

КОДЫ ПЕРЕМЕННОЙ ДЛИНЫ В КОДИРОВАНИИ ГЕОМЕТРИИ СЕТОК 3D ИЗОБРАЖЕНИЙ

Самусь Н. С.

Кафедра телевидения и радиовещания, Одесская национальная академия связи им. А. С. Попова
Одесса, Украина

E-mail: natalia_samus@ukr.net

Работа посвящена поиску оптимального метода кодирования данных геометрии 3D сеточных моделей, используемых для представления трехмерного мультимедийного контента, теми кодами, которые еще не нашли применение в этой области науки. Рассчитывается средняя скорость цифрового потока кодирования вершин сетки, которая позволила оценить эффективность использования выбранных методов.

ВВЕДЕНИЕ

3D объекты с высоким разрешением в неоптимизированных форматах занимают огромное количество места для хранения. В связи с чем сокращение места для хранения, пропускной способности, затрат на рендеринг 3D данных остается актуальной темой исследований уже более 15 лет. Благодаря быстрому развитию 3D технологий кодирование трехмерных моделей является существенным для передачи по сетям с ограниченной пропускной способностью, особенно это касается больших сеток [1]. В работе рассмотрено и сравнено некоторые энтропийные методы сжатия, среди которых Гамма-код Элиаса, код Ивэн-Роде, код Райса, код Грея, ряд Фибоначчи.

I. О КОДАХ ПЕРЕМЕННОЙ ДЛИНЫ, ВЫБРАННЫХ ДЛЯ КОДИРОВАНИЯ ГЕОМЕТРИИ СЕТОЧНЫХ МОДЕЛЕЙ

Гамма-код Элиаса – это универсальный двоичный префиксный код для представления натуральных чисел. Он предполагает, что меньшие целые значения более вероятны. То есть, значения, которые используют n бит, должны быть в 2 раза вероятнее значений, используемых $n+1$ бит [2]. Достоинство этого кода – возможность напрямую декодировать без каких-либо таблиц или сложных операций. Как только будет найден первый однобитовый бит, длина кодового слова мгновенно становится известной. А биты, следующие за нулевыми битами, являются непосредственно закодированным значением. Недостаток – нельзя представить ноль.

Код Ивэн-Роде – это код, состоящий из последовательности групп длиной $L_1, L_2, L_3, \dots, L_m$ бит, начинающихся с бита 1. Конец последовательности задается битом 0. Длина каждой следующей $(n+1)$ -й группы задается значением битов предыдущей n -й группы. Значение битов последней группы является итоговым значением всего кода, то есть всей последовательности групп [3].

Код Райса – это семейство двоичных префиксных кодов, которые различаются одним па-

раметром k . Кодированное число в двоичном представлении разбивается на 2 части: k самых младших разрядов и все остальные от k -го и старше. Старшая часть кодируется унарным кодом, а младшая – это значение остатка с использованием двоичного кода.

Код Грея – это одношаговый код, то есть при переходе от одного числа к другому всегда меняется лишь один из всех бит информации. Достоинство заключается в том, что выдача совершенно неверного значения полностью исключается.

Ряд Фибоначчи – это числовой ряд, в котором каждое последующее число, начиная с третьего, равно сумме двух предыдущих чисел. Следовательно, любое натуральное число однозначно представимо в виде суммы чисел Фибоначчи. Так как ноль представить в данном случае невозможно, ряд Фибоначчи был модифицирован.

II. РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНЕНИЯ КОДИРОВАНИЯ ГЕОМЕТРИИ СЕТОЧНЫХ МОДЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫМИ КОДАМИ

Ранее уже проанализировано эффективность выбора системы остаточных классов для преобработки геометрии сеточных моделей [4]. Следовательно, ставится задача выбора оптимального кода для кодирования чисел от 0 до 12. Поэтому была составлена таблица 2, которая позволила сравнить коды для конкретного случая и высчитать полученные при этом скорости цифрового потока. В ней представлены через косую черту полученные закодированные последовательности определенного метода кодирования для каждого числа и количество бит, потраченных на нее, соответственно.

Для определения скорости цифрового потока была высчитана вероятность появления разных комбинаций чисел от 0 до 12 (см. табл. 1).

Таблица 1 – Вероятность появления чисел от 0 до 12

Числа	Вероятность
0...6	0.104
7...10	0.056
11...12	0.026

Полученные скорости цифрового потока были сведены в гистограмму (см. рис. 1). Синим цветом выделенные данные при общем расчете, зеленым – при использовании параллельной обработки кодирования данных о геометрии сетки, описанной в [4]. Как видно, наилучшую скорость дает использование кода Райса для кодирования топологии сетки после преобразования СОК (системы остаточных классов). Его особенность как раз в том, что он подходит для ситуаций, в которых возникновение малых значений во входном потоке преобладает.

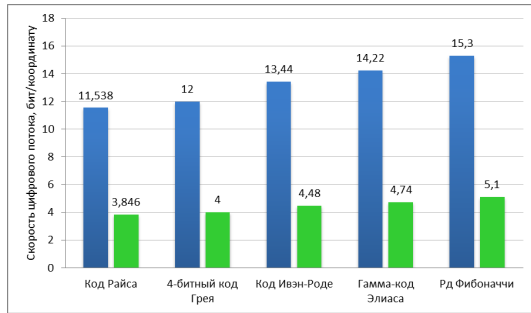


Рис. 1 – Гистограмма скорости цифрового потока рассматриваемых кодов

Также стоит обратить внимание на особенности других кодов: гамма-код Элиаса чаще всего используется при кодировании целых чисел, когда верхний предел заранее определить невозможно; код Ивэн-Роде имеет возможность разделения символов переменной длины в стро-

ке, 4-битный код Грея обладает возможностью упрощения выявления и исправления ошибок, а для модифицированного ряда Фибоначчи характерны высокая помехоустойчивость и однозначное определение окончания кодирования каждого числа, что очень важно при передаче больших объемов данных.

Выводы

Использование кодов переменной длины является эффективным методом для кодирования геометрии сеточных 3D моделей и ничем не уступает уже существующим (к примеру, скорость цифрового потока при использовании кодера Диринга дает 16 бит/координату, VRML – 10 бит/координату). А следовательно, могут быть использованы в разработке и внедрении систем объектно-ориентированного телевидения.

1. Peng J. Feature oriented progressive lossless mesh coding / J. Peng, Y. Huang, C.-C. Jay Kuo, I. Eckstein, M. Gopi // Computer Graphics Forum. – 2010. – Vol. 29, № 7. – P. 2029–2038.
2. Pasi 'Albert' Ojala, Compression Basics [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.cs.tut.fi/~albert/>.
3. Ватолин, Д. Методы сжатия данных / Д. Ватолин, А. Рагушняк, М. Смирнов, В. Юкин. – М.: Диалог-Мифи, 2003. – 384 с.
4. Самусь, Н. С., Ошаровська О. В. Використання системи залишкових класів при кодуванні геометрії сітчастих 3D об'єктів / ВІСНІК МНТЖ. – Хмельницький національний університет, 2015. – №2. – С. 117–120.

Таблица 2 – Закодированные последовательности чисел выбранными кодами переменной длины, необходимые для кодирования геометрии сеток 3D объектов

Число	Гамма-код Элиаса	Код Ивэн-Роде	Код Райса	4-битный код Грея	Модифицированный ряд Фибоначчи
0(1)*	1/1	000/3	000/3	0000/4	11/2
1(2)	01 0/3	001/3	001/3	0001/4	011/3
2(3)	01 1/3	010/3	010/3	0011/4	0011/4
3(4)	001 00/5	011/3	011/3	0010/4	00011/5
4(5)	001 01/5	100 0/4	1000/4	0110/4	01011/5
5(6)	001 10/5	101 0/4	1001/4	0111/4	000011/6
6(7)	001 11/5	110 0/4	1010/4	0101/4	010011/6
7(8)	0001 000/7	111 0/4	1011/4	0100/4	001011/6
8(9)	0001 001/7	100 1000 0/8	11 000/5	1100/4	0000011/7
9(10)	0001 010/7	100 1001 0/8	11 001/5	1101/4	0100011/7
10(11)	0001 011/7	100 1010 0/8	11 010/5	1111/4	0010011/7
11(12)	0001 100/7	100 1011 0/8	11 011/5	1110/4	0001011/7
12(13)	0001 101/7	100 1100 0/8	11 1000/6	1010/4	0101011/7

* – так как представление нуля не возможно в Гамма-коде Элиаса, используется его модификация (biased Elias).