтеров

Смусева Дарья, Малахов Иван

МИЭМ НИУ ВШЭ, Департамент компьютерной инженерии

[darales@mail.ru](mailto:darales@mail.ru), [iy\\_malakhov@mail.ru](mailto:iy_malakhov@mail.ru)

**Аннотация.** В работе проводится анализ одного из способов синтеза фрактальных моделей для печати на 3d принтерах с использованием 4 программ: Mandelbulb, Fiji, Meshlab и Cura. Были выбраны именно эти программы, так как они бесплатные, общедоступные и удобные. Со стороны пользователя такой способ перевода фрактальной модели в 3d печать очень неудобен. Следует заметить, что и остальные способы синтеза файлов фрактальных изображений достаточно объемны. В связи с этим, актуально создание программы, которая объединит в себе функции некоторых программ для экономии времени и простоты использования.

**Ключевые слова:** 3d моделирование, фрактал, 3d печать

## 1 Введение

С появлением мощных компьютеров, многие люди стали увлекаться фракталами. Область их применения очень широка: от создания интересных картинок, до использования фрактальных моделей в научных целях [Трубочкина, 2012]. «Многие начинают видеть фрактальность самого мира» [Трубочкина, 2013; Barnsley, 2012]. Сравнительно недавно стало возможным воплощать фрактальные фантазии в реальность, благодаря 3d принтерам. Были созданы различные программы, для печати 3d изображений, например: Cura, SOLIDWORKS, MakerWare, и др. В свою очередь, для проектирования фрактальных фигур существует множество программ. В нашем анализе будет использоваться программа Mandelbulb версии 1.8.9. Синтез же файлов трехмерных фракталов не может обойтись использованием одной программы. Для этого в данной работе были использованы 4 программы: Mandelbulb, Fiji, Meshlab и Cura.

## 2 Этапы работы

Прежде всего, был изучен весь набор функций программы Mandelbulb 3D v1.8.9. Это было необходимо для знакомства с данной программой и выбора модели для дальнейшей работы с ней. Так же в этой программе была изучена технология разделения на слайсы полученного фрактального изображения для их дальнейшей обработки. От этого этапа зависит точность построения фигуры в последующих программах и время работы с ними.

Для того, чтобы определить это, мы построили куб и шар с помощью персонального компьютера на базе процессора Intel Core i5 с тактовой

частотой 2,4 GHz. Каждую из этих моделей мы разделили на 1000 и 100 слайсов. На то, чтобы разрезать на 1000 слайсов куб, потребовалось 3:31:16 мин, а для шара – 3:15:06 мин. При разделении куба на 100 слайсов было затрачено 3:11с., а для шара – 2:68с. Значит, на время деления на слайсы, влияет не только само количество слайсов, но и сложность фигуры.

Таким образом, если пользователь будет работать с простой фигурой, с кубом или вертикальным цилиндром, какое бы число слайсов он не выбрал, все они будут идентичны. Это значит, что в данной ситуации достаточно будет выбрать минимальное количество слайсов, например, 100. Время работы в таком случае будет незначительно, 3-4 секунды. Если же пользователь собирается синтезировать шар, то ему следует указать как можно больше слайсов. При этом время, которое будет затрачено, значительно возрастет.

В дальнейшей работе мы будем использовать спиральный шар (Рис.1.).

Для дальнейшей работы с полученной шарообразной фрактальной моделью (Рис.1.), мы разделили ее на 700 слайсов. Черно-белые изображения порезанной на части модели сохраняются в указанную папку в формате PNG (Рис.3.), количество изображений равно количеству слайсов, определенных пользователем.

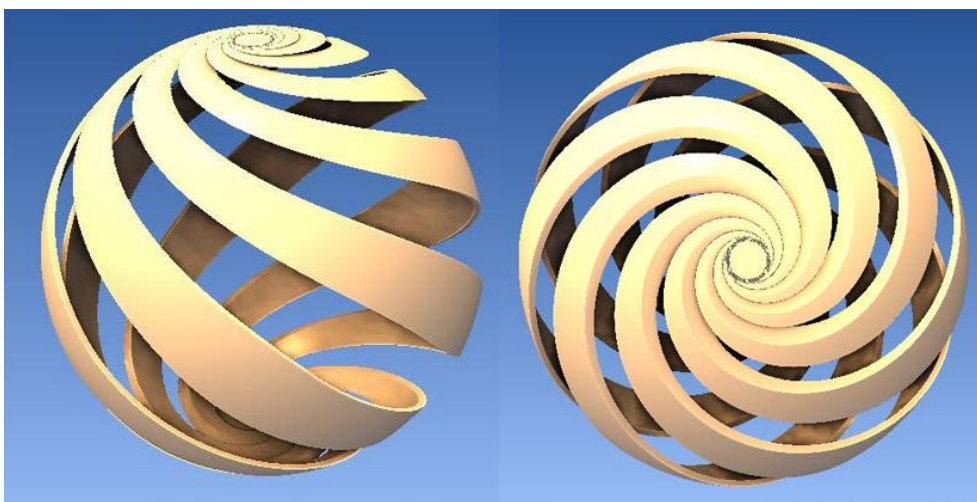


Рис. 1. Спиральный шар

Ниже представлен график, где видна зависимость количества слайсов от времени их построения для этой фигуры (Рис.2.).

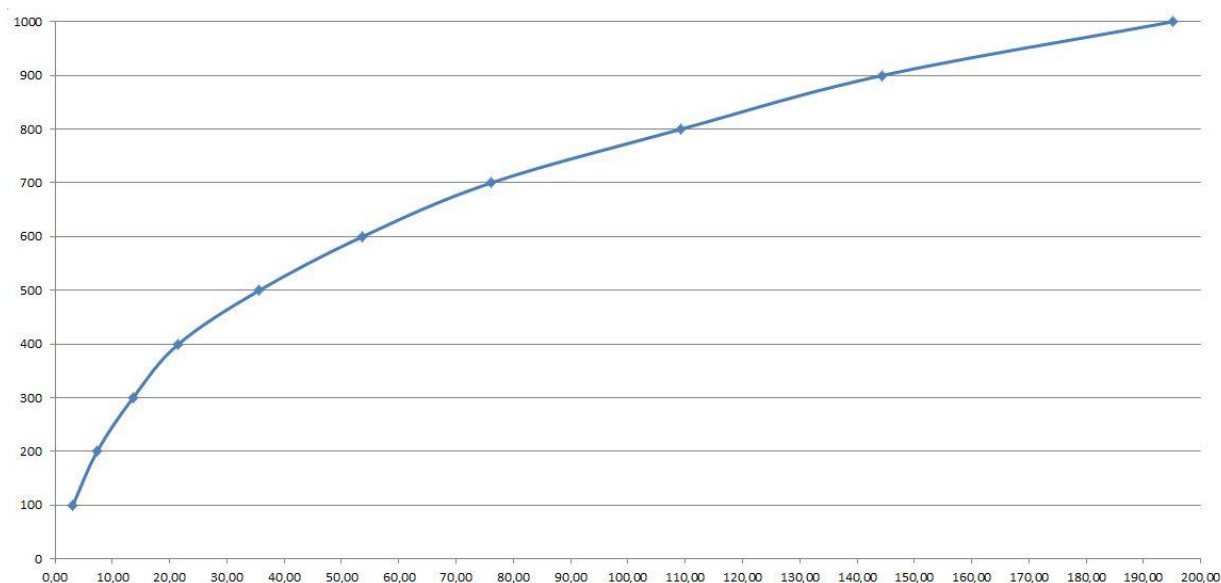


Рис. 2. График зависимости (по оси y – количество слайсов, x – время, сек.)

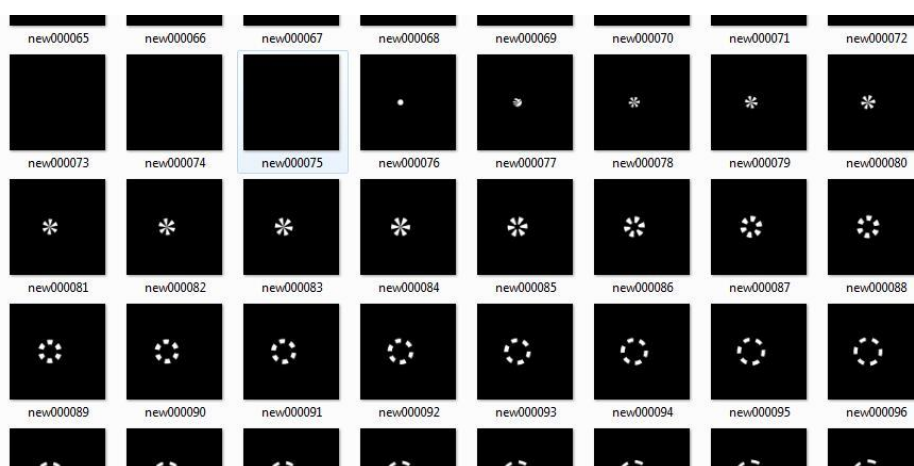


Рис. 3. Разбиение на слайсы

Следующий этап – это программа Fiji, которая по точкам выстраивает фигуру на основе полученных слайсов. Данная программа имеет достаточно бедную визуализацию, в связи с небольшим выбором функций в ней. Для дальнейшей работы, файл следует сохранить в формате OBJ.

Полученный файл открывается в программе Meshlab, где есть возможность преобразовать исходную фигуру, выровнять ее и избавиться от лишних элементов. На выходе снова получаем файл форматом OBJ или STL (Рис.3.). Его можно открыть в любой программе для 3d печати, в данном случае это Cura. Объект готов к печати.

Наряду с вышеуказанными программами существует небольшой ряд их аналогов. Например, вместо программы Meshlab можно использовать Zbrush, здесь пользователю дается возможность не только увеличить плавность фигуры, но и профессионально раскрасить ее.

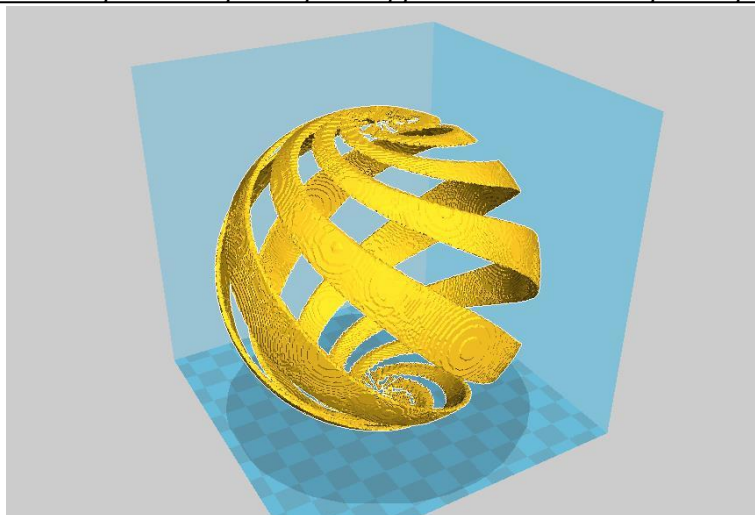


Рис.3. Готовая к 3d печати фигура в программе Cura

### **3 Анализ результатов**

Данный способ синтеза фрактальной модели для 3d печати очень функциональный, он позволяет совершать большое количество преобразований над исходным объектом, что, несомненно, необходимо в связи с быстрым развитием 3d моделирования. Тем не менее, на пути от создания фрактальной модели до ее печати стоит много программ, что очень неудобно и занимает большое количество времени. А в современном мире временной ресурс очень важен.

### **4 Заключение**

В дальнейшем может быть создана программа, которая упростит задачу пользователю. Главной ее идеей может стать объединение ключевых функций программ Fiji и Meshlab. Так же эта программа могла бы не только синтезировать файлы, но и сразу поддерживать функцию печати на различных 3d принтерах. Несомненно, создание такой программы приведет к продуктивному ее использованию.

### **Список литературы**

[Трубочкина, 2012] Трубочкина Н.К. Новый промышленный дизайн и технологии как результат математико-компьютерных фрактальных исследований // Качество. Инновации. Образование, 2012. С. 76

[Трубочкина, 2013] Трубочкина Н.К. Прекрасная фрактальная математика и ее приложения // XXI Международная студенческая школа-семинар «Новые Информационные технологии». Тезисы докладов., 2013. С. 58

[Barnsley, 2012] M.F. Barnsley. Fractals Everywhere. New edition., 2012.

## Оглавление

### Компьютерная графика

Алгоритм коррекции изображения с широкоугольной камеры заднего вида автомобиля <i>Бирюков Е.Д.</i>	4
Применение классических метрик измерения резкости изображений для трекинга резкости по стереопотоку <i>Афанасьева А.Е.</i>	11
Алгоритм построения циклопического изображения на основе модели восприятия человека <i>Зина К.С., Игнатенко А.В.</i>	20
Использование карт глубины при восстановлении фона в видеопоследовательностях <i>Зачесов А., Ерофеев М., Ватолин Д.</i>	31
Язык жестов для взаимодействия с компьютером <i>Иванов С.Ю., Шихов А.И., Константинов Ю.А.</i>	42
Описание процесса разработки наглядного метода оценки ошибки сжатия при кодировании видео <i>Горохова-Алексеева А.В.</i>	47
Технология синтеза файлов трехмерных фракталов для 3d принтеров <i>Смусева Д., Малахов И.</i>	57

### Информационные технологии

Применение маячков Beacon и технологии Bluetooth Low Energy для построения систем навигации в зданиях <i>Фальков Е.В., Романов А.Ю.</i>	62
Разработка стратегии игры хоккеистов в рамках конкурса Russian AI Cup <i>Родионов А.Н., Романов А.Ю.</i>	66
Изучение динамики распространения информации в сетевой системе с изменяющейся структурой <i>Носова М.В.</i>	74
Разработка имитатора основных характеристик сети для исследования эффективности протоколов транспортного уровня <i>Бритвин Н.В., Карпухин Е.О.</i>	80
Автоматизация построения нейронной сети в рамках объектно-ориентированного подхода <i>Евдокимов И.А., Солодовников В.И.</i>	89
Построение алгоритма симметричного шифрования на основе нейросетевого подхода <i>Гридин В.Н., Солодовников В.И.</i>	98
Исследование стойкости генераторов ключевого потока к логическому криптоанализу <i>Эли А.Н.</i>	108
К проблеме анализа и определения типа файла <i>Петрянин Д.Л., Горячев Н.В., Юрков Н.К.</i>	118
Алгоритм определения кратчайшего пути на графе в задаче движения по биологически-заражённой местности <i>Мухамеджанов Б.А., Rogozin O.B.</i>	128
Дихотомический анализ и идентификация аппаратно-программных неисправностей бортового комплекса управления космического аппарата и их реализация на базе реконфигурируемой системы функционального контроля и диагностики <i>Савкин Л.В.</i>	137
Архитектура программной части аппаратно-программного комплекса дистанционного наземного радиозондирования ионосферы <i>Щирый А.О.</i>	144



Под редакцией  
Галактионова Владимира Александровича

Научное издание

Материалы восемнадцатого научно-практического семинара  
“Новые информационные технологии в автоматизированных системах”

ISBN 978-5-94506-335-8

