

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖИДКОСТЕЙ В КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГРАХ

Рассматриваются современные подходы моделирования жидкостей в компьютерных играх.

ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование компьютерных игр в последнее время идет по пути увеличения реалистичности изображения. Для более детального отражения реальной действительности разработчики современных игр используют различные методы моделирования физических процессов (течение воды, дым, огонь, динамику твердых тел и т.д.), но при этом упрощают их, чтобы не перегружать компьютер.

I. УРАВНЕНИЯ НАВЬЕ-СТОКСА

Все методы симуляции жидкостей основаны на уравнениях Навье-Стокса. Это система дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих движение вязкой ньютоновской жидкости. Они также применяются для моделирования других явлений, как например, огонь и дым. В векторном виде для жидкости они записываются следующим образом [1]:

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = -\vec{v} \cdot (\nabla \vec{v}) + \nu \Delta \vec{v} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \vec{f},$$

где ∇ - оператор набла, Δ - векторный оператор Лапласа, t - время, ν - коэффициент кинематической вязкости, ρ - плотность, p - давление, \vec{v} - векторное поле скоростей, \vec{f} - векторное поле массовых сил.

II. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЖИДКОСТЕЙ

Существуют различные подходы к симуляции жидкостей, их выбор определяется поставленной задачей. К наиболее распространенным относятся сеточные методы Эйлера, гидродинамика сглаженных частиц (англ. smoothed particle hydrodynamics — SPH), методы, основанные на завихрениях, и метод решёточных уравнений Больцмана. Данные методы возникли в вычислительной гидродинамике и перекочевали в индустрию компьютерной графики и визуальных эффектов в упрощенном виде, так как основным требованием, предъявляемым к моделированию, является визуальная правдоподобность.

В последнее время активно развивается метод гидродинамики сглаженных частиц. Это свя-

зано с рядом преимуществ метода SPH по сравнению с традиционными сеточными методиками. Во-первых, SPH гарантирует сохранение массы без дополнительных вычислений, так как частицы сами по себе представляют массу. Во-вторых, SPH вычисляет давление от воздействия соседних частиц, также имеющих массу, а не решает систему линейных уравнений. В-третьих, SPH создаёт свободную поверхность для непосредственно двухфазных взаимодействующих жидкостей. По этим причинам благодаря SPH возможно моделировать движение жидкости в режиме реального времени.

Основные этапы общего метода гидродинамики сглаженных частиц [2]:

- 1) системой уравнения в частных производных задаются законы движения среды;
- 2) непрерывно аппроксимируются поля величин, описывающие среду, и пространственные дифференциальные операторы;
- 3) полученная аппроксимация дискретизируется по отдельным частям;
- 4) на основе полученной аппроксимации исходная система уравнений в частных производных преобразуется в систему обыкновенных дифференциальных уравнений, которая описывает динамику изменения рассматриваемых величин в отдельных частицах;
- 5) полученная система решается численно с помощью какого-либо метода;
- 6) полученные значения полей в частицах могут быть интерполированы.

III. ВЫВОДЫ

Так как в играх моделирование жидкостей выполняется в реальном времени, допускается упрощение физических процессов. Наиболее распространенный метод симуляции жидкостей в настоящее время - метод SPH или гидродинамика сглаженных частиц.

Список литературы

1. Темам, Р. Уравнения Навье-Стокса. Теория и численный анализ / Р. Темам. - М.: Издательство "Мир" 1981. - 408с. С. 2.
2. Абрамов, И. В. Метод гидродинамики сглаженных частиц [Текст] / И. В. Абрамов и др. // Информационные технологии и моделирование. - 2011. - №4. - С. 2.

Гриневич Яна Григорьевна, магистрант кафедры вычислительных методов и программирования БГУИР, ja.grinevich@gmail.com.

Научный руководитель: Кукин Дмитрий Петрович, заведующий кафедрой вычислительных методов и программирования БГУИР, кандидат технических наук, доцент, kudin@bsuir.by.