

УДК 681.3.01

Е. М. Сенилова, аспирант, Ижевский государственный технический университет

ФОРМИРОВАНИЕ FLEX-ПОВЕРХНОСТЕЙ ИЗ РАСТРОВЫХ ТЕКСТУРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА БАЗЕ ТЕТРОИДНОЙ РЕГУЛЯРНОЙ МОДЕЛИ ТРЕХМЕРНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Предлагается модель гибкого растра как разновидности хроматической модели тетраидной регулярной сети. Разработана модель аппликативной текстуры, основанная на формировании flex-поверхности из растрового текстурного изображения.

Ключевые слова: трехмерный пространственный объект, тетраидная регулярная сеть, flex-поверхность, растровое текстурное изображение.

Возможности практического использования видеоинформации, передаваемой по каналам связи телекоммуникационных систем, определяются тем, насколько эффективны методы представления, кодирования и преобразования воспроизводимых пространственных структур: в двумерном виде – в форме изображений, в трехмерном виде – в форме описания пространственных объектов и сцен. Одной из перспективных моделей представления трехмерных пространственных объектов является модель тетраидной регулярной сети (модель TRN) [1–3].

В основе построения модели TRN используется понятие тетраида – упорядоченной четверки точек пространства, определяющей, с одной стороны, пространственный четырехугольник – тетрагон, а с другой – пространственный многогранник – тетраэдр. Сеть TRN представляет собой упорядоченный двумерный массив точек со связями, образующими прямоугольную решетку; при этом каждая четверка точек, образующих ячейку сети, интерпретируется как тетраид. Таким образом, сеть TRN представляет собой совокупность тетраидов, стыкующихся друг с другом своими ребрами и вершинами и образующих единую связную пространственную конфигурацию. Поверхность объекта представляется уложенной по его поверхности сетью TRN. Плотность сети должна быть достаточной для воспроизведения формы поверхности, а сама поверхность определяется не путем интерполяции по точкам сети, а строится из «достаточно малых» и «почти плоских» тетраидов [1–3].

Модель TRN обладает такой особенностью, как возможность определения топологических свойств и характеристик трехмерных пространственных объектов [1]. Характерной особенностью модели является также упорядоченность тетраидов в сети, что обеспечивает их неявную индексацию и исключает в модели данных громоздкие вспомогательные индексные структуры в отличие от других полигональных моделей. За счет этого в 5 раз сокращается объем потребляемой памяти и минимум в 1,5 раза сокращается время доступа к элементам данных в процессе их обработки. При этом обеспечивается также возможность прямого перехода с текущего

обрабатываемого тетраида на соседние с ним по сети тетраиды, что в еще большей степени сокращает время вычислений, затрачиваемое на оперирование моделями пространственных объектов.

Для текстурных поверхностей матричный характер сети в сочетании с малыми размерами тетраидов позволяет произвести хроматизацию поверхностей объектов с помощью растров путем установления прямого соответствия «тетраид – пиксел» [4]. Тем самым за счет хроматизации TRN-сети реализуется простая и эффективная схема рендеринга, обеспечивающего высокое качество изображений проекций при визуализации трехмерных пространственных объектов.

В том случае, если ячейки сети помимо указанных выше условий «достаточно малых» и «почти плоских» тетраидов имеют форму «достаточно близкую к квадратной», хроматическая модель TRN может рассматриваться как гибкий растр – деформированная в пространстве плоскость с нанесенным на нее растровым изображением. Понятие гибкого растра позволяет рассматривать модель TRN с другой точки зрения, исходя из взаимных отношений между поверхностями объектов и наложенными на них растрами, порождаемых, соответственно, взаимно однозначным соответствием «тетраид – пиксел».

В этом случае, сами растры можно использовать для формирования поверхностей (рис. 1). Для этого необходимо создать сеть TRN с квадратными ячейками, соответствующими пикселям взятого за исходный растра. Эту сеть можно расположить в плоскости абсциссы и ординаты таким образом, чтобы узел с нулевыми значениями индексов находился в начале координат, а связи узлов были бы параллельны абсциссе и ординате соответственно. Если затем подвергнуть эту сеть деформации, заключающейся в перемещении каждого ее узла в направлении аппликаты на величину, пропорциональную яркости соответствующего пикселя, то образуется гибкая поверхность (flex-поверхность). Эту поверхность можно затем подвергнуть хроматизации тем же исходным растром. В результате образованный гибкий растр будет реализовывать аппликативный рендеринг flex-поверхности, полученной из исходного растра (рис. 1).

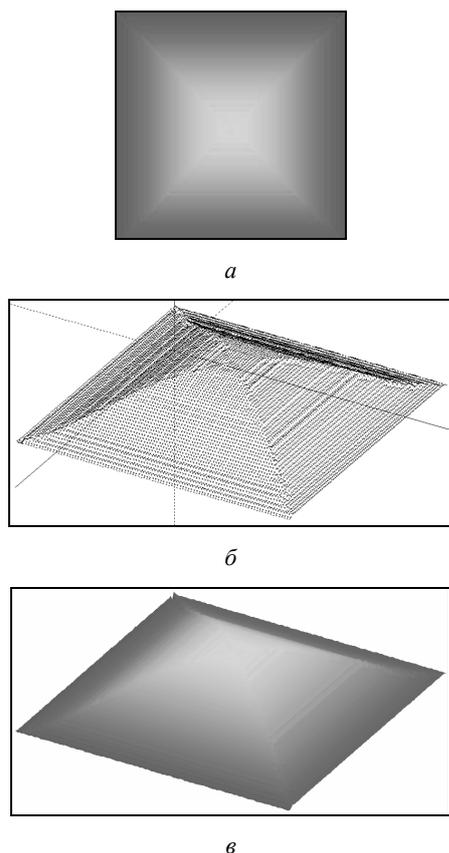


Рис. 1. Гибкий растр с аппликативным рендерингом:
 а – исходный растр; б – flex-поверхность (каркасный рендеринг);
 в – flex-поверхность (аппликативный рендеринг)

В общем случае получаемые flex-поверхности являются пространственными объектами размерности 2,5; поэтому их использование наиболее целесообразно для формирования на основе использования растров текстур шероховатых поверхностей (которые, в свою очередь, могут быть подвергнуты последующему деформированию для наложения на поверхность объекта). Аппликативный рендеринг таких поверхностей тем же самым исходным растром текстуры позволяет получить качественное реалистичное изображение шероховатой текстурированной поверхности (рис. 2). Последующее деформирование этой поверхности до расположения ее узлов на поверхности моделируемого объекта завершает процесс его формообразования [2].

В результате, можно сделать следующие выводы.

1. Предложена хроматическая модель тетраидной регулярной сети, обеспечивающая описание трехмерных пространственных объектов и позволяющая реализовать простую и эффективную схему высококачественного рендеринга в процессе их визуализации, взаимовызывающую растровую хроматизацию поверхностей объектов с их пространственным описанием, при существенных сокращениях объемов потребляемой памяти и времени вычислений изображений проекций.

2. Создана модель гибкого растра как разновидность хроматической модели тетраидной регулярной сети, основанная на формировании различных по-

верхностей (flex-поверхностей) на основе растровых изображений, существенно расширяющая возможности формообразования пространственных объектов сложной формы.

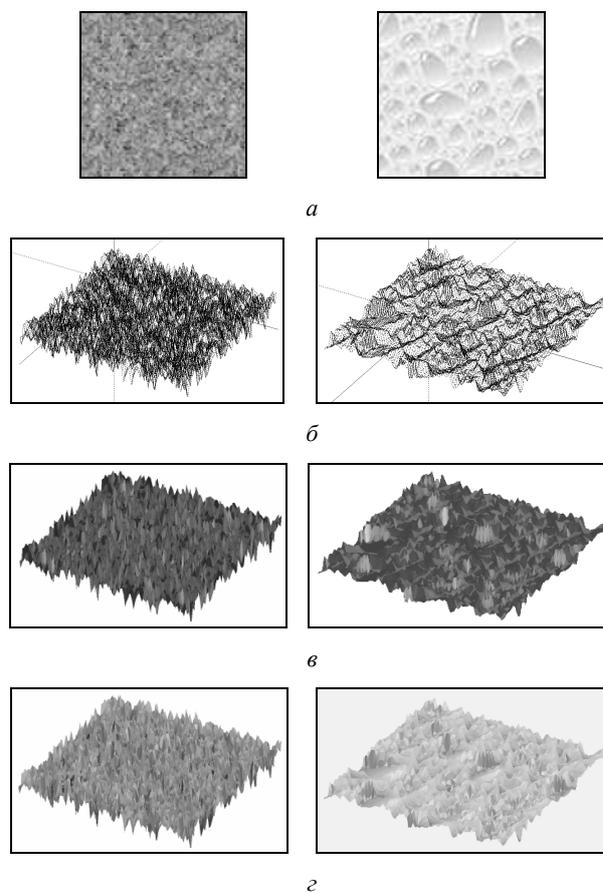


Рис. 2. Формирование аппликативных текстур из растровых текстурных изображений: а – исходные растры;
 б – flex-поверхности (каркасный рендеринг); в – flex-поверхности (тоновый рендеринг); г – flex-поверхности (аппликативный рендеринг)

3. Разработана модель аппликативной текстуры, основанная на формировании flex-поверхности из растрового текстурного изображения и последующей ее хроматизации этим растровым текстурным изображением, обеспечивающая качественное реалистичное изображение шероховатой текстурированной поверхности.

Список литературы

1. Елкин С. Л., Мурынов А. И. Тетрагональная регулярная пространственная сеть как модель описания геометрико-топологических пространственных объектов размерности 3 // Информационные технологии в науке, социологии, экономике и бизнесе : Материалы 31-й Междунар. конф. – Украина, Крым, Ялта – Гурзуф // Прилож. к журн. «Открытое образование». – 2004. – С. 84–86.
2. Елкин С. Л., Мурынов А. И. Представление процессов формообразования, проецирования и анимации тел посредством TRN-модели // Изв. Тульского гос. ун-та. – 2004. – Т. 10. – Вып. 4. – С. 62–66.
3. Макарова О. Л., Мурынов А. И., Сенилова Е. М. Тетраидная регулярная сеть как модель пространственных объек-

тов размерности 3 // Информационные технологии в науке, социологии, экономике и бизнесе : Материалы 33-й Международ. конф. – Украина, Крым, Ялта – Гурзуф // Прилож. к журн. «Открытое образование». – 2006. – С. 181–182.

4. Мурынов А. И., Сенилова Е. М. Хроматическая TRN-модель пространственных объектов // Информационные

технологии в науке, социологии, экономике и бизнесе : Материалы 33-й Международ. конф. – Украина, Крым, Ялта – Гурзуф // Прилож. к журн. «Открытое образование». – 2006. – С. 186–187.

E. M. Senilova, Postgraduate Student, Izhevsk State Technical University

Flex-Surfaces Generation from Bitmap Texture Images Based on Tetragonal Regular Model of 3D Spatial Objects

A flexible bitmap model as a type of chromatic tetroid regular grid is proposed. The presented applicative texture model is based on flex-surface generated from bitmap texture image.

Key words: three-dimensional spatial object, tetroid regular grid, flex-surface, bitmap texture image.