

9. Kuznetsov Y.A., Combined Technology of Restoration and Hardening Elements. (in Russian).  
 10. Koivuluoto, H., Lagerbom, J. and Vuoristo, P. Adhesion of Cold Sprayed Coatings: Effect of Powder, Substrate, and Heat Treatment, Thermal Spray 2007: Global Coating Solutions, B.R. Marple, M.M. Hyland, Y.-C. Lau, C.-J. Li, R.S. Lima, and G. Montavon, Ed., May 14-16, 2007 (Beijing, China), ASM International, pp. 31-36  
 11. S. Guetta, Berger, M.H., Borit, F., Guipont, V., Jeandin, M., Boustie, M. Poitiers, F. Ichikawa, Y. and K. Ogawa. Influence of Particle Velocity on Adhesion of Cold-Sprayed Splats, Thermal Spray 2008: Crossing Borders, E. Lugscheider, Ed., ASM International, Materials Park, OH, 2008.

Рецензія/Peer review : 10.11.2015 р.

Надрукована/Printed :19.12.2015 р.

**УДК 621.397****Е.В. ОШАРОВСКАЯ, Н.А. ПАТЛАЕНКО, В. И. СОЛОДКА**

Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЕТОЧНЫХ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТЯХ ЦИФРОВОГО ПОТОКА**

*В работе рассматривается скорость передачи реальных трехмерных сеточных объектов. Анализируются скорости передачи для двух стандартов дискретизации в разных цифровых потоках. Было показано, как произвести проекцию трехмерного объекта на двумерное пространство. Получены зависимости канальной емкости от скорости передачи цифрового потока сцены из двух объектов для структур дискретизации 4:4:4 и 4:2:2. Найдены аппроксимирующие функции канальной зависимости в виде сплайнов.*

*Ключевые слова. Сеточные объекты, скорость передачи, цифровой поток, трехмерное пространство.*

E.V. OSHAROVSKAYA, N.A. PATLAENKO, V.I. SOLODKA

O.S. Popov's Odessa national academy of telecommunications

## **QUALITY ASSESSMENT THREE-DIMENSIONAL MESH OBJECTS AT DIFFERENT SPEEDS OF DIGITAL STREAMS**

*Abstract - The paper deals with the transmission rate of real three-dimensional mesh objects. We have analyzed the transmission rate for two sampled structures in different digital streams. It was shown how to make a projection of a three-dimensional object on a two-dimensional space. The paper deals with the transmission rate of real three-dimensional meshes. We have analyzed the transmission rate for sampling structures 4: 4: 4 or 4: 2: 2. and bit rate of the studied objects. It was shown how to make a projection of a three-dimensional object on a two-dimensional space. The dependences of channel capacity from a digital stream have been received and approximated by splines for a scene of two objects*

*Keywords: Meshes, the transmission rate, the digital stream, the three-dimensional space.*

### **Постановка задачи**

Для исследования скорости передачи выбранных трехмерных объектов используем две структуры дискретизации 4:2:2 и 4:4:4. Скорость передачи для выбранных структур 4:2:2 (1) и 4:4:4 (2), и при разных параметрах исследуемых объектов, выглядят следующим образом [1, 2]:

$$V_p = R * 2 * W * H * F \quad (1)$$

$$V_p = R * 3 * W * H * F \quad (2)$$

где  $V_p$  – скорость передача данных объекта, бит/с;  
 $W$  и  $H$  – ширина и высота кадра в пикселях;  
 $R$  – разрядность для каждой компоненты, бит;  
 $F$  – кадровая частота, кадров/с.

### **Проецирование трехмерных объектов на двумерный ТВ растр**

Так как мы исследуем трехмерные объекты, то нам необходимо перейти из трехмерного пространства в двумерное. Координаты в двумерном пространстве имеют следующий вид:

$$X_c = x + k_x * z, \quad (3)$$

$$Y_c = y + k_y * z, \quad (4)$$

где  $X_c$  и  $Y_c$  – координаты на плоскости;  
 $x, y, z$  – координаты в трехмерном пространстве;  
 $k_x, k_y$  – коэффициенты проекции глубины, которые берутся по модулю и не превышают значения единицы. Коэффициенты принимаем равными 0,5.

При переходе из трехмерного пространства в двумерное надо учесть тот факт, что используется децимация координат и клиппинг вершин объекта. Это позволяет восстанавливать объект в двумерном пространстве с высокой четкостью [3]. Соответственно, ширину и высоту кадра исследуемого объекта рассчитаем по формулам (5) и (6) следующим образом:

$$W = X_{max} - X_{min}, \quad (5)$$

$$H = Y_{max} - Y_{min}, \quad (6)$$

где  $X_{max}$  и  $Y_{max}$  - максимальное количество элементов разложения в двумерном пространстве по осям  $X$  и  $Y$ .  
 $X_{min}$  и  $Y_{min}$  - минимальное количество элементов разложения в двумерном пространстве по осям  $X$  и  $Y$ .

**Определение скорости цифрового потока**

Для исследования скорости цифрового потока от трехмерного объекта используем прямое и обратное вейвлет-преобразования Daubechies 4-го порядка, задаемся выбранным порогом отношения S/N в 35дБ.

Рассчитаем скорость передачи исследуемых реальных сеточных объектов для выбранных видеостандартов 4:2:2 и 4:4:4.

В трехмерном виде объекты описаны Galleon (рис.1) 2510 вершин и 4698 треугольников и Big\_spider (рис.3) 4670 вершин и 9286 треугольников.

Объект Galleon представлен в трехмерном виде (рис. 1) и в двумерной проекции (рис.2). В двумерном пространстве объект преобразовался с высотой 935 пикселей и шириной 656 пикселей. Начало координат в преобразованной области располагается в центре объекта.

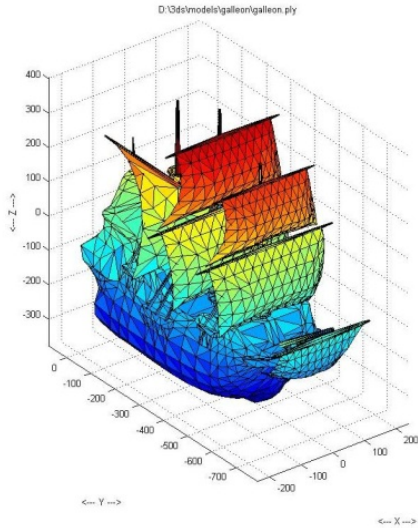


Рис. 1. Объект Galleon

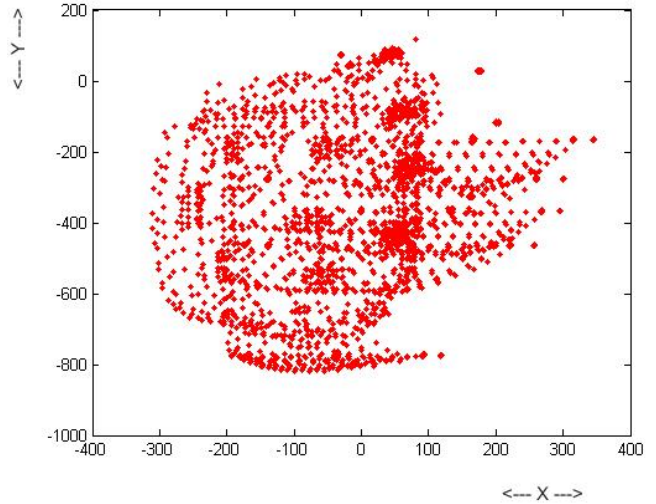


Рис. 2. Объект Galleon в двумерном виде

В таблице 1 приведены результаты расчета скорости передачи данных объекта Galleon для формата дискретизации 4:2:2, для случаев построчной и чересстрочной разверток с учетом клиппинга (удаления невидимых вершин) и децимации, при разной разрядности обрабатываемых данных.

Таблица 1

**Скорость передача данных объекта Galleon для формата 4:2:2**

Разрядность \ Кадров в секунду	25	50
8	3,1 кбит/с	6,2 кбит/с
16	6,6 кбит/с	12,5 кбит/с
32	9,7 кбит/с	18,7 кбит/с
64	12,9 кбит/с	31,3 кбит/с

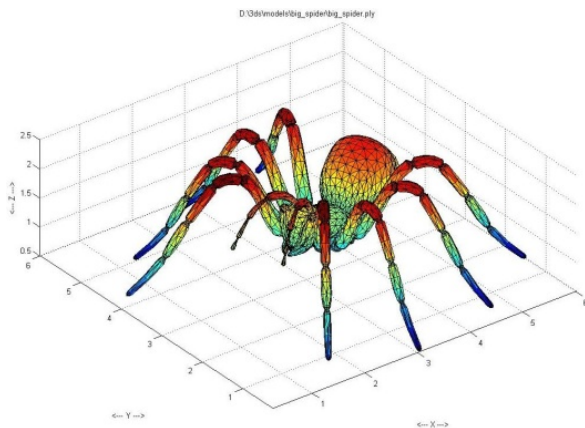


Рис. 3. Объект Big spider

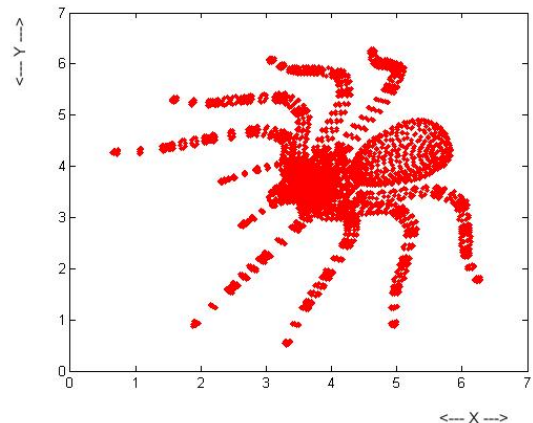


Рис. 4. Объект Big spider в двумерном виде

Объект Big spider в двумерном пространстве спроецировался в двумерную область с высотой и по

ширине по 7 елементов разложения.

Таблица 2

**Расчет скорость передача данных объекта Big spider для формата 4:2:2.**

Кадров в секунду разрядность	25	50
8	1,63 кбит/с	3,27 кбит/с
16	1,84 кбит/с	3,7 кбит/с
32	2,1 кбит/с	4,3 кбит/с
64	2,6 кбит/с	5,2 кбит/с

Аналогично рассчитаем скорость передачи данных исследуемых сеточных трехмерных объектов для видеостандарта формата 4:4:4.

Таблица 3

**Расчет скорость передача данных объекта Galleon, для формата 4:4:4.**

Кадров в секунду разрядность	25	50
8	8,8 Мбит/с	16,6 Мбит/с
16	10,2 Мбит/с	20,4 Мбит/с
32	14,2 Мбит/с	29,2 Мбит/с
64	18,1 Мбит/с	36,2 Мбит/с

Таблица 4

**Расчет скорость передача данных объекта Big spider, для формата 4:4:4.**

Кадров в секунду разрядность	25	50
8	19,5 кбит/с	39,1 кбит/с
16	39,1 кбит/с	78,3 кбит/с
32	78,3 кбит/с	156,6 кбит/с
64	156,6 кбит/с	313,2 кбит/с

Для определения скорости передачи данных трехмерных объектов при отношении  $S/N$  35дБ для эфирного наземного цифрового телевидения второго поколения DVB-T2 [4] нам необходимо знать максимальную скорость передачи данных, соответствующую потоку в 45,5 Мбит/с. [5]. Для цифрового Интернет-телевидения IP – предельную скорость передачи данных можно принять равной 100 Мбит/с.

Общая скорость цифрового потока исследуемых сеточных трехмерных объектов:

$$V_{pgalleon} + V_{pbigspa} = V_{\Sigma} ,$$

где  $V_{pgalleon}, V_{pbigspa}$  - скорость передачи исследуемых трехмерных объектов.

Определяем количество виртуальных каналов, необходимых для передачи сцены из двух объектов через цифровой поток для вещательной системы DVB-T2 (7) и Интернет телевидения IP ТВ (8)

$$\frac{45,5 \text{ Мбит/с}}{V_{\Sigma}} = n_{\text{каналов}} \quad (7)$$

$$\frac{100 \text{ Мбит/с}}{V_{\Sigma}} = n_{\text{каналов}} \quad (8)$$

Следовательно, можем подсчитать количество виртуальных каналов при пропускной способностью 8 Мбит/с, которые войдут в общую скорость цифрового потока исследуемых сеточных трехмерных объектов:

$$\frac{V_{\Sigma}}{8 \text{ Mbit/s}} = n_{\text{каналов}}$$

Таблица 5

**Количество каналов формата 4:2:2 для передачи сцены из двух сеточных трехмерных объектов .**

Кадров в секунду разрядность	$V_{\Sigma}$ для 25	$n_{\text{каналов}}$	$V_{\Sigma}$ для 50	$n_{\text{каналов}}$
8	1,78 кбит/с	0,00021	3,57 кбит/с	0,0004
16	2 кбит/с	0,00025	4 кбит/с	0,0005
32	2,28 кбит/с	0,00028	4,63 кбит/с	0,00058
64	2,8 кбит/с	0,0003	5,56 кбит/с	0,00069

Аппроксимируя полученные зависимости канальной емкости от скорости передачи цифрового

потока объектной сцены формата 4:2:2 получаем сплайны:

$$F(t) = \sum_{i=1}^3 a_i i^{i-1} \quad \text{для 25 кадров в секунду для 2 исследуемых объектов}$$

$$F(t) = \sum_{i=1}^6 a_i i^{i-1} \quad \text{для 50 кадров в секунду для 2 исследуемых объектов.}$$

Таблица 6

**Количество передаваемых каналов сцены из двух сеточных трехмерных объектов для формата 4:4:4.**

Кадров в секунду / разрядность	$V_{\Sigma}$ для 50	$n_{\text{каналов}}$	$V_{\Sigma}$ для 25	$n_{\text{каналов}}$
8	42,7 кбит/с	0,005	21,3 кбит/с	0,002
16	85,4 кбит/с	0,01	42,7 кбит/с	0,005
32	171 кбит/с	0,02	85,5 кбит/с	0,01
64	342 кбит/с	0,04	171 кбит/с	0,02

Запишем формулы получившихся сплайнов для формата 4:4:4:

$$F(t) = \sum_{i=1}^{172} a_i i^{i-1} \quad \text{для 25 кадров в секунду для 2 исследуемых объектов;}$$

$$F(t) = \sum_{i=1}^{343} a_i i^{i-1} \quad \text{для 50 кадров в секунду для 2 исследуемых объектов.}$$

**Выводы**

В данной работе для обработки трехмерных телевизионных объектов, описанных сеткой, используется среда MatLab. В результате анализа получили данные о скорости цифрового потока для двух реальных сеточных объектов, но можно проанализировать большее количество сеточных реальных объектов с заданным порогом отношения сигнал / шум 35 дБ, что позволяет восстанавливать их с высокой четкостью и качеством. Построены аппроксимирующие зависимости канальной емкости от скорости передачи цифрового потока объектной сцены в виде сплайнов.

**Литература**

1. Джакония В.Е. Телевидения. 4ое издание. / В.Е.Джакония, А.А. Гоголь, Друзин Я.В. и др. Учебник для вузов. 4-е изд., стереотип. - М.: Горячая линия - Телеком. 2007. - 616 с: ил. ISBN: 978-5-9912-0004-2.
2. Ярославский Л. П. Введение в цифровую обработку изображений / Л. П. Ярославский. – Москва: Советское радио, 1979. – 498 с.
3. Солodka В.И. Оценка погрешностей координат 3D ТВ объектов / Солodka В.И., Ошаровская Е.В., Патлаенко Н.А. // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах (ВОТПП-13-2014). Матеріали 13 міжнародної НТК, 6 – 12 червня 2014: тезиси докл. – Одеса – 2014. – С. 37 – 39.
4. Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2): ETSI TS 102 831 v1.1.1. ETSI, 2010. – 213 с.
5. Ананич А.В. Стандарт DVB-T2: новый этап в развитии наземного цифрового вещания [Электронный ресурс]: нормативная и аналитическая информация. / А.В. Ананич. – 2012. Режим доступа к статье <http://giprosvjaz.by/infresource/?q=node/254486>.

**References**

1. Dzhakoniya V.E. Televidenie. 4oe izdanie. / V.E.Dzhakoniya, A.A. Gogol, ?Druzin YA.V. i dr. Uchebnik dlya vuzov. 4-e izd., stereotip. - M.: goryachaya liniya - Telekom. 2007. - 616 s: il. ISBN: 978-5-9912-0004-2.
2. Yaroslavskij L. P. vvedenie v cifrovuiu obrabotku izobrazhenij / L. P. Yaroslavskij. – Moskva: Sovetskoe radio, 1979. – 498 s.
3. Solodka V.I. Ocenka pogreshnostej koordinat 3D Tv ob'ektiv / Solodka V.I., Osharovskaya E.V., POatlaenko N.A. // Vuviruivalna ta obchislualna tehnika v tekhnologichnykh procesakh (VOTPP-13-2014). Materialu 13 mizhnarodnoj NTK, 6 – 12 chervnyia 2014: nezu dop. – Odesa – 2014. – S. 37 – 39.
4. Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2): ETSI TS 102 831 v1.1.1. ETSI, 2010. – 213 p.
5. Ananich A.V. Standart DVB-T2: novuj etap v razvitij nazemnogo cifrovogo veshhaniya [Electronnuj resurs]: normativnaya i analiticheskaya informachiya. / A.V. Ananich. – 2012. rezhim dostupa k state <http://giprosvjaz.by/infresource/?q=node/254486>