



Обзор геометрических представлений в кодах Монте-Карло

Роналд П. Кенсек

Брайан С. Франке

Томас У. Лауб

Леонард Дж. Лоренс

Мэтью Р. Мартин

Сандийские национальные лаборатории

Стив Уоррен

Университет шт. Канзас

**Совместная Российско-Американская
конференция пяти лабораторий
по вычислительной математике и физике
Вена, Австрия 19–23 июня 2005 г.**



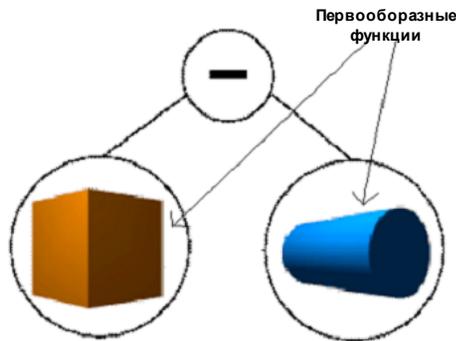
Сандия – многопрограммная лаборатория, оперируемая Корпорацией Сандия компании Локхид-Мартин для министерства энергетики США по контракту DE-AC04-94AL85000.



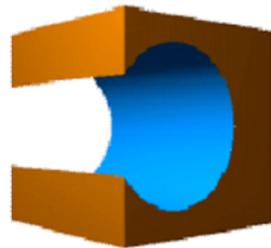


Постановка задачи: инженерный дизайн – КГ или САПР

Комбинаторная геометрия (КГ)



Вычитание КГ



Получаемые тела

- Инженерный дизайн в этом формате обычно отсутствует
- Пока нет общей автоматической трансляции из САПР в КГ
- Трудна постановка задачи: Создание моделей КГ с инженерной детализацией требует больших трудозатрат

Геометрия САПР

- Инженерный дизайн в этом формате полностью доступен
- Постановка задачи ускоряется: легко создаются новые и измененные дизайны.
- Проектировщики САПР могут не понимать потребность в чистой геометрии (без переклестов и разрывов)



Метод Монте-Карло для радиационного переноса с использованием моделей САПР

- **Задача дизайн-анализа: использовать инженерные модели САПР**
 - Решения относятся к методам визуализации
 - Относится к линейному переносу (геометрия не изменяется при переносе)
- **Подход №1: Создать модель КГ**
 - Вручную (лучше избегать)
 - Автоматическая трансляция в КГ разрабатывается (для MCNP Лос-Аламосской лаборатории)
 - » Мэнсон (Райтеон) : Аналитические поверхности вычитаются из формата САПР (STEP) кодом TopAct
 - » Циге-Тамират (Карлсруэ): Алгоритм для создания полуалгебраических представлений
 - Автоматическая трансляция в сетку, отображаемую КГ
 - » Сетка неструктурированная, в отличие от обычной [напр. воксел (*объемный элемент 3-мерного изображения*)]



Метод Монте-Карло для радиационного переноса с использованием моделей САПР

- **Подход №2: Модификация кода Монте-Карло для восприятия новых форматов**
 - » Геометрия САПР
 - » Фасеточная геометрия
 - Используется для визуализации
 - Код Джордана **NOVICE** (консультанты **EMP**) для транспортировки по фасеточным представлениям
 - Тоуджес (СНЛ) изучал аналогичный подход для **MCNP**
 - Мы обсудим использование САПР и фасеточных моделей электронно-протонным кодом Монте-Карло из Сандии - **ITS**
 - » Возможен интерфейс с ядром любой геометрии поддерживающим лучеиспускающие запросы

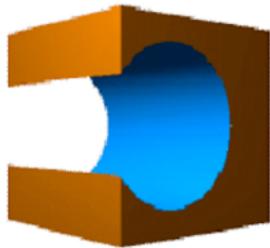




Вопросы эффективности КГ и САПР

КГ

- Выполняет пересечение лучей с бесконечными поверхностями
- Затем выполняет простую мин/макс логику (по Булевому построению)
- Все пространство определено
- Очень эффективно для вычисления



Модель КГ

- 1 зона кода
- 2 перв. функции
- 9 поверхностей

Модель САПР

- 1 комок
- 1 оболочка
- 8 сторон
- 8 петель
- 36 ко-кромок
- 18 кромок
- 12 вершин

Геометрия САПР

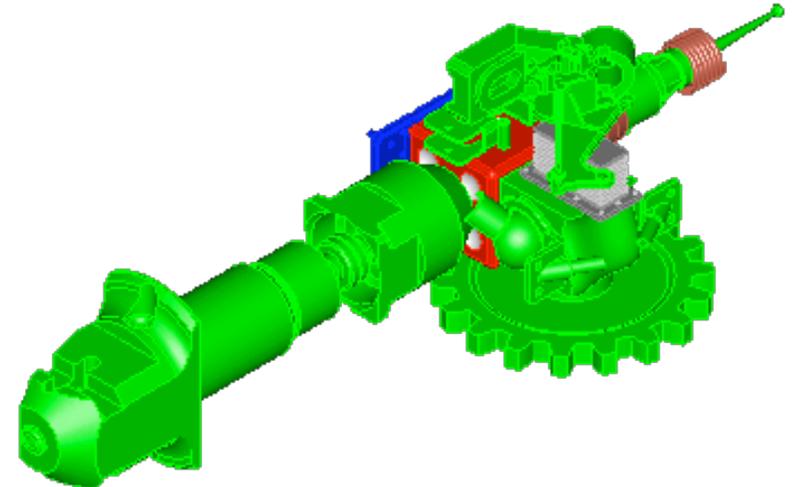
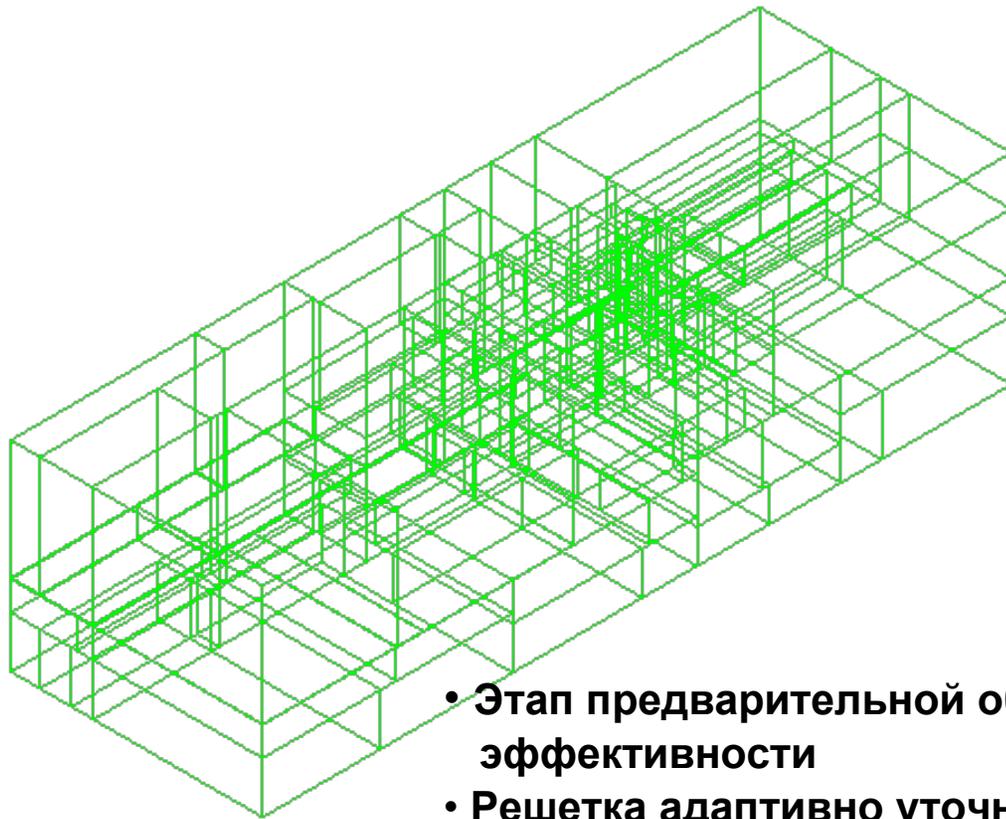
- Выполняет пересечение лучей с бесконечными поверхностями
- Затем выполняет расчет точек на сторонах (поскольку сторона - это ограниченная поверхность), а затем мин/макс логику
- Требуется специальная логика для транспортировки в неопределенном пространстве
- **Может быть на 1-2 порядка медленнее, чем КГ**
- **Сплайны могут удлинять прогон еще на 1-2 порядка**

Типичная модель САПР:

- ~ 13 000 сторон
- ~ 25 000 кромок
- ~ 19 000 вершин



Решетка эффективности ускоряет транспортировку в САПР

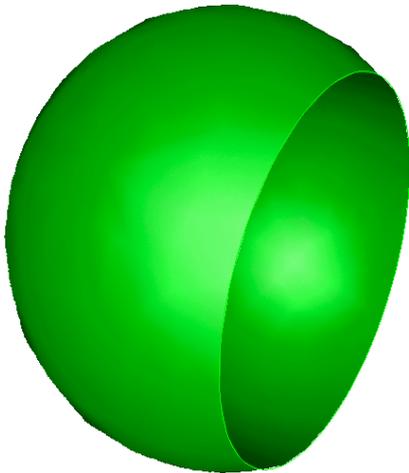


- Этап предварительной обработки для создания решетки эффективности
 - Решетка адаптивно уточняется.
 - Это помогает ограничить число и порядок обрабатываемых поверхностей на основе положения и направления частицы.
- Решетка пересекается отображением дерева КГ

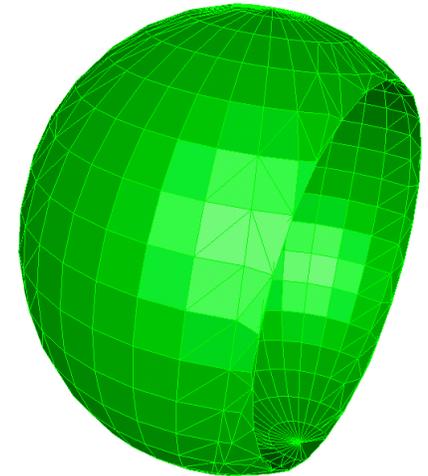


Фасеточная геометрия (чаша): поверхностная сетка

- Транспортировка на сплайнах может быть ускорена фасеточным разбиением



	Время (микросек)
КГ	0.007
Фасетки	.22
САПР	.64
Сплайны	64.3



- Скорость фасеточной геометрии различна, в данном случае использовались меньше 1600 фасеток



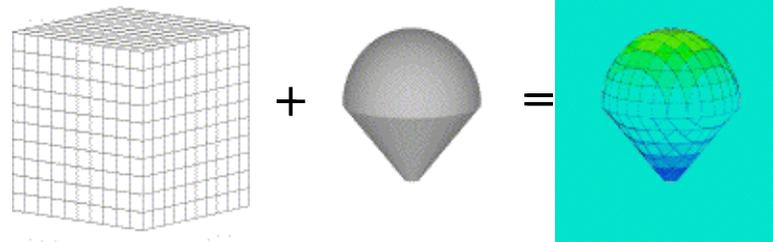
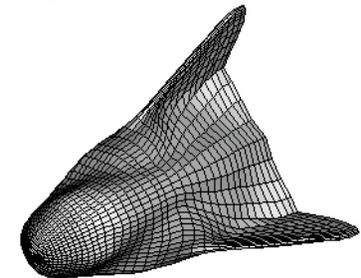
Изучение геометрических альтернатив

Более автомат.



Менее автомат.

- Геометрия САПР
 - Требуется связать ITS с коммерческими библиотеками САПР
- САПР с фасетизацией сплайновых поверхностей
 - Программа сетки CUBIT (СНЛ) дает такой контроль
 - Повышается эффективность
- Фасетизация всей геометрии
 - По сути – поверхностная сетка
 - Устраняет необходимость связи с коммерческим САПР
 - Используется программа CUBIT (автоматизированная для визуализации)
- Построение сетки для всей геометрии
 - На параллельных машинах может понадобиться пространственная декомпозиция
 - Может понадобиться другая новая логика
 - Сетеподобная структура (субзоны) требуется для передачи данных в регионы





Выводы и планы на будущее

- **Возможны разные подходы к геометрическому моделированию**
- **Могут использоваться сочетания разных методов на одной геометрии**
 - **Имеются сейчас в ITS:**
 - » **Гибрид САПР-КГ**
 - » **Гибрид САПР-КГ-ФГ (фасеточная геометрия)**
 - **Разрабатывается: Гибрид САПР-КГ-ФГ-Сетка**
- **Предстоит изучить ошибки, вызываемые дискретностью моделей фасеточной и сеточной геометрии**