

Визуализация сеточных данных большого объема

Д.Ю. Горбашевский, А.Ю. Казанцев
ИММ УрО РАН, Екатеринбург, Россия
tg@gala.nexcom.ru, alex_k_@mail.ru

Аннотация

В статье описаны подходы к формированию визуальных отображений сеток большого размера, возникающих при решении задач математической физики. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 04-07-90120

Ключевые слова: сетки, триангуляция, воксельная графика..

Задачи математической физики часто сводятся к счету некоторых величин (как скалярных, так и векторных) в узлах сеток. Эти сетки бывают различной конфигурации и размера (до нескольких миллионов вершин). Для анализа насчитанных данных необходим графический вывод сеток и данных в их узлах. Естественно, большой объем сеточных данных и особенности их геометрии могут существенно усложнить процесс визуализации. Улучшить же качество восприятия визуальной информации могут дополнительные виды отображения вспомогательного характера (изоповерхности, векторные поля и т.д.).

Одной из проблем визуализации сеток является их сложная структура. Разнообразные программы, насчитывающие сеточные данные хранят их зачастую в довольно «экзотическом» виде. Большая размерность данных, сложная конфигурация примитивов, разделение на блоки – вот далеко не полный список препятствий, усложняющих задачу визуализации таких данных. Возникает задача разработки системы визуализации, учитывающей все особенности разнообразных сеток и представляющей их визуально в удобном для пользователя виде с возможностью навигации, детального рассмотрения отдельных участков, выделения различных особенностей сеток, а так же построения дополнительных информативных видов отображения – линий уровня и изоповерхностей, сечений, векторных полей и т.д.

Для эффективного решения данной проблемы нужен удобный формат описания данных, способный описать возможно большее количество вариантов сеточных структур. На наш взгляд, для этого целесообразно использовать «примитивный» формат описания данных. Данные при таком формате хранятся в виде примитивов – многогранников размерности, не превышающей трех. На текущем этапе разработки рассматривается вариант с использованием файловой системы. В одном файле хранятся общая структура сетки - разделение сеточных данных по файлам в зависимости от типа примитивов, скалярной величины в узлах сетки и т.д. Остальные файлы описывают положения узлов сетки, массивы скалярных величин, насчитанных в узлах, топологию отдельных типов примитивов и индексы вершин в эти примитивы входящих.

Рассмотрим пример описания простейшей трехмерной сетки, состоящей из двух примитивов различной структуры с двумя скалярными величинами, насчитанными в узлах:

index.ini:

[description]	
points=12	Общее количество вершин сетки.
vars=5	Общее количество параметров насчитанных в узлах (+ 3 (для X,Y,Z)).
v0=coords(0) // x	Данные для X взять из нулевой колонки файла coords.ini
v1=coords(1) // y	Данные для Y взять из первой колонки файла coords.ini
v2=coords(2) // z	Данные для Z взять из второй колонки файла coords.ini
v3=pars(0) // p	Данные для P взять из нулевой колонки файла pars.ini
v4=pars(1) // q	Данные для Q взять из первой колонки файла pars.ini
[prims]	
tpes=2	Общее количество примитивов участвующих в описании сеточных данных.
tpe0=tetr	Топология примитивов нулевого типа (тетраэдров) описана в файле tetr.str
tpe1=cube	Топология примитивов нулевого типа (шестигранников) описана в файле cube.str

Coords.ini, Pars.ini:

2		Количество скалярных переменных (колонок) в хранимых в текущем файле. Строка переменных, описывающая набор скалярных параметров для i-той вершины.
0	1	
0.2	0.8	
0.4	0.6	
0.6	0.4	
0.8	0	
0	1	
0.2	0.8	
0.4	0.6	
0.6	0.4	
0.8	0	
0	0	
1	1	

Tetr.str, Cube.str:

4 6	Количество вершин и ребер в примитиве данного типа.
0 1	
1 2	i-тое ребро примитива
2 0	
3 0	
3 1	
3 2	

Tetr.ini, Cube.ini:

1	Количество примитивов данного типа в сетке.
0 1 2 3	Индексы вершин сетки для каждого примитива данного типа.

Такое подробное описание структуры сетки может оказаться слегка избыточным в ряде случаев, однако позволяет описать весьма широкий класс сеток.

Далее в процессе визуализации данных используется стандартная схема специализированной системы визуализации сеточных данных с системой комплексных видов отображения, управляемой камерой и многоступенчатой фильтрацией данных.

В процессе рендеринга примитивов сетки производится удаление продублированных ребер. Для реализации вспомогательного вида отображения «MiniMap» было решено использовать воксельную графику для отображения общего вида сетки. В данном случае недостаток детализации не так существен, а использование полигональной графики повлекло бы за собой необходимость искусственно прореживать сетку или снижение производительности.

При расчете данных визуализации и рендеринге наибольшая нагрузка приходится на центральный процессор системы. С целью снятия части нагрузки с него, мы используем программируемые возможности современных видеокарт (вершинные и пиксельные шейдеры DirectX). В частности вершинные шейдеры используются для выбора цвета и уровня прозрачности при отображении узлов сетки. Пиксельные шейдеры планируются к использованию в системе навигации для поддержки воксельной графики.

В настоящее время с помощью данной системы были эффективно визуализированы сеточные данные различных типов (в частности блочную сетку с шестигранными примитивами и сплошную тетраэдральную).

В перспективе планируется построение векторных полей, а также распараллеливание системы для увеличения производительности, что немаловажно в случае больших сеток.

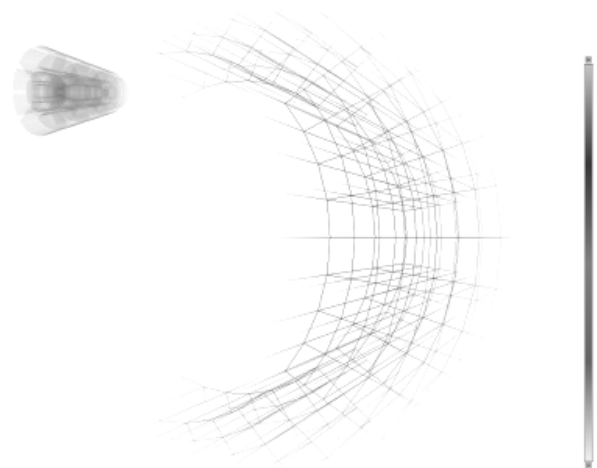


Рис. 1. Участок сетки с шестигранными примитивами с применением воксельной графики (MiniMap слева вверху)

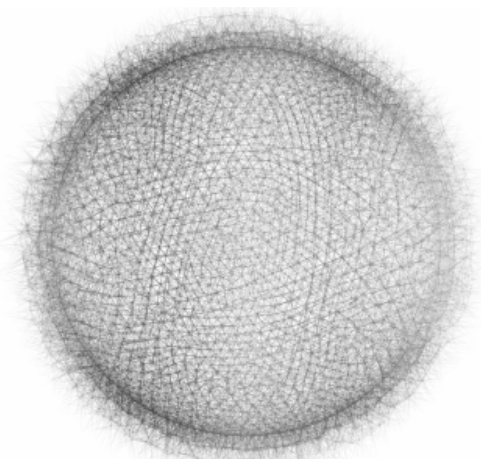


Рис. 2. Участок тетраэдральной сетки.

Об авторах

Горбашевский Дмитрий Юрьевич, аспирант ИММ УрО РАН
Казанцев Алексей Юрьевич, аспирант ИММ УрО РАН

Visualization of large volume grids**Abstract**

In the article the approaches to formation of displays of the large size grids are described. These grids arose at the decision of mathematical physics problems.

Keywords: grids, triangulation, voxel graphics.

About the Authors

Dmitry Gorbachevsky, Ph.D. student at Institute for Mathematics and Mechanics Urals Branch of Russian Academy of Science

Alexey Kazantsev, Ph.D. student at Institute for Mathematics and Mechanics Urals Branch of Russian Academy of Science