

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ РАСТРОВЫЙ АЛГОРИТМ СИНТЕЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ ЗЕМНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ.

Башков Е.А., Зори С. А.

Кафедра ПМии ДонГТУ

bashkov@pmi.donetsk.ua

Abstract

Bashkov E.A., Zori S.A. Modified raster algorithm for image synthesis of covering surfaces.

In work is offered modified raster algorithm of synthesis of the images of covering surfaces, having to increased speed and higher quality; is indicated and illustrated its temporary complexity.

Введение

Системы генерации динамических изображений в реальном масштабе времени должны генерировать 25 - 40 кадров изображений в секунду. При этом, изображения должны быть адекватны обстановке и реалистично отражать особенности синтезируемой сцены. Особенно важным это требование является в системах синтеза визуальной обстановки имитаторов транспортных средств, например авиатренажерах, где цена ошибки оператора транспортного средства в реальных условиях может быть чрезвычайно высокой и недопустимой. Одним из важных объектов синтезируемых изображений в этих системах является поверхность Земли (устилающая поверхность). При этом современные методы генерации таких изображений имеют очень высокую вычислительную сложность и, для их использования в системах реального времени, требуется алгоритмическое и/или аппаратное ускорение вычислительных процессов [1-3].

Авторами проведен анализ способов представления моделей устилающих поверхностей для синтеза изображений, показано, что в последнее время для задания реальных устилающих поверхностей, наиболее часто применяется поточечная модель [4,5]. Разработан и исследован новый алгоритм синтеза изображений устилающих поверхностей, обладающий повышенным по сравнению с существующими быстродействием, за счет применения ускоренных алгоритмов вращения и перспективного сжатия модели [6], а также инкрементной модификации алгоритмов проецирования [3]; получены оценки временной и пространственной сложности разработанного алгоритма.

1. Модифицированный растровый алгоритм.

Предлагается новый растровый алгоритм синтеза изображений устилающих поверхностей (модифицированный растровый алгоритм) на основе создания новых ускоренных алгоритмов этапов выполнения базового растрового метода [3] при поточечном задании модели устилающей поверхности.

Общий порядок выполнения алгоритма следующий:

1. Осуществляется вращение модели местности и изображения к требуемому фронтальному виду.

2. Выполняется горизонтальное перспективное сжатие, выравнивающее в столбцах полученной модели и изображения потенциально взаимоперекрывающиеся точки поверхности.

Этапы выполнения модифицированного растрового алгоритма.



Исходная фотография местности.



Вращение изображения.



Горизонтальное сжатие.



Вертикальное проецирование.



Горизонтальное проецирование. Результирующий вид.

3. Выполняется вертикальное перспективное проецирование на плоскость экрана, включая удаление невидимых точек.

4. Осуществляется горизонтальное перспективное проецирование на плоскости, включая компенсацию горизонтального перспективного сжатия.

Выполнение основных этапов работы алгоритма проиллюстрированы на рис. 1 при построении изображения реальной устилающей поверхности, представленной цифровой моделью местности с пространственной дискретизацией 200 x 200 точек, полученной по стереофотопаре, и вертикальным оцифрованным фотоснимком.

2. Временная и пространственная сложность модифицированного растрового алгоритма.

Если m и n - пространственная дискретизация исходной модели местности, $T_{сл}$, $T_{умн}$, $T_{дел}$ - время выполнения процессором арифметических операций сложения, умножения и деления соответственно, то временную сложность первого этапа предлагаемого алгоритма можно оценить следующим образом (без учета времени обращения к памяти):

$$T_1 = m * n * (2 * T_{сл}) + m * (2 * T_{сл}). \quad (1)$$

Время выполнения алгоритма перспективного сжатия можно оценить как:

$$T_2 = m * n * T_{сл} + m * T_{сл}. \quad (2)$$

Общее время, затрачиваемое алгоритмом вертикального проецирования и удаления невидимых точек на вычисления:

$$T_3 = n * m * (3 * T_{умн} + T_{дел} + 8 * T_{сл}) + n * a * (2 * x * T_{сл} + 2 * T_{дел}). \quad (3)$$

где

a - количество вызовов процедуры интерполяции, $0 < a < m/2$;

x - количество точек разрыва между соседними точками, $0 < x < m$.

Время выполнения этапа горизонтального проецирования и расжатия:

$$T_4 = n * m * (5 * T_{умн} + T_{дел} + 8 * T_{сл}) + n * a * (2 * T_{сл} + 2 * T_{дел}) + m * (3 * T_{сл} + 5 * T_{умн} + 2 * T_{дел}). \quad (4)$$

Общее время на реализацию модифицированного растрового алгоритма:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \quad (5)$$

Время реализации модифицированного растрового алгоритма (без учета времени обращения к памяти) при использовании процессора Pentium - 133 MHz приведено на рис. 2.

Общий коэффициент ускорения работы алгоритма по сравнению с базовым вариантом [3], отражающий временную эффективность произведенных модификаций, оценивается средним коэффициентом 2.5. Кроме того, предложенная модификация позволяет ликвидировать визуальные искажения, возникающие по краям синтезированного изображения, присущие базовому алгоритму.

Для работы предлагаемого алгоритма при генерации изображения устилающей поверхности необходимо иметь объем памяти, оцениваемый следующей зависимостью:

$$N = 8 * m * n * (k * N_c + N_{ht}) \quad (6)$$

где

N_c - количество бит информации, необходимое для представления компонент цвета пиксела на изображении,

k - количество пикселей изображения, соответствующее дискретной точке поверхности,

N_{ht} - количество бит информации, необходимое для представления высоты в дискретных отметках устилающей поверхности.

Необходимый объем памяти при программной реализации модифицированного растрового алгоритма для различных параметров представления модели устилающей поверхности и ее пространственной дискретизации, проиллюстрирован на рис. 3.



Рис. 2

Требуемый объем памяти для реализации модифицированного растрового алгоритма



Рис. 3.

Заключение

В работе предложен модифицированный растровый алгоритм синтеза изображений земных поверхностей, представленных поточно цифровой моделью местности и плановым вертикальным фотоснимком, обладающий повышенным по сравнению с существующими быстродействием, и позволяющий повысить качество синтезированных изображений; приведены и проиллюстрированы оценки временной и пространственной сложности предложенного алгоритма.

Литература

1. Image Extrapolation for Flight Simulator Visual Systems./ K. Blanton.- American Institute of Aeronautics and Astronautics: Flight Simulators. Technol. Conf. 1988, p. 17-22.
2. Three-Dimensional Terrain Modelling and Display for Environmental Assesment. / T. Nishita, K. Kaneda, F. Kato.- Computer Graphics. Vol. 23, No 3, 1989.- pp. 207-214.
3. Fast Perspective View of Images Using One-Dimensional Operations / P.K. Robertson.- IEEE CG &A. Vol. 7, No. 2, February, 1987.- p. 47-56.
4. Башков Е.А., Зори С.А. Аппаратно-программные средства для синтеза реалистичных изображений устилающих поверхностей Земли. В кн.: "Знание- Диалог- Решение": Сборник научных трудов Международной научной конференции KDS-95. -Киев: АСПИС, 1995. -т.2, с.245-253.
5. Башков Е.А., Зори С.А. Устройство синтеза реалистичных изображений устилающих поверхностей Земли для систем визуализации тренажеров. В кн.: Сборник трудов факультета вычислительной техники и информатики. Донецкий государственный технический университет.- Донецк: ДонГТУ, 1996.- с.148-152.
6. Зори С.А. Аппаратная поддержка операции вращения плоских растровых изображений для систем компьютерной графики. В кн.: Сборник трудов факультета вычислительной техники и информатики. Выпуск 1. Донецкий государственный технический университет.- Донецк: ДонГТУ, 1996.- с.118 - 122.