

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

**ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА:  
КУРС ЛЕКЦИЙ**

Составители:  
Бобрешов А. М., Коровченко И. С.,  
Степкин В. А.

Воронеж 2014

## Содержание

1. Обзор технологий трехмерного моделирования.....	4
1.1. Классификация моделей и методов визуализации .....	4
1.2. Полигональные сетки .....	5
1.3. Воксельные модели.....	8
1.4. Модели, основанные на изображениях.....	10
1.5. Метод конечных элементов .....	21
2. Создание материалов и текстур для трехмерных моделей.....	26
2.1. Создание и настройка материалов .....	28
2.2. Использование текстур.....	29
2.3. Развертка текстурных координат .....	30
2.4. Создание текстур для трехмерной модели .....	32
2.5. Типы текстур .....	34
3. Настройка скелета и оснастка персонажа.....	35
3.1. Создание и настройка скелета .....	35
3.2. Иерархия скелета персонажа .....	37
3.3. Скиннинг персонажа.....	38
3.4. Создание мышечной структуры персонажа .....	40
3.5. Настройка управляющих элементов модели.....	41
3.6. Создание кинематических связей для конечностей персонажа .....	42
3.7. Создание управляющих объектов и установка связей с костями .....	43
3.8. Создание лицевой мимики трехмерного персонажа .....	44
3.9. Создание дополнительных интерфейсов для удобства управления персонажем .....	45
4. Список использованных источников .....	47

Однако, отсканированные данные, изначально не содержат информации о связности и непрерывности поверхностей, а представляют собой набор близко расположенных частиц (sample). Такие ограничения следуют из устройства сканирующего механизма, который обладает дискретным шагом конечного разрешения.

Следовательно, для использования полигональных моделей связность должна быть введена искусственно на этапе препроцессирования. Таким образом, полигональные модели не предназначены для прямой работы с отсканированными данными, так как требуют восстановления поверхности, что в общем случае является нетривиальной задачей и сильно зависит от класса обрабатываемых объектов. При этом восстановленная поверхность не обязательно будет использоваться на этапе визуализации (например, если модель такой сложности, что проекция треугольника на экран при типичной проекции просмотра сравнима по площади с одним пикселем).

С другой стороны, создано большое количество методов, позволяющих достаточно эффективно преобразовывать дискретные отсканированные данные в полигональные сетки ([1], [2]). Более того, современное оборудование высокого класса позволяет выполнять преобразование в сетку аппаратно.

Гораздо сложнее обстоит ситуация с представлением больших объемов данных и поддержкой различных уровней детализации. Структура полигональных сеток линейна и они не обеспечивают <естественной> поддержки многомасштабности, поэтому работа с большими сетками затруднена и требует различных, зачастую вычислительно сложных методов упрощения. Было создано множество алгоритмов для создания многомасштабных представлений на основе сеток, имеющих непосредственное отношение к поставленной задаче.

Практически все технологии упрощения сеток используют некоторые вариации или комбинации следующих механизмов ([3], [4], [5]):

сэмплирования (sampling), прореживания (decimation), адаптивного разбиения (adaptive subdivision) и слияния вершин (vertex merging).

Сэмплирующие алгоритмы упрощают первоначальную геометрию модели, используя либо подмножество исходных точек, либо пересечение вокселей с моделью на трехмерной сетке. Такие алгоритмы лучше всего работают на гладких поверхностях без острых углов.

Алгоритмы, использующие адаптивное разбиение находят простую базовую (base) сетку, которая затем рекурсивно разбивается для аппроксимации первоначальной модели. Такой подход работает хорошо, когда найти базовую модель относительно просто. Например, базовая модель для участка ландшафта обычно прямоугольник. Для достижения хороших результатов на произвольных моделях требуется создание базовой модели, отражающей важные свойства исходной, что может быть нетривиально.

Прореживающие алгоритмы итеративно удаляют вершины или грани из полигональной сетки, производя триангуляцию после каждого шага. Большинство из них используют только локальные изменения, что позволяет выполнять упрощение довольно быстро.

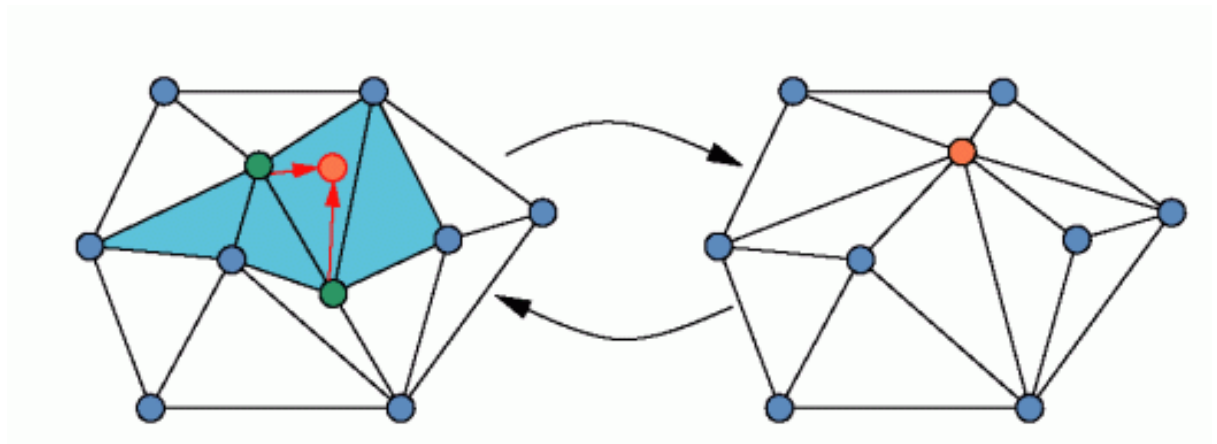


Рисунок 1.1 – Работа прореживающего алгоритма.

Схемы со слиянием вершин работают с помощью свертывания двух или более вершин детализированной модели в одну, которая в свою очередь может быть совмещена с другими вершинами. Слияние вершин треугольника уничтожает его, уменьшая общее число треугольников модели. Обычно

алгоритмы используют сложные методы определения, какие вершины нужно слить вместе и в каком порядке. Методы, использующие слияние ребер (edge collapse), всегда сливают вершины, разделяющие одну грань. Такие методы сохраняют локальную топологию, и, кроме того, при некоторых условиях могут работать в реальном времени.

Сложность вычислений в этих методах высока и их использование не всегда оправдано при работе с дискретными данными, поскольку сложность появляется прежде всего из-за необходимости поддерживать связность модели (которая в нашем случае была искусственно введена на этапе препроцессирования). Другой причиной высокой сложности методов является линейная структура сетки, которую необходимо восстанавливать для визуализации с помощью графических API.

Обобщим свойства полигональных сеток в приложении к поставленной задаче

Преимущества:

- + распространенное представление
- + аппаратная поддержка

Недостатки:

- неэффективны для работы с дискретными данными из-за искусственной поддержки связности, сложного препроцессинга
- неэффективны для больших моделей из-за трудностей с организацией многомасштабности.

### 1.3. Воксельные модели

Классические воксельные (voxel) модели представляют собой трехмерный массив, каждому элементу которого сопоставлен цвет и коэффициент прозрачности. Такой массив задает приближение объекта с точностью, определяемой разрешением массива.