

Исследование древовидных методов с целью ускорения обнаружения столкновений в физической симуляции

Е.В. Брянская, В.А. Иванов

Научный руководитель: М.Ю. Барышникова

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет “Информатика и системы управления”

В данной работе описывается разработка и анализ алгоритмов пространственного разбиения, использующих структуры деревьев. Целью является определение метода обнаружения столкновений, наиболее оптимального по времени вычислений.

В настоящее время моделирование движения тел приобретает всю большую значимость. Оно применяется как при разработке тренажёров, так и при создании компьютерных игр, построенных в основном на взаимодействии тел. В подобных системах часто требуется решать задачу обнаружения столкновений, чтобы исключить возможность "проваливания" одного объекта в другой, а также для моделирования их поведения при ударе.

Как правило, симуляции содержат в себе достаточно большое количество объектов и необходимо обеспечить плавность движения тел за счёт малого времени обновления сцены. Поэтому актуальной проблемой является выбор наиболее быстродействующего алгоритма. Причём алгоритм полного перебора является неэффективным из-за сложности $O(n^2)$. [1] Для снижения вычислительных затрат можно исключить из рассмотрения пары объектов, которые явно не могут сталкиваться в текущий момент. Этот подход лежит в основе алгоритмов, которые используют структуры деревьев для создания иерархического разбиения пространства на подобласти. [2]

В связи с тем, что подобных алгоритмов существует большое множество, возникает потребность в их изучении и сравнении при различных условиях для решения описанной проблемы, что и стало целью данного проекта.

Была написана программа, симулирующая движения шаров в двухмерном пространстве. В каждый момент времени объекты передвигаются с текущими скоростями и совершают соударения с границами поля или между собой. Поиск столкновений осуществляется с помощью одного из алгоритмов:

- полный перебор;
- дерево квадрантов (с статическим/динамическим центром);
- hex-дерево;
- бинарное дерево.

Алгоритмы, использующие пространственное разбиение, имеют следующий принцип работы.

1. После передвижения шаров создаётся структура корневого дерева, в которую будут добавляться объекты.
2. При достижении критического количества шаров в одной области создаются деревья, разбивающие её на несколько частей. Объекты распределяются по этим подобластям.
3. После добавления всех объектов, в каждой области применяется алгоритм полного перебора для поиска столкновений.

Пользователю предоставляется возможность изменять параметры симуляции, а именно:

- алгоритм столкновений и его параметры;
- количество шаров;
- использование многопоточности. [3]

В результате исследований были сделаны выводы о скорости работы алгоритмов и разработан метод, использующий наиболее оптимальные конфигурации алгоритмов в зависимости от ситуации.

Список литературы

1. Алгоритмы. Построение и анализ : пер. с англ. / Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. [и др.]. - 3-е изд. - М. : Вильямс, 2018. - 1323 с. : ил.
2. Алгоритмы. Руководство по разработке. – 2-е изд.: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 720 с.: ил.
3. Документация библиотеки std (раздел о потоках) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://en.cppreference.com/w/cpp/thread>, свободный (дата обращения: 10.03.2020).