

По поддержке аппаратных функций OpenGL и Direct3D, в общем, эквиваленты. OpenGL новые функции доступны через механизм расширений, а в Direct3D они появляются только в новых версиях.

Direct3D очень удобен для любителей объектно-ориентированного программирования и COM в частности. COM в Direct3D используется для внесения изменений в библиотеку без изменения существующего кода. В OpenGL такого нет.

Объем кода, необходимого для написания простой программы на Direct3D, весьма велик (варьируется от 200 до 800 строк). В OpenGL все существенно проще – для решения такой же задачи необходимо менее 50 строк кода.

Серьезным достоинством OpenGL является прежде всего то, что это «открытый стандарт». Любая компания, имеющая аппаратную платформу, может купить лицензию у SGI и затем сделать собственную реализацию OpenGL. Изменения в OpenGL предлагаются, обсуждаются и утверждаются представителями различных компаний. Что касается Direct3D, то здесь ситуация прямо противоположная. Только Microsoft может вносить какие-либо изменения в библиотеку. Иначе говоря, именно Microsoft в конечном итоге определяет все пути развития библиотеки, и если путь был выбран неверно, это может быть исправлено только в новой версии.

Итак, достоинства библиотек становятся наиболее очевидны при их использовании в разных прикладных областях. Direct3D идеален для профессиональной разработки игр и мультимедийных приложений на платформе Windows. OpenGL используется на высокопроизводительных рабочих станциях, в научной сфере, в образовании, а также в любых проектах, где требуется переносимость приложений на различные программные или аппаратные платформы.

#### Список литературы

1. Херн Д., Бейкер М.П. Компьютерная графика и стандарт OpenGL. – СПб.: Вильямс, 200
2. Миллер. DirectX 9 с управляемым кодом. – М.: Изд. дом «КомБук», 2005. – 400 с.
3. Демин А.Ю. Основы компьютерной графики: учебное пособие – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 191 с.

УДК 004

### ВИЗУАЛИЗАЦИЯ 3D МОДЕЛЕЙ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА МАРШИРУЮЩИХ КУБОВ НА ПЛАТФОРМЕ WINDOWS PRESENTATION FOUNDATION

Хасаева Д.З., Демин А.Ю.

Научный руководитель: Демин А.Ю.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: diana@tpu.ru

*The cellular algorithm of constructing of triangulation of the surface "marching cubes" was implemented on some platforms, in the number of which is not included easy for development of computer graphics platform WPF. As a result this work the authors of the article presented example implementation of marching cubes algorithm on platform WPF.*

Ячеечный алгоритм построения триангуляции поверхности «марширующие кубы» был реализован на некоторых платформах, в число которых не входит удобная для разработки компьютерной графики платформа WPF. В результате работы авторы статьи представили пример реализации алгоритма марширующих кубов на платформе WPF.

**Key words:** *marching cubes algorithm, marching cubes, windows presentation foundation, WPF.*

**Ключевые слова:** *алгоритм марширующих кубов, марширующие кубы, windows presentation foundation, WPF.*

### Введение

Одним из самых первых разработанных ячейных алгоритмов построения триангуляции поверхности является алгоритм «марширующие кубы». Данный алгоритм был реализован на некоторых платформах, в число которых не входит платформа WPF. WPF имеет сильную поддержку со стороны бизнеса, потому что это уже стабильная технология, для которой есть специалисты. Сейчас она находится в зените своего развития. Целью данного исследования является изучение метода марширующих кубов и реализация его на платформе WPF.

### Методы

Данное исследование находится на эмпирическом уровне научного познания. В основе исследования применен один из общих методов научного познания – метод эмпирического исследования. Из методов эмпирического исследования применен метод: материальное моделирование [4].

Основное средства разработки – язык программирования C# (XAML), среда разработки программного обеспечения Microsoft Visual Studio 2013.

### Обсуждение

Windows Presentation Foundation (WPF) — это система нового поколения для построения клиентских приложений Windows с визуально привлекательными возможностями взаимодействия с пользователем. С помощью WPF можно создавать широкий спектр как автономных, так и размещенных в браузере приложений [3].

Алгоритм «марширующие кубы» производит разбиение области пространства, содержащей исходную поверхность, на кубические ячейки и аппроксимирует пересечение исходной поверхности и каждой кубической ячейки разбиения треугольниками. Для случая синтеза изображения по плоским сечениям вершинами каждого куба будут по четыре точки на паре соседних сечений. Алгоритм можно разбить на два этапа:

Разбиение области  $G$  пространства  $R^3$  на конечное множество ячеек, поиск ячеек, пересекаемых искомой поверхностью.

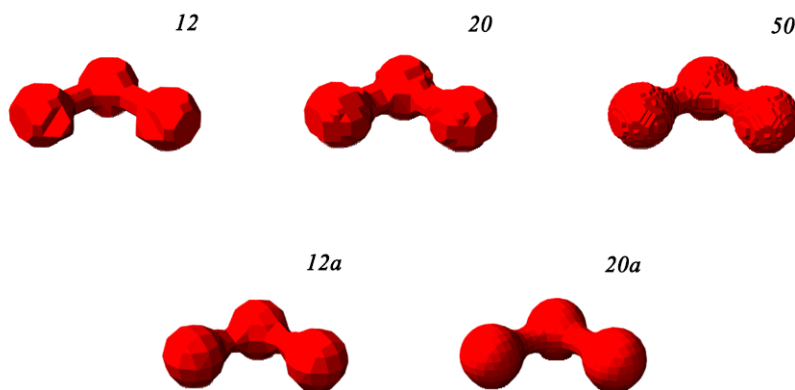
Аппроксимация поверхности в найденных ячейках [1].

Наиболее оптимальный способ аппроксимации – триангуляция. Параллелепипед имеет 256 разных типов триангуляции. Используя совпадение способа триангуляции с индексом (I) со способом триангуляции с индексом (not I), все способы можно свести к 128, а используя также симметрию и вращение, 128 способов можно свести к 14.

Получив способ триангуляции, можно уже аппроксимировать поверхность в ячейке. К этому моменту уже известно количество треугольников, а для каждого треугольника известны ребра ячеек, на которых лежат его вершины. Остается найти точку на ребре ячейки, в которой поверхность ее пересекает [2].

### Результаты

В результате данной работы был реализован алгоритм марширующих кубов на платформе WPF на примере визуализации 3D модели молекулы воды (рис. 1).



*Рис. 1. Визуализация молекулы воды в зависимости от количества разбиений*

Алгоритм марширующих кубов широко используется в медицине, например, в компьютерной и магнитно-резонансной томографии, а также для трёхмерного моделирования метасфер или других метаповерхностей. Данный алгоритм генерирует значительно меньшее количество треугольников, чем другие алгоритмы, но имеет существенный недостаток: на достаточно простых участках поверхности он выполняет слишком большое количество разделений.

### Список литературы

1. Обзор алгоритмов триангуляции неявно заданной поверхности / Н.В. Бугров, В.И. Голубев, А.Ю. Дижевский, Д.Г. Какауридзе, А.С. Клименко, А.С. Обоймов, П.В. Фролов. – MEDIAS2012 Труды Международной научной конференции, 07–14 мая 2012 г. – Лимассол, Республика Кипр, Изд. ИФТИ. – С. 151–173. – ISBN 978-5-88835-023-2
2. Семенихин А. Сравнительный анализ методов интерактивной триангуляции сеточных функций [Электронный ресурс] / Компьютерная графика и мультимедиа. Сетевой журнал. – 2004. – № 2 (2) / URL: <http://cgm.computergraphics.ru/content/view/63>. Дата обращения: 08.03.2016 г.
3. Введение в WPF [Электронный ресурс] / Microsoft Developer Network. URL: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/aa970268\(v=vs.100\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/aa970268(v=vs.100).aspx). Дата обращения: 08.03.2016 г.
4. Научные методы исследования [Электронный ресурс]. URL: <http://idschool225.narod.ru/metod.htm>. Дата обращения: 01.03.2016 г.