

ОЦЕНКА СПЕКТРАЛЬНЫХ СВОЙСТВ СЕТОЧНЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ОБЪЕКТОВ

В работе показана оценка исследования спектров телевизионных объектов, с помощью ДПФ при разном шаге дискретизации с различным количеством вершин. В результате анализа полученных экспериментальных данных выбран оптимальный шаг дискретизации с минимальным количеством вершин для быстрой визуализации объекта, который построен сеточным методом.

Ключевые слова. ДПФ, трехмерные объекты, спектры, сеточный метод.

E.V. OSHAROVSKAYA, V.I. SOLODKAYA

Odessa national academy of telecommunications n.a. A.S. Popov, Odessa, Ukraine

EVALUATION SPECTRAL PROPERTIES OF MESH TELEVISION OBJECTS

Abstract - The paper shows the estimated spectral studies of television facilities, using DFT with different sampling step with different number of vertices. An analysis of the experimental data selected optimum sampling step with the minimum number of vertices for fast visualization facility, which was built by the mesh.

Keywords. DFT, three-dimensional objects, the spectra, mesh method.

Постановка задачи

Дискретное преобразование Фурье является одним из самых известных и полезных на практике математических инструментов. Это преобразование широко применяется в телевидение, электродинамике и оптике, теории кодирования, при анализе систем связи и фильтрации сигналов, в алгоритмах сжатия информации.

ДПФ для приложений определяется в том числе и тем, что задачи о вычислении ДПФ, циклической свертки последовательностей, произведения больших чисел или многочленов по существу эквивалентны. Важное значение имеют быстрые алгоритмы ДПФ, в которых число необходимых операций уменьшено по сравнению с обычным вычислением оптимизации порядка действий.

Анализ исследований и публикаций

Для построения спектров трехмерных сеточных объектов рассмотрим сигнал f , который является трехмерным периодическим сигналом с периодом 2^S по трем координатам. Отсчеты задаются как $f(x, y, z)$, где $x, y, z \in 0:2^S - 1$. Дискретное преобразование Фурье для данного сигнала задается формулой:

$$F(a, b, c) = \sum_{x=0}^{2^S-1} \sum_{y=0}^{2^S-1} \sum_{z=0}^{2^S-1} f(x, y, z) e^{\frac{2\pi i(ax+by+cz)}{2^S}},$$

Трехмерный дискретный спектр F можно вычислить при помощи трех разделимых одномерных ДПФ:

$$F(a, b, c) = \sum_{x=0}^{2^S-1} \left[\sum_{y=0}^{2^S-1} \left[\sum_{z=0}^{2^S-1} f(x, y, z) \cdot e^{\frac{2\pi i ax}{2^S}} \right] \cdot e^{\frac{2\pi i by}{2^S}} \right] \cdot e^{\frac{2\pi i cz}{2^S}},$$

где суммы в квадратных скобках представляют собой одномерные вычисления ДПФ по трем координатам сигнала f .

Шаг дискретизации показывает расстояние между двумя последовательными участками области трехмерной функции. Чем меньше шаг - тем больше дискретная функция соответствует по своим параметрам исходной аналоговой. Однако при слишком малых значениях страдает удобство работы с такой функцией. Поэтому основное задание процесса дискретизации - создание "цифровой" версии любого вида информации, которая по своим характеристикам сопоставима с оригиналом, однако проще в обработке.

Шаг дискретизации должен быть таким, чтобы существовала возможность восстановления непрерывной функции по ее отсчетам с допустимой точностью. Следовательно, при дискретизации необходимо использовать аналог теоремы Котельникова для трехмерного пространства. Предполагая, что шаг дискретизации по всем осям удовлетворяет теореме Котельникова, можно построить спектры исследуемых объектов.

Каждый исходный отсчет трехмерного сигнала вычисляется как среднее арифметическое из точек исходного сигнала, попадающих в соответствующую ячейку сетки.

Для выполнения эксперимента использовалась среда MatLab, в качестве тестовых объектов выбраны куб и эллипсоид. Трехмерные объекты эллипсоид (рис. 1) и куб (рис. 3) представлялись регулярными сетками [1] с разным шагом дискретизации.

Спектры были построены в среде MatLab по трехмерным сеточным моделям эллипсоида и куба.

В эксперименте для нахождения спектра эллипсоида был выбран шаг дискретизации 0,2 при разном количестве вершин P — 121203; 5043; 1323; 147; 75.

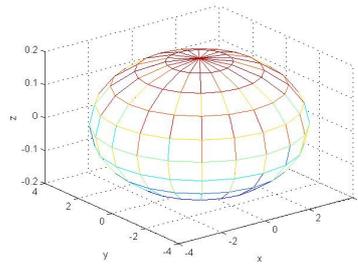


Рис. 1. Исследуемый объект – эллипсоид

Таблица 1

Спектральные составляющие исследуемого объекта - эллипса

Спектр по оси x	Спектр по оси y	Спектр по оси z	Свертка по осям x, y	Модуль прямого преобразования Фурье в частотной области

Были построены спектры по трем осям x, y, z и визуально видно, что эллипсоид с шагом дискретизации 0,2 и с количеством вершин 1323, является оптимальным по сравнению с другими исследуемыми эллипсоидами. Для ограничения вторичных спектров проведена фильтрация спектров по осям x, y фильтром нижних частот методом дискретной линейной свертки. Для наглядности вычислена АЧХ спектра как модуль ДПФ.

По проделанному анализу построим график зависимости количества вершин эллипсоида от шага дискретизации (рис. 2).

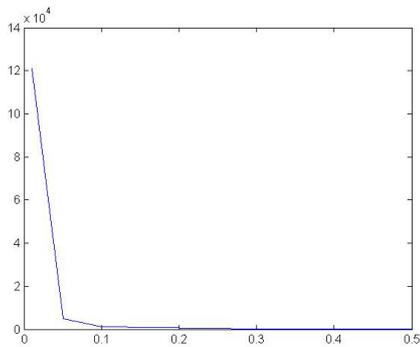


Рис. 2. Зависимость шага дискретизации от количества вершин эллипсоидов

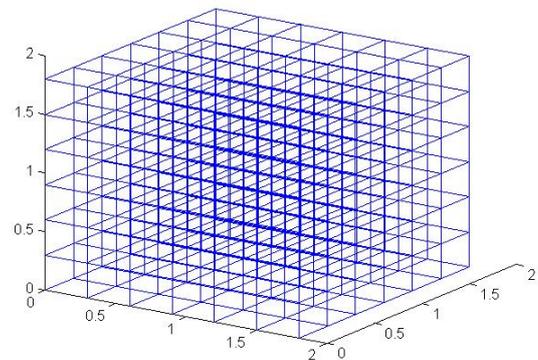


Рис. 3. Исследуемый объект – куб

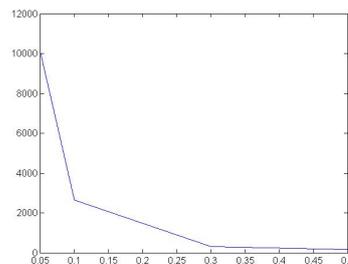


Рис. 4. Зависимость количество вершин куба от шага дискретизации

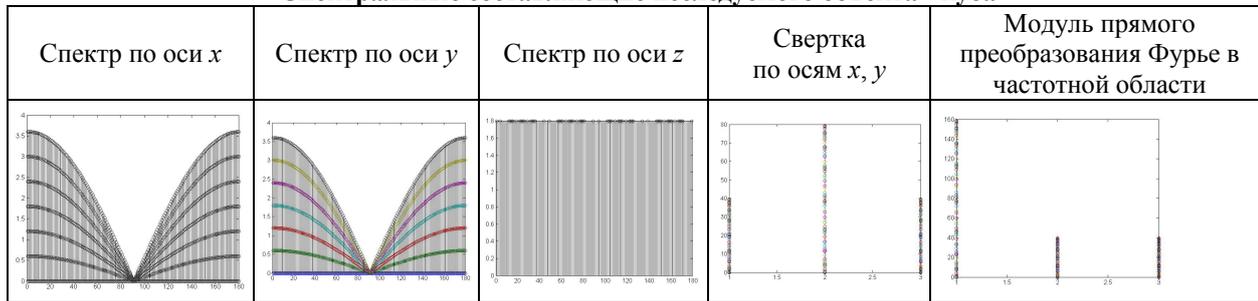
Для сеточной модели куба шаг дискретизации принимает равным также 0,2 и количеством вершин P — 10086; 2646; 294; 150. Построение спектров для куба, аналогично как и для эллипсоида — оптимальный

шаг дискретизации является (рис. 3) 0,2 с количеством вершин 294. Что является более эффективным и быстродействующим по сравнению с другими параметрами сеточных моделей куба.

Аналогично, по проделанному анализу построим график зависимости шага дискретизации от количество вершин объекта – кубов (рис. 4).

Таблица 2

Спектральные составляющие исследуемого объекта - куба



Выводы

Можно сделать вывод, что существует оптимальное количество операций между количеством вершин и шагом дискретизации трехмерных объектов, что позволяет ограничить время визуализации любого трехмерного объекта представляя сеточное изображение коэффициентами преобразования Фурье.

Литература

1. Блэйхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов. М.: Мир, 1989.
2. Нуссбаумер Г. Быстрое преобразование Фурье и алгоритмы вычисления свёрток. М.: Радио и связь, 1985.
3. Schur I. Uber die Gaussschen Summen// Nach. Gessel. Gottingen, Math-Phys Klasse, 1921, P. 147 – 153.
4. Berndt B.C., Evans R.J., Williams K.S. Gauss and Jacobi sums. John Wiley& Sons, 1998.
5. Ситник С.М. Перестановочные аналоги дискретного преобразования Фурье// Труды Международной школы-семинара по геометрии и анализу памяти Н.В.Ефимова, Абрау-Дюрсо, Лиманчик, 2006. С. 156 – 158.
6. Солодкая В.И. Трансформация сеточных объектов с помощью математических преобразований. / В.И. Солодка, Н.А. Патлаенко, О.И. Лещенко // Научно-виробничий журнал «Метрологія та прилади» № 2 II (40), 2013 р. с. 226 – 230.

References

1. Bleyhut R. Fast algorithms for digital signal processing. New York: Wiley , 1989 .
2. Nussbaumer G. Fast Fourier Transform algorithms for computing and communication è rtok . М. : Radio and communication , 1985 .
3. Schur I. Uber die Gaussschen Summen // Nach. Gessel. Gottingen, Math-Phys Klasse, 1921 , P. 147 - 153.
4. Berndt B.C., Evans R.J., Williams K.S. Gauss and Jacobi sums. John Wiley & Sons, 1998 .
5. Sitnik S.M. Commutation analogues discrete Fourier transform // Proceedings of the International School-Seminar on Geometry and Analysis N.V.Efimova memory , Abrau Durso , Limanchik 2006 . Pp. 156 - 158.
6. Solodkaya VI Transformation of mesh objects using mathematical transformations. / V.I. Solodkaya , N.A. Patlaenko O.I. Leshenko // naukovyi virobnichy - magazine " that Metrologiya priladit » № 2 II (40), 2013 p . s. 226 - 230.

Рецензія/Peer review : 4.12.2013 р.

Надрукована/Printed :21.12.2013 р.