

Геометрическая информатика моделей сплошных сред

В.П. Ильин, Д.Ю. Трибис

Институт Вычислительной Математики и Математической Геофизики СО РАН Новосибирск-90, Россия,

ilin@sscc.ru, dtribis@mail.ru

Работа посвящена вопросу разработки начертательных методов решения задач геометрического моделирования, возникающих при проектировании и программной реализации строителей многомерных моделей сплошных сред. Строится модель информационного представления сплошной среды. Предлагаются оригинальные методы решения задач вычислительной геометрии, принадлежности точки выпуклой области, произвольного сечения, необходимые для формирования расчетной сетки, ориентированные на широкий класс приложений и совместимые с распространенными САД системами. Рассматриваемые подходы иллюстрируются примерами практического применения к построению геофизических моделей Земли. Приводятся примеры и краткие описания программ для двух- и трехмерных строителей моделей сплошных сред, демонстрирующие основные принципы, изложенные в работе.

Математическое моделирование сложных многомерных задач представляет собой проблему экстремальной вычислительной сложности и ресурсоемкости. Здесь существенную роль может сыграть эффективное использование современных графических ускорителей.

Предлагаемая концепция геометрической информатики использует графические изображения для решения разнообразных задач, в частности, задач вычислительной геометрии, возникающих при программной реализации строителей моделей двух- и трехмерных сплошных сред.

Вводится представление сплошной среды как континуального множества замкнутых областей и конкурентного определяющего его топологию правила. Каждая область имеет свой набор характеристик среды и приоритет. Точка считается принадлежащей области с большим приоритетом (Конкурентная Вымещающая Модель Среды).

Предлагается метод решения задач принадлежности, определения параметров среды в точке и произвольных сечений, основанный на использовании геометрических построений (Метод Приоритетных Раскрашенных Проекций). Приводятся описания программ, реализующих данную концепцию.

Под сплошной средой мы будем понимать часть континуального пространства $\bar{\Omega} = \Omega \cup \Gamma$, в каждой точке которого определено множество величин $\bar{S} = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$, где $S_n \in R$, однозначно характеризующих среду, включая задаваемые материальные свойства и расчетные величины.

Программное представление должно позволять нам эффективно решать две следующие внутренние основные задачи:

- Определение значений параметров среды в точке.

- Получение границ изменения параметров при произвольном сечении линиями и плоскостями.

Идея предлагаемого подхода заключается в представлении сплошной среды как множества замкнутых подобластей, которые могут пересекаться. С каждой подобластью связан свой набор характеристик среды, неизменный в ее пределах.

Для однозначного определения параметров среды в точках, принадлежащих нескольким областям, вводится дополнительное "конкурентное правило". Таким образом:

Конкурентная Вымещающая Модель Среды (КВМС) определяется следующим образом:

1. Модель состоит из множества замкнутых, в общем случае пересекающихся подобластей, $\bar{\Omega}_k = \Omega \cup \Gamma_k$, для каждой из которых задано множество параметров среды \bar{S}_k , неизменное в ее пределах.
2. Для каждой модели определяется область отображения как «базовая фигура» Ω_B , содержащая все остальные области и задающая начальные параметры среды¹, такая, что $\Omega_k \subset \Omega_B$, $\forall k \in N$, где N множество натуральных чисел.
3. Каждой подобласти сопоставлен уникальный номер, соответствующий ее приоритету.
4. Конкурентное правило: при пересечении в пространстве нескольких подобластей точка считается принадлежащей подобласти с большим приоритетом.

Способ решения задач, при котором фигуры рисуются последовательно, в зависимости от их приоритета, уникальным цветом, а для решения используются цвета, получаемые на изображении, мы будем называть *методом раскрашенных приоритетных проекций*.

В трехмерном случае решения вопроса о принадлежности точки требует шести пространственных поворотов с последующим решением двумерных задач. Другой способ требует наличия в распоряжении программиста инструментов сечения трехмерной сцены. Такие средства есть практически во всех библиотеках, включая OpenGL. Тогда проблема наложений решается использованием двух плоскостей отсечения, в результате остается лишь достаточно тонкий для получения требуемой точности слой модели.

¹ В декартовой системе координат такой фигурой удобнее всего сделать куб, в сферической – сферу, в цилиндрической – цилиндр и т.д.