

**7. Висновки:**

Наші строгі побудови (у термінах багатомірних розкладань Фур'є багатомодових полів) відкрили шлях для створення ефективних спрощених алгоритмів задач про конвертори поляризації. Попутно встановлений парадоксальний факт існування небажаних резонансних впливів вищих хвиль у нехарактерному для них одномодовому (і навіть у квазістатичному) діапазоні. Перехід у роботі [4] та у цьому дослідженні з квазістатичної області до всього одномодового діапазону дозволив на два порядки розширити смугу частот пристроїв з високим ККД поляризаційного перетворення. З'ясовано, що поляризатори з тонких ґрат мають в оптимумі кращі електродинамічні властивості. То ж треба шукати якийсь третій шлях для збереження цих якостей при поліпшенні механічної міцності тонких елементів.

**Література**

1. Капица П.Л. Преобразователи волн Н в волны Е. Электроника больших мощностей / Капица П.Л. – Наука, М.: 1965,4, С. 7-51
2. Щербов В.А. Применение поляризационных квазиоптических схем для диагностики плазмы в субмм. диапазоне волн / В.А. Щербов, Е.М. Кулешов. – Харьков, 1978, Препр.ИРЭ АН УССР № 100, 20 с.
3. Мойжес Б.Я. Электродинамические усредненные граничные условия для металлических сеток / Б.Я. Мойжес. – ЖТФ, 1955, 25, 1. С. 158-166.
4. Shcherbak V.V. Optimization of polarizing converters based on the cascade of crossed gratings Optimization of polarizing converters based on the cascade of crossed gratings / V.V.Shcherbak // Proceed. of 6-d Int. Symp. "Physics and Engineering of MM and Submm Waves..."/25-30/06 2007/ – Kharkov, Ukraine, 2007, V.1. – P. 331-333.
5. Щербак В.В. Дифракция электромагнитных волн при косом падении на систему из двух скрещенных периодических ленточных решеток / В.В. Щербак // Радиотехника, в.7, Изд. ХГУ, 1968, С.21-27
6. Шестопалов В.П. Метод задачи Римана-Гильберта в теории дифракции и распространения электромагнитных волн / В.П. Шестопалов. – Харьков -1971, Изд-во ХГУ, 400 с.
7. Shestopalov V.P., Shcherbak V.V., Matrix operators in the diffraction problems. // Radiophysics and Quantum Electronics, Springer NY, 18, 7, 1975, pp. 161-166.
8. Вращатель плоскости поляризации: А.с. 741721 СССР, МКИ Н 01 Р 1/165. / Полупанов В.Н., Яновский М.С., Князьков Б.Н. – № 2571695/18-09; Заявлено 18.01.78; Оpubл. 30.03.86. Бюл. № 12.
9. Вайнштейн Л.А. Теория дифракции и метод факторизации / Л.А. Вайнштейн. – М.: Сов. радио, 1966. – 431 с.
10. Сиренко Ю.К. Некоторые математические вопросы в задачах дифракции волн на решетках волноводного типа / Ю.К. Сиренко. – Харьков, 1978. – 45с. – (Препр. / АН УССР. Ин-т радиофизики и электрон.; № 103).

Надійшла до редакції  
23.3.2012 р.

**УДК 004.925.4**

**С.И. ВЯТКИН, О.Н. РОМАНИК, С.О. КРИЦУК**

Винницкий национальный технический университет

## **МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ ТЕКСТУРНЫХ КООРДИНАТ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ТЕКСТУРЫ НА ПЛОСКИЕ ПОЛИГОНЫ**

Запропоновано метод розрахунку текстурних координат. Досліджено вплив точності розрахунків на якість зображення.

**A method for calculating the texture coordinates. The influence of accuracy on the quality of the image.**

Ключові слова: метод розрахунку текстурних координат, точності розрахунку, якість зображення.

**Введение**

Отображение текстуры [1] на поверхность является эффективным методом повышения реализма в системах машинной графики. Применение текстур позволяет, в первую очередь, моделировать цветовой рисунок на поверхностях, а также прозрачность, резкие границы, движущиеся объекты и многие другие спецэффекты [2]. Процесс отображения текстурных карт на плоские грани включает два этапа. Первый – перспективное преобразование, т. е. вычисление координат текстурной карты (u, v), соответствующих координатам (Xs, Ys) пиксела на экране. Второй этап отображения текстуры – фильтрация, необходимая для предотвращения элиазинга (aliasing). В работе [3] описаны MIP-map (пирамидальные) текстурные карты. Путем предварительной фильтрации получают набор квадратных текстурных карт с разным разрешением для каждого объекта. Каждой текстурной карте ставят в соответствие целочисленное значение так называемого уровня детальности (LOD – level of detail, англ.). В зависимости от расстояния до грани и ее ориентации выбираются для работы две текстурные карты с соседними уровнями детальности. Критерием

выбора является линейный размер проекции пиксела на грань. В данной работе рассматривается вычисление координат текстурной карты ( $u, v$ ) и оценивается точность их вычисления.

**Разработка метода**

Линейный размер проекции пиксела на грань может иметь два крайних значения (1) и (2) (рис. 1).

$$k=1, q=90^{\circ}$$

$$LOD_{offset}=0.5$$

$$I_1 = \frac{|\mathbf{r}|}{\sqrt{2}} \left| \mathbf{V}_1 \right|$$

$$k=1, q \rightarrow 0$$

$$LOD_{offset} \rightarrow 0$$

$$I_1 \rightarrow \left| \mathbf{V}_1 \right|$$

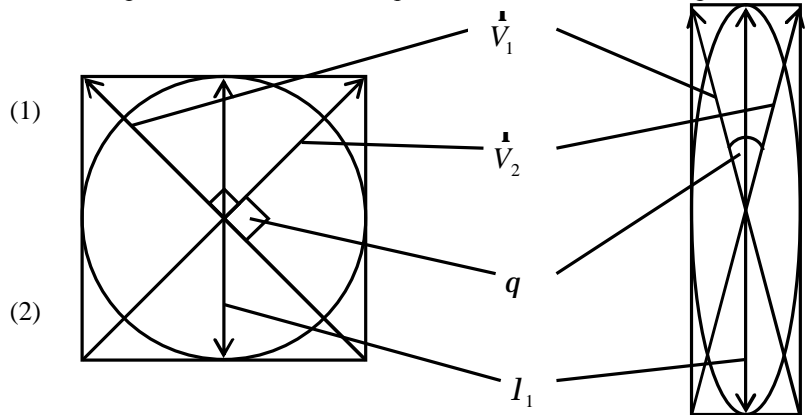


Рис. 1. Проекция пиксела

Допустим, что  $\left| \mathbf{V}_1 \right| \geq \left| \mathbf{V}_2 \right|$ ,

$$k = \frac{\left| \mathbf{V}_1 \right|}{\left| \mathbf{V}_2 \right|} \geq 1, \quad \left| \mathbf{V}_2 \right| = \frac{1}{k} \left| \mathbf{V}_1 \right|, \quad 0 \leq q < 90^{\circ},$$

$$T = d_{u1}^2 + d_{u2}^2 + d_{v1}^2 + d_{v2}^2 = \left| \mathbf{V}_1 \right|^2 + \left| \mathbf{V}_2 \right|^2 = \left( 1 + \frac{1}{k^2} \right) \left| \mathbf{V}_1 \right|^2 = \left( \frac{1+k^2}{k^2} \right) \left| \mathbf{V}_1 \right|^2,$$

$$D = d_{u2}d_{v1} - d_{u1}d_{v2} = \left| \mathbf{V}_1 \right| \left| \mathbf{V}_2 \right| \sin q = \frac{1}{k} \sin q \left| \mathbf{V}_1 \right|^2,$$

$$LOD = 1.0 - \frac{1}{2} \log_2 \left[ T + \sqrt{T^2 - 4D^2} \right] =$$

$$= 1.0 - \frac{1}{2} \log_2 \left[ \frac{1}{k^2} \left( 1+k^2 + \sqrt{(1+k^2)^2 - 4k^2 \sin^2 q} \right) \right] - \log_2 \left| \mathbf{V}_1 \right| = 1 - \frac{1}{2} \log_2 F(k, q) - \log_2 \left| \mathbf{V}_1 \right|,$$

$$F(k, q) = \frac{1}{k^2} \left[ 1+k^2 + \sqrt{(1+k^2)^2 - 4k^2 \sin^2 q} \right],$$

где  $F(k, q)$  – ограниченный геометрический фактор.

$$-\log_2 \left| \mathbf{V}_1 \right| \leq LOD \leq 0.5 - \log_2 \left| \mathbf{V}_1 \right|$$

Заметим, что LOD не зависит от  $P_{0u}, P_{0v}, S_{qz}$  задает постоянный LODoffset (3), (4).

$$u = S_{qz} \left[ \frac{\mathbf{V}_1^u \mathbf{P}}{N_f \mathbf{P}} + P_{0u} \right], \tag{3}$$

$$v = S_{qz} \left[ \frac{\mathbf{V}_1^v \mathbf{P}}{N_f \mathbf{P}} + P_{0v} \right], \tag{4}$$

$$u' = \frac{\mathbf{V}_1^u \mathbf{P}}{N_f \mathbf{P}},$$

$$v' = \frac{\mathbf{V}_1^v \mathbf{P}}{N_f \mathbf{P}},$$

Поскольку  $S_{qz} = 1$ , наблюдатель видит один текстел  $LOD\#0$  над гранью. Спроецируем описанный вокруг пиксела конус с использованием следующих координат (рис. 2).

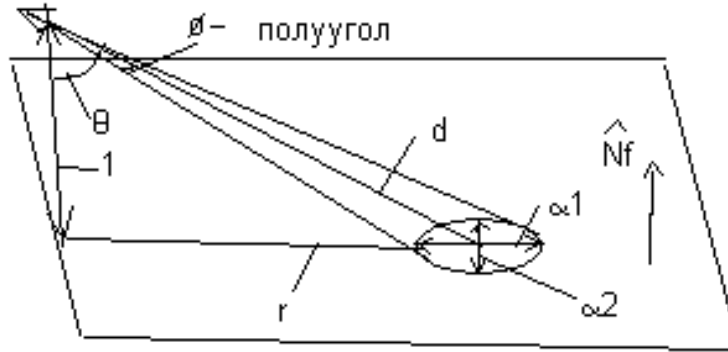


Рис. 2. Проекция конуса на грань

Получаем:

$$\begin{aligned}
 & -\log_2(a_1) \leq LOD' \leq 0.5 - \log_2(a_2) \\
 & LOD' \geq -\log_2 \operatorname{tg} f_c + 2 \log_2 \cos q + \log_2(1 - \operatorname{tg}^2 f_c \operatorname{tg}^2 q), \\
 & LOD' \leq 0.5 - \log_2 \operatorname{tg} f_i + \log_2 \cos q + \frac{1}{2} \log_2(1 - \operatorname{tg}^2 f_i \operatorname{tg}^2 q), \\
 & LOD = LOD' - \log_2(Sqz).
 \end{aligned}$$

Теперь  $u, v$  (3), (4) необходимо масштабировать.

$$\begin{aligned}
 u &= \left[ S_{qz} \frac{\mathbf{r}^u \mathbf{r}}{N_f P} + P_{0u} \right] 2^{\lfloor LOD \rfloor}, \\
 v &= \left[ S_{qz} \frac{\mathbf{r}^v \mathbf{r}}{N_f P} + P_{0v} \right] 2^{\lfloor LOD \rfloor},
 \end{aligned}$$

где  $\lfloor LOD \rfloor$  означает наибольшее целое значение, не более  $LOD$ .

Например:  $\lfloor 2.5 \rfloor = 2.0$ ;  $\lfloor 2.0 \rfloor = 2.0$ ;  $\lfloor 2.999 \rfloor = 2.0$ ;

Далее:

$$\begin{aligned}
 u &= S_{qz} u' 2^{\lfloor LOD \rfloor} + P_{0u} 2^{\lfloor LOD \rfloor}, \\
 v &= S_{qz} v' 2^{\lfloor LOD \rfloor} + P_{0v} 2^{\lfloor LOD \rfloor}
 \end{aligned}$$

Теперь оценим необходимую точность вычислений  $u, v$ .

Известно, что

$$LOD(u, v) = LOD(u', v') - \log_2 |Sqz|$$

Определим

$$\begin{aligned}
 LOD' &= LOD(u', v'), \\
 S_{qz} &= mS_{qz}, \quad \text{где } 1.0 \leq |mS_{qz}| \leq 2.0, \\
 LOD &= LOD' - \log_2 |mSqz| - eS_{qz}
 \end{aligned}$$

Имеем:

$$\begin{aligned}
 u &= mS_{qz} 2^{eS_{qz}} u' 2^{\lfloor LOD' - \log_2 |mSqz| - eS_{qz} \rfloor} + P_{0u} 2^{\lfloor LOD \rfloor}, \\
 v &= mS_{qz} 2^{eS_{qz}} v' 2^{\lfloor LOD' - \log_2 |mSqz| - eS_{qz} \rfloor} + P_{0v} 2^{\lfloor LOD \rfloor}, \\
 u &= mS_{qz} u' 2^{\lfloor LOD' - \log_2 |mSqz| \rfloor} + P_{0u} 2^{\lfloor LOD' - \log_2 |mSqz| - eS_{qz} \rfloor}, \\
 v &= mS_{qz} v' 2^{\lfloor LOD' - \log_2 |mSqz| \rfloor} + P_{0v} 2^{\lfloor LOD' - \log_2 |mSqz| - eS_{qz} \rfloor},
 \end{aligned}$$

Оценим необходимое количество бит  $u, v$  для заданной точности.

$$1.0 \leq |mS_{qz}| \leq 2.0; \quad 0.0 \leq \log_2 |mS_{qz}| \leq 1.0$$

Приблизительно будет

$$N_b \text{ bits}(u') \approx \log_2 |u'| + LOD'$$

Используя границы уровней детальности, имеем

$$N_b \text{ bits}(u'|v') \leq \log_2(r) + 0.5 - \log_2 \text{tg}f + \log_2 \cos q + \frac{1}{2} \log_2(1 - \text{tg}^2 f \text{tg}^2 q),$$

$$N_b \text{ bits}(u'|v') \geq \log_2(r) - \log_2 \text{tg}f + 2 \log_2 \cos q + \log_2(1 - \text{tg}^2 f \text{tg}^2 q),$$

где  $r$  – нормализованный горизонтальный диапазон;

$q$  – угол зрения;

$f$  – половина углового размера пиксела.

Используя следующие соотношения

$$q = \text{tg}^{-1} r,$$

$$(1 - \text{tg}^2 f \text{tg}^2 q) \leq 1.0$$

Получаем:

$$N_b \text{ bits} \leq 0.5 - \log_2(\text{tg}f) + \log_2(r) + \log_2 \cos \text{tg}^{-1} r$$

$$\leq 0.5 - \log_2(\text{tg}f) + \log_2(r) - \frac{1}{2} \log_2(1 + r^2)$$

$$\leq 0.5 - \log_2(\text{tg}f) + \log_2\left(\frac{r}{\sqrt{1 + r^2}}\right)$$

На рисунках 3, 4 и 5 показаны графики зависимостей количества бит текстурных координат от нормализованного горизонтального диапазона для максимального и минимального уровней детальности.

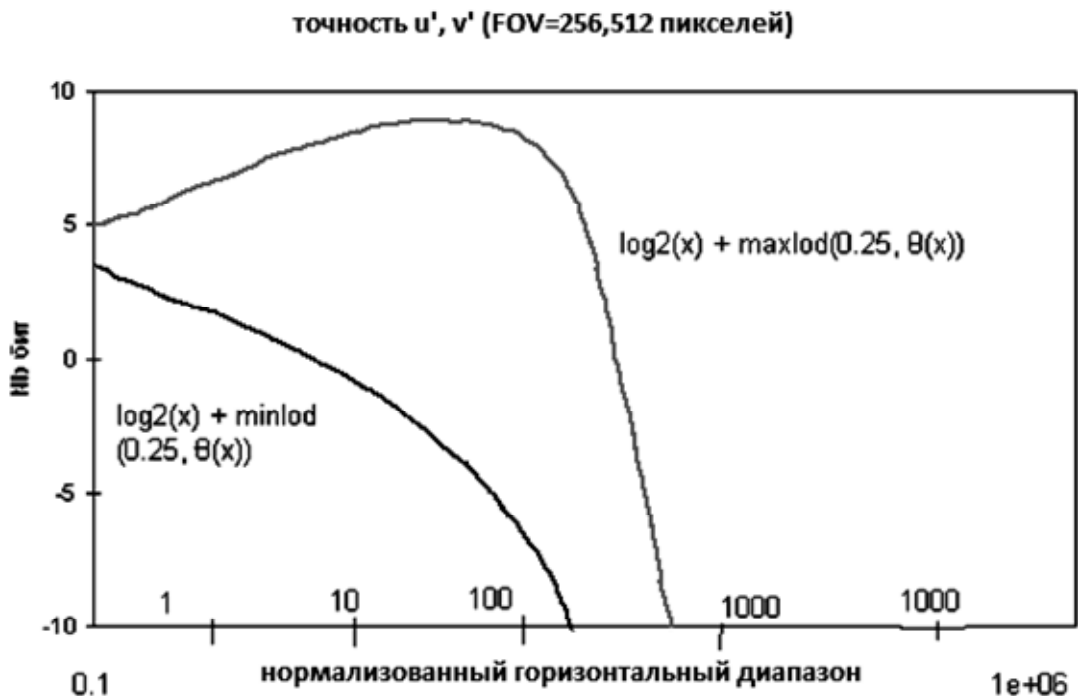


Рис. 3. Графики зависимостей количества бит текстурных координат от нормализованного горизонтального диапазона для максимального и минимального уровней детальности ( $\text{lod}(0.25)$ )

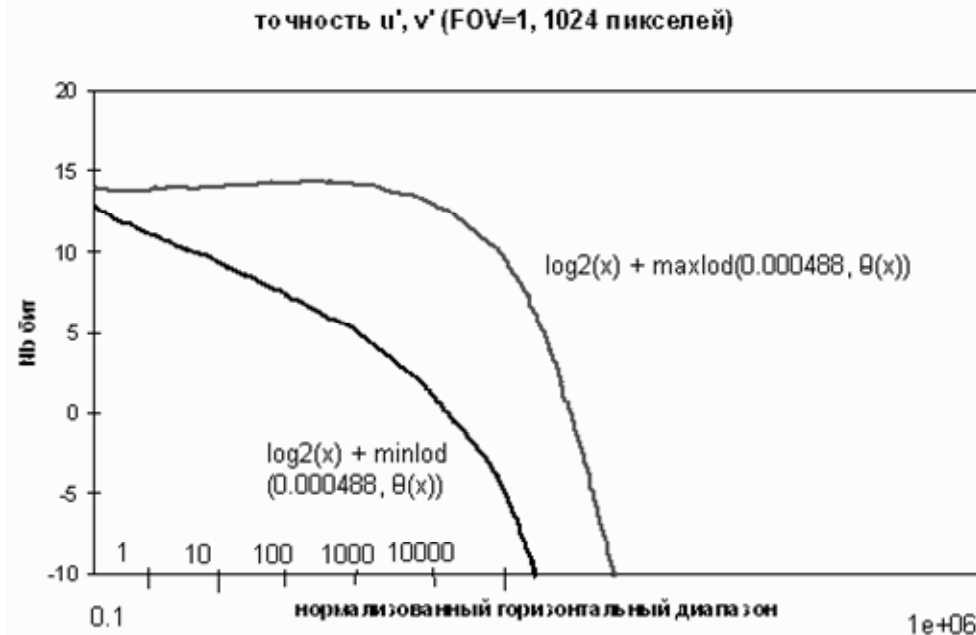


Рис. 5. Графики зависимостей количества бит текстурных координат от нормализованного горизонтального диапазона для максимального и минимального уровней детальности (lod (0.00488))

### Заключення

В данной работе разработан метод вычисления текстурных координат. По результатам моделирования была получена модель вычисления текстуры. Исследовано влияние точности вычислений на качество изображения. Определены критерии точности по вычислению текстурных координат.

### Литература

1. Paul S. Heckbert. Survey of Texture Mapping // IEEE Comput. Graph. and Applicat. – 1986. – 6, N11, pp. 56-67.
2. Paul Haeberli and Mark Segal. Texture Mapping as a Fundamental Drawing Primitive. Fourth Eurographics Workshop on Rendering. June 1993, pp. 259-266.
3. Lance Williams, Pyramidal Parametrics, Computer Graphics (SIGGRAPH '83 Proceedings), pp. 1-11, July, 1983.

Надійшла до редакції  
10.2.2012 р.

УДК 621.3

**В.В. ПРИСЯЖНИЮК, Ю.О. ДМИТРІЄВ, В.В. ПРИСЯЖНИЮК**

Вінницький національний технічний університет

## ВИБІР РЕЧОВИНИ ДЛЯ ПОВІРКИ ІНФРАЧЕРВОНИХ ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ВОЛОГОСТІ

На основі принципу Парето та методу експертних оцінок, обґрунтовано вибір двох речовин для створення стандартного зразку вологості, а також встановлено максимальну похибку створення стандартного зразку вологості.

On the basis of principle of Pareto and method of expert estimations, reasonably choice of two matters for creation standard the standard of humidity, and also the maximal error of creation standard the standard of humidity is set.

Ключові слова: засоби контролю вологості, повірка, стандартний зразок вологості, інфрачервоні вологоміри.

**Вступ та постановка задачі.** Інфрачервоні вологоміри, завдяки своїм незаперечним перевагам, все більше знаходять застосування для контролю вологості, як в твердих, сипучих матеріалах, та і в рідинах (в яких вода є неосновною складовою), наприклад будівельні матеріали, різноманітні зернові, продукти харчування і т.д. Але, на жаль, в даний час поки що не розроблені єдині нормативно-правові документи, які б регламентували (узагальнювали) вимоги та методику повірки ІЧ-вологомірів. Відсутність єдиних вимог і методики повірки значно уповільнює процес впровадження даних вологомірів. Повірка інших типів вологомірів регламентується різноманітними документами такими як, ДСТУ, метрологічними