

УДК 004.921

**СТРУКТУРА СПЕЦПРОЦЕССОРА ДЛЯ ВОКСЕЛЬНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МНОГОУГОЛЬНИКОВ***Авксентьева О.А., Половинкин О.А.*

Донецкий национальный технический университет

E-mail: av@cs.dgtu.donetsk.ua

Аннотация

Авксентьева О.А., Половинкин О.А. Структура спецпроцессора для воксельного разложения пространственных многоугольников. Рассмотрен модифицированный алгоритм работы и одна из возможных структур реализации спецпроцессора воксельного разложения пространственных многоугольников для трехмерных дисплеев.

Введение

В последнее время 3D технологии получают все более широкое распространение. Цены на устройства с 3D экранами снижаются, и эти технологии становятся доступными не только для профессионалов, но и для рядовых пользователей. Однако, следует отметить, что распространение систем трехмерной визуализации, основанных на автостереоскопических объемных технологиях, сдерживается рядом причин. Например, для таких устройств не выработаны определения типовых 3D графических примитивов и алгоритмов их генерации.

Постановка задачи

Базовый алгоритм воксельного разложения пространственного треугольника предложен в [1]. Повышение производительности генерации 3D графических примитивов возможно за счет построения специализированных вычислительных устройств (спецпроцессоров), которые предназначены для разложения соответствующих геометрических объектов, в частности, пространственных многоугольников.

При этом спецпроцессор выполняет следующие функции:

1) Прием от host-компьютера основного списка пространственных многоугольников, которые входят в состав сцены кадра, для разложения (передаются первая вершина многоугольника $A [A_x, A_y, A_z]$, коэффициенты плоскости, на которой лежит многоугольник, $a_{ABC}, b_{ABC}, c_{ABC}, d_{ABC}$, коэффициенты дополнительных плоскостей $ak_1, bk_1, ck_1, dk_1, ak_2, bk_2, ck_2, dk_2, ak_3, bk_3, ck_3, dk_3$, минимальные и максимальные значения координат для текущего многоугольника: $X_{min}, Y_{min}, Z_{min}, X_{max}, Y_{max}, Z_{max}$, цветовые компоненты и т.д.).

2) Формирование для каждого многоугольника множества воксельного разложения $V^{(k)}$.

3) Запись полученного множества вокселей, с соответствующими параметрами, в трехмерную видеопамять.

Организация вычислительного процесса в спецпроцессоре

Для разработки структуры спецпроцессора будем использовать следующий алгоритм, представленный на рисунке 1.

Предварительно, на host-компьютере должна быть сформирована база объектов (блок 1), представленная набором пространственных многоугольников в виде координат их вершин. Также, в блоке 1 производятся все предварительные вычисления: нахождение коэффициентов основной и дополнительных плоскостей, поиск минимальных и максимальных координат вершин куба, в который вписан многоугольник. Эти вычисления производятся на host-компьютере. В спецпроцессор с компьютера последовательно

передаются координаты одной из вершин многоугольника $A [A_x, A_y, A_z]$, коэффициенты плоскости $aABC, bABC, cABC, dABC$, на которой лежит многоугольник, коэффициенты дополнительных плоскостей $ak_1, bk_1, ck_1, dk_1, ak_2, bk_2, ck_2, dk_2, ak_3, bk_3, ck_3, dk_3$ и минимальный и максимальные значения координат для текущего многоугольника: $x_{min}, y_{min}, z_{min}, x_{max}, y_{max}, z_{max}$ (блок 2). На следующем шаге алгоритма производится расчет расстояний от основной плоскости многоугольника до каждого из вокселей-претендентов (блок 3). Полученные расстояния сортируются по возрастанию (блок 4) и восемь вокселей с наименьшими расстояниями передаются в следующий блок. В блоке 5 производится размещение полученных вокселей в 3D буфер. Если получены все воксели разложения, генерация примитива заканчивается, а сгенерированные воксели переносятся из 3D буфера в 3D память. В противном случае, производится поиск следующего вокселя в 3D буфере (блок 7) и полученный воксель поступает в блок 3, где цикл размещения вокселей претендентов повторяется. После завершения генерации графического примитива, внешний цикл генерации (блоки 2-6) повторяется, пока не будут сгенерированы все многоугольники из базы объектов.

Анализ представленного алгоритма показывает, что он содержит внутренний и внешний циклы, а также этап подготовки данных, который состоит из ввода данных и предварительных вычислений коэффициентов плоскостей. Также следует отметить, что в блоках 3 и 5, выполняются по 26 и 8 независимых друг от друга вычислений, что можно использовать для распараллеливания алгоритма.

Организация структуры спецпроцессора

На рис. 2 предложена структурная схема спецпроцессора для воксельного разложения пространственного многоугольника. Блок ввода данных состоит из пяти входных регистровых блоков: блок A предназначен для хранения координат первой вершины многоугольника $A [A_x, A_y, A_z]$, блок k предназначен для хранения коэффициентов основной плоскости $aABC, bABC, cABC, dABC$, блок $k_{доп}$ предназначен для хранения коэффициентов дополнительных плоскостей, блоки Min и Max предназначены для хранения минимальной и максимальной координат куба, в который вписан многоугольник. Эти регистровые блоки объединены в блок базового запоминающего устройства (БЗУ).

Обмен данными и управление работой спецпроцессора воксельного разложения многоугольника осуществляется с помощью двух стандартных шин: шины данных (ШД) и шины управления (ШУ).

В регистровые блоки $A, k, k_{доп}$ и Min и Max , с $host$ -компьютера, передаются начальные данные, представленные в необходимой спецпроцессору форме.

В состав спецпроцессора входит матрица приращений, результаты работы которой, передаются на вход двадцати шести одинаковых параллельно работающих блоков расчета расстояний от вокселя претендента до основной плоскости многоугольника.

Каждый из параллельно работающих блоков расчета расстояний поставлен в соответствие одному из двадцати шести вокселей-претендентов. На выходах блоков формируются расстояния d_1-d_{26} . Далее полученные расстояния поступают на устройство сортировки, где они упорядочиваются по возрастанию. Координаты восьми вокселей-претендентов с наименьшими расстояниями передаются на восемь параллельных блоков размещения вокселей-претендентов. В этих блоках устанавливается принадлежность вокселей-претендентов к пространственной призме, в которую вписан многоугольник. Если воксель-претендент принадлежит многоугольнику и ячейка 3D буфера пуста, то в нее заносится соответствующий признак и воксель считается размещенным. После размещения вокселей, в соответствующем блоке выполняется поиск следующего вокселя, координаты которого подаются на матрицу приращений, и производится размещение его соседей.

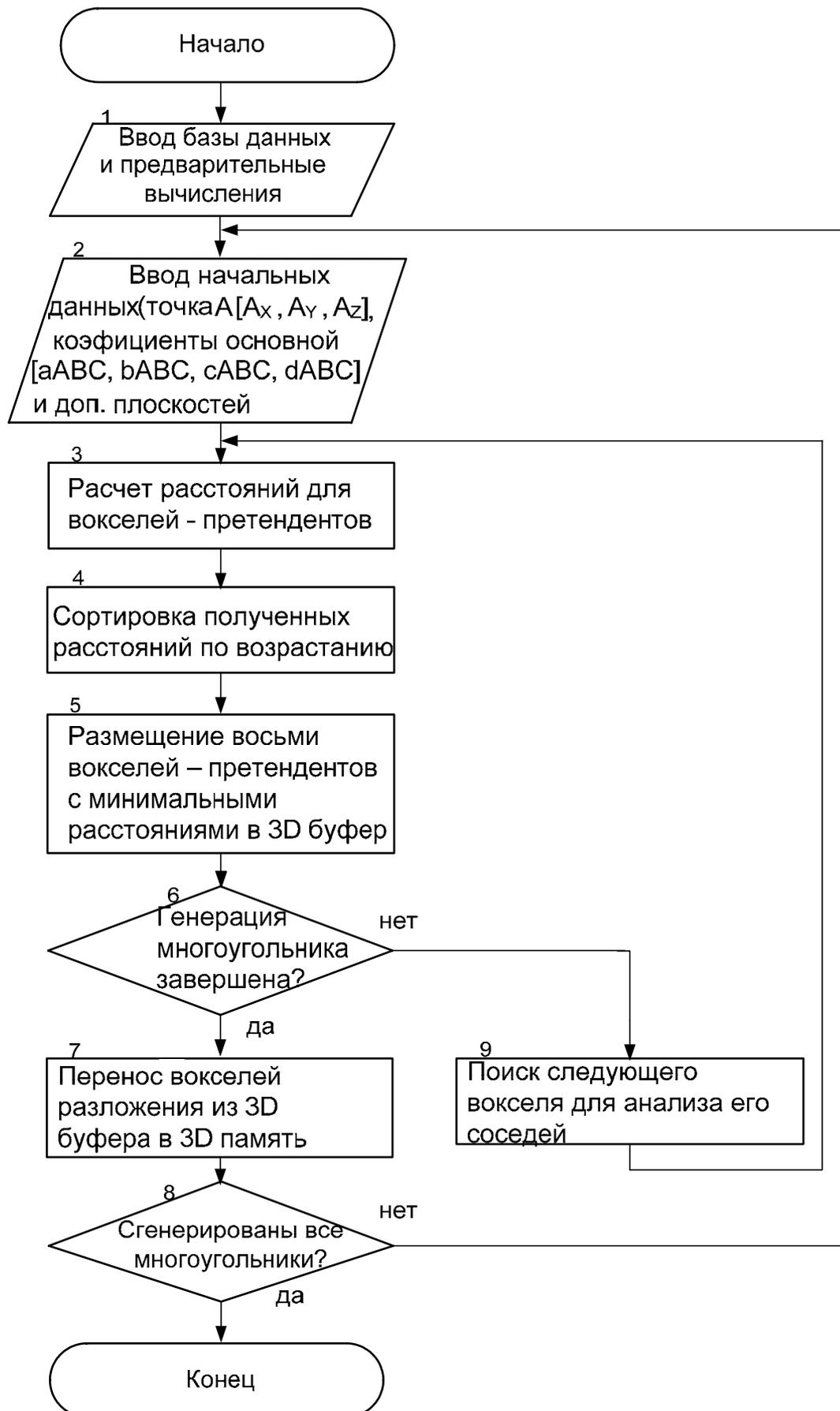


Рисунок 1 - Граф-схема алгоритма генерации 3D многоугольника

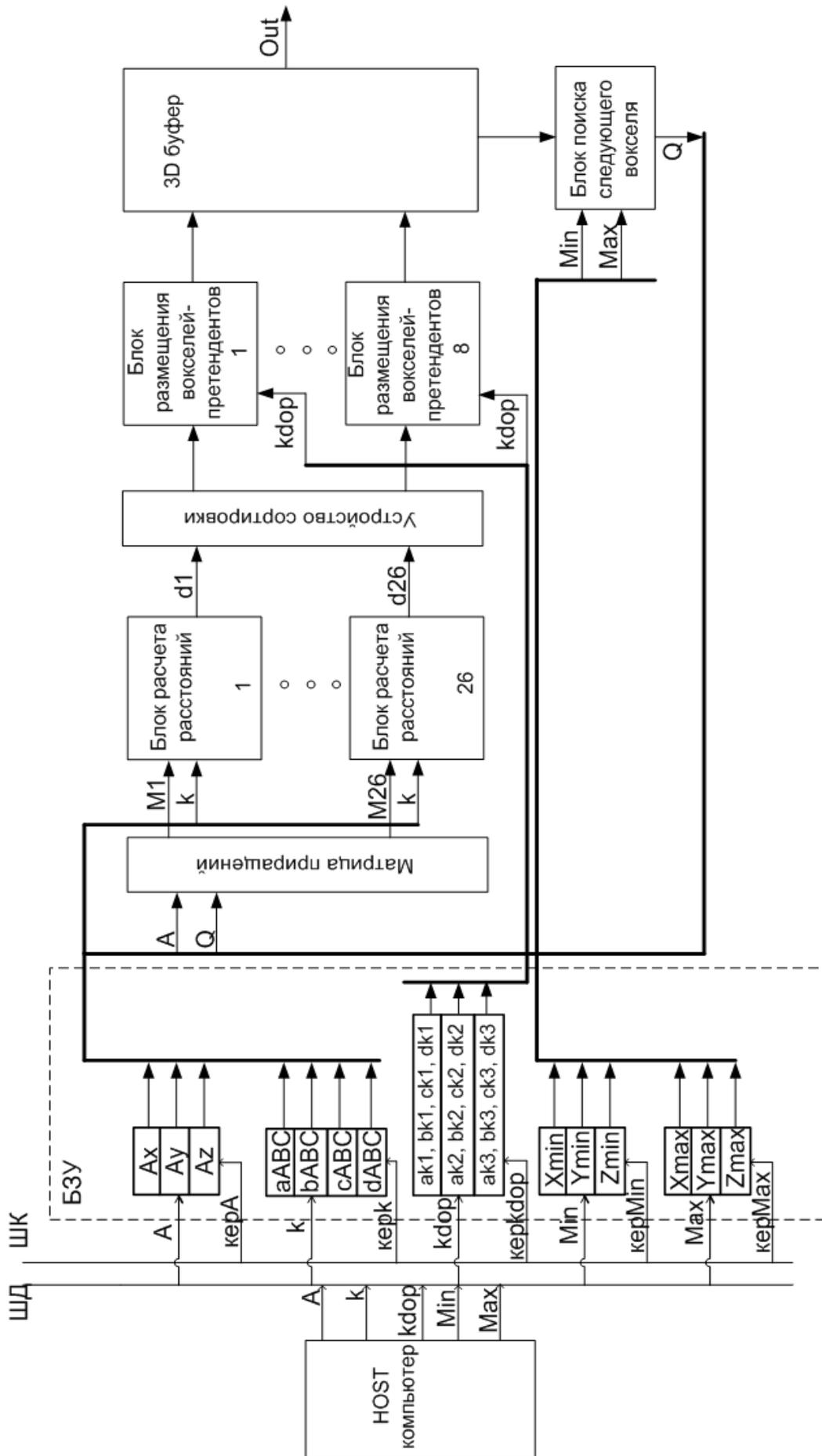


Рис. 2 – Структурная схема спецпроцессора

Выводы

В данной статье рассмотрен алгоритм и структура одной из возможных реализаций спецпроцессора воксельного разложения пространственных многоугольников. Использование данного спецпроцессора потенциально позволит сократить время генерации высококачественных трехмерных сцен для объемных дисплеев, а также освободить вычислительные ресурсы CPU для реализации других задач, например, синтеза таких графических примитивов как линии или дуги.

Список литературы

1. Башков Е.А., Авксентьева О.А, Половинкин О.А. Базовый алгоритм воксельного разложения пространственного треугольника. В сб. Наукові праці Донецького національного технічного університету, серія "Проблеми моделювання та автоматизації проектування динамічних систем". Вип. 10 (197). - Донецьк, ДонНТУ. - 2011 .- ст. 5-12
2. Башков Е.А., Авксентьева О.А., Аль-Орайкат Анас М. К построению генератора графических примитивов для трехмерных дисплеев. В сб. Наукові праці Донецького національного технічного університету, серія "Проблеми моделювання та автоматизації проектування динамічних систем". Вип. 7 (150). - Донецьк, ДонНТУ. - 2008 .- ст. 203-214
3. Препарата Ф. Вычислительная геометрия: введение; пер. с англ. / Ф. Препарата, М. Шеймос. – М.: Мир, 1989. – 478 с.
4. Роджерс Д. Математические основы машинной графики / Д. Роджерс, Адамс Дж. - М. : Машиностроение, 1980. – 240 с.
5. Geng J. Volumetric 3D Display for Radiation Therapy Planning / J. Geng. Journal of Display Technology, 2008 - с. 437-450.