

УДК 677:24:519.5

**ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ НАЛОЖЕНИЯ ТЕКСТУР
В OPENGL ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**APPLICATION OF VARIOUS METHODS OF TEXTURES MAPPING
IN OPENGL FOR DEVELOPMENT OF TEXTILE ARTICLES**

Р.И. ВАЛИУЛЛИН, А.Е. ВОЙНОВ
R.I. VALIULLIN, A.E. VOJNOV

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")
E-mail: rustamvaliullin@mail.ru; alexfsp@narod.ru

В предложенной статье рассматривались способы наложения текстур в OpenGL. Даны рекомендации по типам используемых текстур, предложено использование метода наложения текстуры, основанного на генерации точек привязки изображения к трехмерной модели.

The methods of imposing textures in OpenGL are considered in the given article. Recommendations on the types of the used textures are given, the use of a mapping textures method based on generation of points of an image closure to three-dimensional model is offered.

Ключевые слова: OpenGL, текстура, ткань, фактура, дизайн, 3d визуализация.

Keywords: OpenGL, a texture, a fabric, the pattern, design, 3d visualization.

Как показано в [1], современное текстильное производство все больше ориентируется на производство небольших партий различных изделий, расширяя их номенклатуру. Расширение ассортимента производства текстильных изделий во многом зависит от эффективности процесса разработки и дизайна новых моделей одежды. Использование средств трехмерной визуализации изделий при их разработке позволяет наглядно представить себе будущее изделие еще до этапа выработки ткани, повышая таким образом эффективность работы дессинатора, модельера, технолога. Для визуализации трехмерных моделей нами предлагается использовать библиотеку OpenGL, обладающую рядом преимуществ, описанных в [2]. Одной из главных проблем становится подбор и реализация правильного метода наложения текстур ткани на трехмерную модель, позволяющего получить реалистичную картину распределения рисунка ткани по изделию.

Графическая система OpenGL поддерживает несколько вариантов реализации наложения текстур. Рассмотрим эти варианты и определим возможности их применения в программе визуализации трехмерных тканых изделий с использованием изображений ткани в качестве текстур.

В первой версии OpenGL можно было накладывать одно- и двухмерные текстуры на одно-, двух-, трех- и четырехмерные графические объекты. В последней версии реализовано наложение трехмерных текстур, но эта функция поддерживается только аппаратными средствами профессиональных графических станций.

Метод наложения, реализованный в OpenGL, учитывает особенности конвейерной архитектуры этой графической системы. В системе имеется и отдельный конвейер обработки пикселей, причем результаты обработки на обоих конвейерах сливаются на этапе тонирования изобра-

жения. Любое изображение, сформированное им, может быть наложено на изображение геометрических объектов. Такая архитектура предопределяет тип функций наложения, которые она способна поддерживать. В частности, проективное наложение выполняется в процессе растрового преобразования. Этот процесс отображает трехмерные точки пространства сцены на двухмерное пространство экрана (пиксели). Каждый генерируемый фрагмент тестируется на видимость (с помощью z-буфера) и, если он видим, закрашивается. Можно считать, что наложение текстуры входит как отдельный этап в процесс закрашивания. Вершины отображаются на координаты текстуры, а нужные значения интенсивности текстуры вычисляются путем интерполяции, как это делалось при закрашивании внутренней области многоугольника, вершинам которого назначены разные цвета [3]. Эффект от наложения текстуры зависит и от того, какой тип проецирования используется при формировании изображения. По умолчанию исполнительная система OpenGL использует для формирования интенсивности накладываемой текстуры линейную интерполяцию в пространстве координат экрана. Можно так настроить режим работы исполнительной системы OpenGL, что она будет использовать более сложный метод интерполяции (если таковой поддерживается в данной реализации системы), но за это придется "платить" снижением производительности. Для системы визуализации одежды такое снижение производительности не является критичным, поэтому мы рекомендуем использовать режим максимально качественной интерполяции изображения.

Графическая система OpenGL поддерживает и несколько функций тонкой настройки процесса наложения. Например, можно выделить на изображении полосой заданной ширины (n пикселей) границы

области, на которую накладывается текстура. В этом случае пользователь увидит на экране нечто, напоминающее мозаику из плиток разных материалов. Для автоматической генерации координат текстуры в OpenGL можно использовать функцию `glTexGen()`, которая имеет несколько режимов работы. Один из них позволяет сформировать линейное отражение пространства геометрических координат на пространство координат текстуры. Одно из интересных приложений этого режима – воспроизведение на экране рельефа с наложенной текстурой (скалы, трава и т.п.). Текстура непосредственно проецируется на трехмерную сеть. Данный режим позволяет осуществить визуализацию не только текстуры, но и фактуры ткани.

При наложении текстуры надо учитывать случай, когда размеры текстуры отличаются от размеров объекта, на который она накладывается. При этом возможно как растяжение, так и сжатие изображения. Рекомендуется делать структуру достаточного разрешения, которое позволит минимизировать потерю качества изображения при масштабировании.

Перед нанесением текстуры на объект необходимо установить соответствие между точками на поверхности объекта и на самой текстуре. Задавать это соответствие можно двумя методами: отдельно для каждой вершины или сразу для всех вершин, задав параметры специальной функции отображения.

Первый метод реализуется с помощью команд

```
void glTexCoord[1 2 3 4][s i f d](type coord)
```

```
void glTexCoord[1 2 3 4][s i f d]v(type *coord)
```

Чаще всего используются команды вида `glTexCoord2..(type s, type t)`, задающие текущие координаты текстуры. Вообще, понятие текущих координат текстуры аналогично понятиям текущего цвета и текущей нормали и является атрибутом вершины. Однако даже для куба нахождение соответствующих координат текстуры является довольно трудоемким занятием, поэтому в библиотеке GLU помимо команд,

проводящих построение таких примитивов, как сфера, цилиндр и диск, предусмотрено также наложение на них текстур. Для этого достаточно вызвать команду

```
void gluQuadricTexture(GLUquadricObj* quadObject, GLboolean textureCoords)
```

с параметром `textureCoords` равным `GL_TRUE`, и тогда текущая текстура будет автоматически накладываться на примитив [4]. К сожалению, такой метод не применим для наложения текстуры на объект сложной формы.

Второй метод реализуется с помощью команд

```
void glTexGen[i f d](GLenum coord, GLenum pname, GLtype param)
```

```
void glTexGen[i f d]v(GLenum coord, GLenum pname, const GLtype *params)
```

С помощью этого метода текстуру можно наложить на объект любой сложности, сгенерировав для данного объекта точки привязки модели к текстуре. Такой метод наиболее подходит для реализации системы трехмерного моделирования текстурных изделий.

ВЫВОДЫ

В предложенной статье рассматривались способы наложения текстур в OpenGL. Даны рекомендации по типам используемых текстур, предложено использование метода наложения текстуры, основанного на генерации точек привязки изображения к трехмерной модели. Реализация данного метода и алгоритм привязки точек будет описан в следующих статьях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юхин А.С., Оленева О.С. Особенности планирования производства на заказ // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №3. С. 6...8.
2. Войнов А.Е., Валиуллин Р.И. Применение технологии визуализации трехмерных объектов при проектировании художественного оформления ткани // Сб.: Труды первой международной конференции научной, технической и социальной реальности. Кластерные технологии моделирования. – Ижевск, 04-06 февраля 2009. С. 71...72.
3. Эдвард Эйнджел. Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс на базе OpenGL. – 2-

е изд. / Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильяме", 2001.

4. Текстуры в OpenGL [Электронный ресурс] – http://docs.com.ru/ogl_1_5.php

Рекомендована кафедрой информационных технологий и компьютерного дизайна. Поступила 03.06.11.
