

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ В МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ СИНТЕЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ

Мальчева Р.В., Коротин Ю.Э., Струнина Е.В.

Кафедра ЭВМ, ДонГТУ
raisa@cs.dgtu.donetsk.ua

Abstract

Malcheva R.V., Korotin Y.E., Strunina E.V. The Modelling of the Loading Distribution for Multichanal Image Generating Systems. In this article, we show the programm model permitting to fulfill account of complexity of all stages of the process of image synthesis for the scenes of various complexity is realized in C++ to make an evaluation about a possibility of a realization of a required gang of operations on processors with the given performances or to form the system requirements for designed specialized processors.

Введение

Практически все алгоритмические и архитектурные разработки в компьютерной графике связаны с созданием аппаратурно-программного обеспечения для цифровой обработки и генерации изображений в имитаторах визуальной обстановки (ИВО) [1].

Известны различные принципы построения ИВО [2], однако, начиная с 70-х годов, такие системы строятся на базе электронного синтеза изображений. Из более чем 400 тренажеров гражданской авиации [3], только в 40 не используются ИВО или применяются ИВО, основанные на устаревших принципах (оптико-механические, кинематографические, телевизионные). Все остальные ИВО так или иначе используют аналоговые и/или цифровые электронные вычислительные машины и электронный синтез изображений. Наибольший уровень информационного и динамического подобия реальной обстановке [4] обеспечивается системами синтеза изображений, в которых для удовлетворения возрастающих требований к качеству образов используются средства цифровой вычислительной техники, обрабатывающие графические данные с предельной производительностью.

1. Архитектурная организация систем синтеза

Необходимость обеспечения информационного и динамического подобия реально наблюдаемой обстановки и синтезируемого изображения приводит к весьма жестким ограничениям на время генерации кадра, удовлетворение которых возможно только при глубоком распараллеливании процесса синтеза изображения на всех его стадиях. Широко распространенные способы распараллеливания - конвейеризация на этапах геометрической обработки и расслоение и/или сегментирование кадра при растризации - приводят к большим временным задержкам, превосходящим допустимые в системах синтеза изображений для ИВО.

Анализ архитектур вычислительных комплексов показывает, что удовлетворение непрерывно ужесточающихся требований по производительности ИВО возможно за счет применения совместного использования конвейеризации для синтеза изображений одиночного объекта и параллельности для обработки многообъектных сцен, что приводит к концепции многоканальных систем [5].

2. Моделирование распределения нагрузки алгоритма синтеза между каналами системы

Для моделирования распределения нагрузки алгоритма синтеза между каналами системы разработана и реализована на C++ программная модель, позволяющая выполнять расчет трудоемкости всех этапов процесса синтеза изображений для сцен различной сложности, а также делать оценку о возможности реализации требуемого набора операций на процессорах с заданными характеристиками или формировать системотехнические требования на проектируемые специализированные процессоры.

2.1 Расчет трудоемкости этапов синтеза изображения

Для расчета трудоемкости процесса синтеза изображения некоторой сцены необходимо задать качественный состав базы данных сцены в целом, набор операторов, выполняемых на каждом этапе, и количество элементарных операций, требуемых для выполнения каждого оператора.

Исходные данные для работы модели:

1) Для операций чтения/записи в качестве основной единицы измерения памяти и основного слова работы с памятью принят байт. Система позволяет задавать различные размерности и форматы представления основных характеристик сцены.

2) В качестве исходных данных система позволяет вводить таблицу операций с принятыми обозначениями и количеством тактов выполнения в серийном и специализированном процессоре (например, как в табл. 1).

Таблица 1. Характеристики элементарных операций

Операция	МП - 486	СП	Обозначение
Обмен с предыдущим блоком	4	2	R
Сравнение+условный переход	4	1	C
Логическая	3	1	O
Чтение/запись памяти	5	1	L
Операция сложения	10	1	A
Операция умножения	11	4	M
Операция деления	73	32	D

3) Для каждого этапа синтеза задается последовательность операторов и, в соответствии с математическими выражениями (или моделями) вычисляются (или вводятся) количественные оценки для выполнения каждого оператора, на основании которых формируется таблица трудоемкости. В табл. 2 приведен пример одной строки таблицы для расчета трудоемкости вычисления скалярного произведения векторов.

Таблица 2. Трудоемкость основных операторов алгоритма

Название оператора	Количество элементарных операций						
	R	C	O	L	A	M	D
Расчет скалярного произведения двух векторов	-	-	-	7	2	3	-

В результате обработки исходных таблиц формируется суммарное количество операций для каждого этапа синтеза, вид таблиц по этапам аналогичен таблице 2.

Анализ зависимостей таблиц этапов позволяет, во-первых, выделить наиболее «узкие» места выбранного алгоритма синтеза и, во-вторых, сформулировать системотехнические требования на аппаратурные средства для реализации отдельных каналов системы.

2.2 Анализ производительности отдельных каналов

Разработанная программная модель на основе выбранного метода синтеза изображения и математических и алгоритмических подходов для его реализации позволяет оценить требуемую длительность такта аппаратурных средств, исходя из требования режима реального времени, и решить вопрос о возможности выбора существующих аппаратурных средств для каждого канала системы или о необходимости разработки специализированных устройств с заданными параметрами.

В качестве исходных данных для такого анализа дополнительно к таблицам трудоемкости каждого этапа алгоритма синтеза изображения используются тактовые характеристики основных элементарных операций (см. табл. 1) серийно выпускаемых микропроцессорных средств, а также для расчетов используются тактовые характеристики специализированного процессора (взяты на основе опыта разработок специализированных процессоров на базе секционных микропроцессоров [6]). С учетом данных таблиц операций по этапам и таблицы тактов выполнения каждой операции на выбранных аппаратурных средствах формируются окончательные выводы о возможности реализации системы.

Модель допускает обновление базы данных характеристик операций микропроцессорных средств.

3. Апробация методики расчета трудоемкости

По методике, реализованной в программной модели, был выполнен анализ сценарного процессора для конвейерной системы, выполняющей алгоритм синтеза с приоритетным способом отрисовки граней. Анализ позволил [7] сделать следующие выводы. За время одного кадра арбитр/сортировщик, построенный на МП 80486 с тактовой частотой 66 МГц, не сможет выполнить сортировку граней даже одного объекта, содержащего 1024 грани. Специализированный вычислитель с такой же тактовой частотой позволит отсортировать грани двух взаимоперекрывающихся объектов. При этом, учитывая необходимость предусматривать 5% запас времени для надежной организации синхронизации, за оставшуюся часть кадра можно выполнить передачу в дисплейный файл экранных координат не более 10 объектов. Таким образом, топологическая сортировка примитивов в реальном времени требует больших вычислительных затрат, т.е. конвейерная архитектурная организация системы с сортировкой примитивов в сценарном процессоре позволяет обрабатывать сцену, содержащую до десяти объектов, два из которых могут взаимноперекрываться. Для более сложных сцен такая архитектура неприемлема.

Для сравнительной оценки программная модель позволяет вывести график зависимостей временных затрат на выполнение данного алгоритма как функцию длительности такта работы для серийно выпускаемого процессора и для спецвычислителя. Пример результатов моделирования дан на рис. 1.

Заключение

Рассмотренная методика расчета производительности этапов алгоритма синтеза изображений для различных алгоритмических и архитектурных решений реализации графической системы и программная модель для ее поддержки позволяет определять

наиболее трудоемкие этапы выбранного алгоритма обработки изображений и формулировать системотехнические требования на аппаратные средства для реализации отдельных каналов системы.

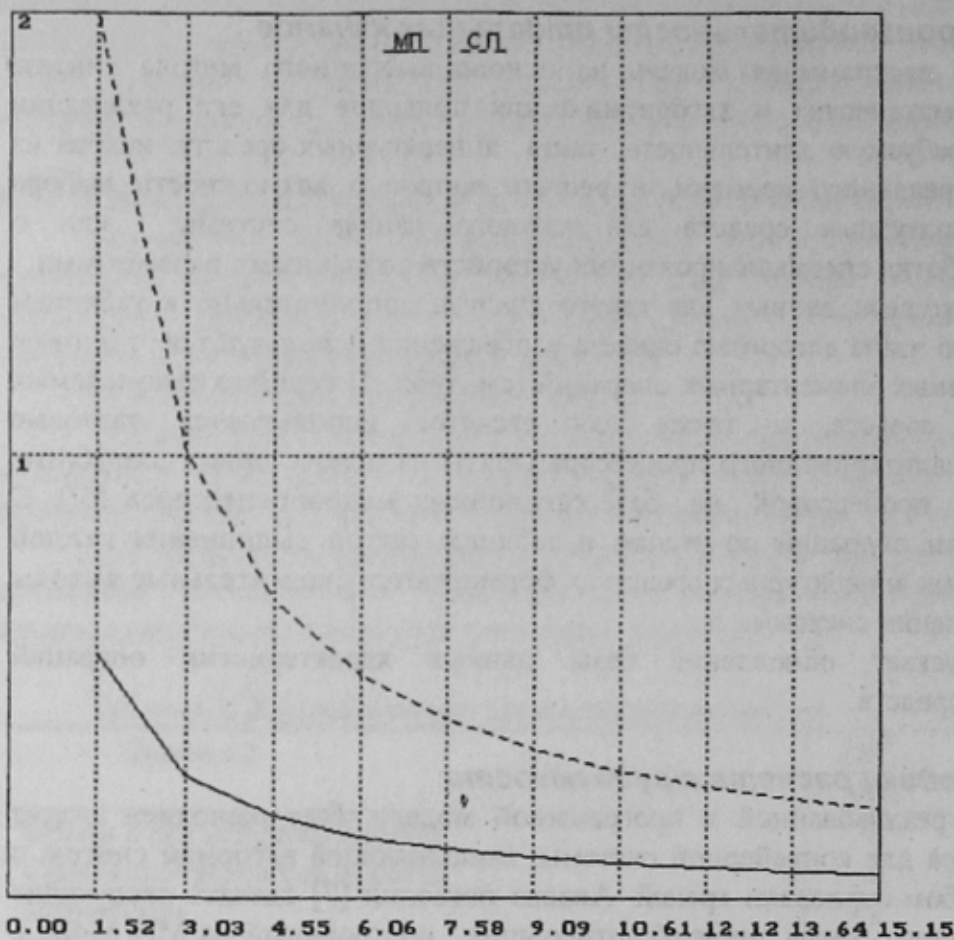


Рис. 1. Сравнительная характеристика производительности процессоров

Литература:

1. Sutherland I.E. Computer Displays // Scientific American.-1970., №6.- p.56-80
2. Бабенко В.С. Имитаторы визуальной обстановки тренажеров летательных аппаратов.- М.: Машиностроение, 1978.- 144 с.
3. Warwick G. Making the Most of Simulation // Flight International.- 1988.- 12 March.- p.26.
4. Боднер В.А., Закиров Р.А., Смирнова И.И. Авиационные тренажеры.- М.: Машиностроение, 1978.- 192 с.
5. Башков Е.А. Организация многоканальных систем синтеза изображений с композицией кадра // сб.: ИКВТ-97. Выпуск 1. Донецк: ДонГТУ, 1997 - с.90-94.
6. Башков Е.А., Аноприенко А.А., Мальчева Р.В. Специальный графический дисплей для синтеза изображений в реальном времени. // сб.: Компьютерные технологии обучения и управления ВУЗом. Тезисы докладов XIV НМК. Донецк, ДПИ, 1992.
7. Мальчева Р.В., Коротин Ю.Э. Модификация графической системы для тренажеров транспортных средств // Сборник трудов ФВТИ, Вып. 1, Донецк, ДонГТУ, 1996г. - с.44.