

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Самусь Н.С.

аспірант,

Одеськая национальная академия связи

имени А.С. Попова

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФОВ В СЕТОЧНОМ КОДИРОВАНИИ 3D ОБЪЕКТОВ

Сеткой трехмерного объекта называют, как правило, совокупность вершин, ребер и граней, которые определяют форму объекта. А графом можно назвать путь, состоящий с совокупности вершин, которые также называются узлами, соединенных ребрами, или так называемыми дугами. В кодировании и сжатии данных о связности сеточных моделей были заложены основы теории графов. Впервые они были представлены для ускорения визуализации, далее улучшались для максимизации сжатия. В этих схемах кодируют граф связности сетки, а не каждый индекс вершины.

Цель этой работы состоит в анализе использования теории графов в алгоритмах кодирования данных о связности сеточных моделей, их эффективности и сравнения нескольких методов такого кодирования на низкополигональной сеточной модели 3D объекта.

Первым, кто представил эффективный алгоритм кодирования планарных графов был Джордж Туран. Его идея состояла в разделении планарного графа на два остовных дерева (spanning trees). Одно с этих деревьев должно охватывать вершины и иметь $v-1$ ребер (где v – количество вершин), а второе в свою очередь – охватывать грани и иметь при этом $f-1$ ребер (где f – количество граней) [1]. Если мы возьмем полностью триангулированный граф, то использование метода Турана потребует 12 бит на вершину (bpv). Возьмем этот метод как основной, и дальнейшие результаты исследования будем сравнивать с ним.

Как уже говорилось ранее, любую сетку можно представить совокупностью вершин (vertex), ребер (edges) и граней (faces). В связи с этим и были выделены три основных группы методов кодирования связности сетки трехмерных объектов. Для исследования была выбрана

низкополигональная сеточная модель кота (рис. 1). А для упрощения результатов выбран небольшой участок, состоящий с 15 вершин, 31 ребра и 17 граней.

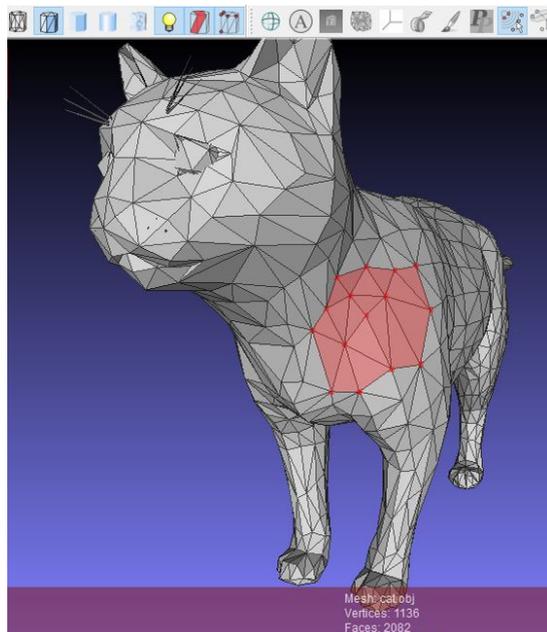


Рис. 1. Низкополигональная сеточная модель кота с выбранным произвольным участком, выделенным красным цветом

Источник: разработано автором

В качестве метода, в котором кодовые символы связаны с вершинами (vertex-based approach), рассмотрим Triangle Mesh Compression, авторами которого являются Готсмен и Тоума [2]. Этот метод называют основанным на валентностях. Он состоит в присвоении каждой вершине своей валентности и занесении ее в активный список. В данном случае валентность вершины представляет собой количество ребер, принадлежавших этой вершине. По результатам множества исследований валентность вершины всегда больше 2 и редко превышает 9, а среднее значение близко к 6. Вернемся к выбранному участку, присвоим валентность каждой вершине, а полученную последовательность закодируем кодом Хаффмана.

Рассмотрим далее подход Face-Fixer, разработанный Изенбургом и Сноенки [3], в качестве метода, в котором кодовые символы связаны с ребрами (edge-based approach). Он заключается в присвоении метки каждому ребру (откуда и пошло название одной из трех группы методов кодирования связности сетки) в соответствии с набором правил: F, S, E, R, L. В этом случае также было найдено соответствие для простой треугольной сетки, что $2/3$ меток от всего количества будут принадлежать к F.

А в качестве метода, в котором кодовые символы связаны с гранями (face-based approach), был выбран подход Edgebreaker, предложенный Росигнаком [4]. В нем треугольники посещаются по спирали в глубину и каждой грани присваивается своя метка в соответствии с набором правил: C, L, E, R, S. Этот метод очень похож на предыдущий, но его особенность и преимущество состоит в том, что для типичной треугольной сетки в соответствии с формулой Эйлера количество граней в полтора раза меньше, чем ребер, а соответственно, и количество символов для кодирования будет в полтора раза меньше. Здесь найдена закономерность, что ровно половина граней получают метку С.

Результат кодирования выбранного участка низкополигональной сеточной модели кота методом, основанным на валентностях, представлен на рис. 2а и табл. 1. Код полученной последовательности 0 1011 0 01 1111 0 01 01 1011 0011 01 0 0111 0 01. А скорость цифрового потока при этом составила 2,33bprv.

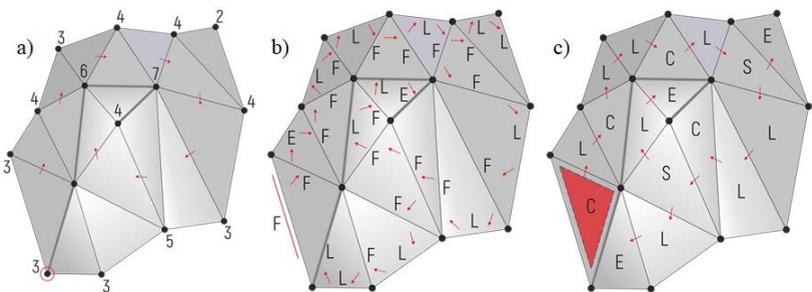


Рис. 2. Процесс кодирования выбранного участка методом
а) Triangle Mesh Compression; б) Face-Fixer; в) Edgebreaker
 Источник: разработано автором

Таблиця 1

Присвоение кодов валентностям метода Triangle Mesh Compression

Валентность	Вероятность	Код
2	1/15~0.067	0011
3	5/15~0.333	0
4	5/15~0.333	01
5	1/15~0.067	0111
6	1/15~0.067	1111
7	2/15~0.133	1011

Источник: разработано автором

Результат кодирования методом Face-Fixer представлен на рис. 2б и табл. 2. Код полученной последовательности 11 000 11 0101 010 1 1 010 1 1 010 010 1 010 1 010 1 1 1 010 1 010 010 1 010 1 010 000. А скорость цифрового потока – 3,93 бпр.

Таблиця 2

Присвоение меток ребрам методом Face-Fixer

Метка	Вероятность	Код
F3	2/3~0.67	1
R	1/12~0.083	011
L	1/12~0.083	010
S	1/12~0.083	001
E	1/12~0.083	000

Источник: разработано автором

Результат кодирования методом Edgebreaker представлен на рис. 2с и табл. 3. Код полученной последовательности 0 110 0 110 110 0 110 100 111 110 110 0 100 110 111 110 111. А скорость цифрового потока – 2,87бпр.

Таблиця 3

Присвоение меток граням методом Edgebreaker

Метка	Вероятность	Код
C	1/2~0.5	0
L	1/8~0.125	110
E	1/8~0.125	111
R	1/8~0.125	101
S	1/8~0.125	100

Источник: разработано автором

Для методов кодирования связности сеточных моделей, основанных на ребрах и гранях, из-за наличия таблицы правил присвоения меток известен путь кодирования, следовательно, возникает меньше ошибок при декодировании. Так как количество вершин в 2 раза меньше по сравнению с количеством граней и в 3 раза по сравнению с количеством ребер, то количество символов при кодировании алгоритмами, основанными на вершинах, меньше всего, следовательно, меньше требуемая скорость цифрового потока и меньше требуемый объем. Исходя из всего этого, было подтверждено, что наиболее оптимальным и часто используемым алгоритмом в сеточном кодировании связности считают Edgebreaker.

Список использованных источников:

1. J. Peng, C.-S. Kim, C.-C. Jay Kuo, J. Vis. Commun. Image R. 16, 2005, pp. 695-699.
2. C. Touma, C. Gotsman, Triangle mesh compression, in: Proceedings of Graphics Interface, 1998, pp. 26-34.
3. Isenburg M., Snoeyink J. Face Fixer: Compressing polygon meshes with properties. Proc. of SIGGRAPH'2000, 2000, pp. 263-270.
4. J. Rossignac, 3D mesh compression, GIT – GVU Technical Report, 2003.

Юрко О.В.

студентка,

*Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького*

РОЗРОБКА НЕТИПОВОЇ СИСТЕМИ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Останнім часом великої популярності набирає нанесення графіті або малюнків за допомогою креслярських машин, які почали свою історію з креслення кругів. Зараз стрімкого розвитку набирають системи для відтворення графічних зображень, бо конструкції для їх створення є нескладними. Для створення такого «електронного художника» достатньо мати крокові двигуни, пару метрів зубчастого ремня, трішки фантазії та натхнення.