

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ БОЛЬШИХ ОТКРЫТЫХ ВОДОЁМОВ

Макарова Т.П., студент гр. 4196, I курс

Научный руководитель: Шлеймович М.П., к.т.н., доцент

Казанский национальный исследовательский технический университет (КАИ)
имени А.Н. Туполева,
г. Казань

В настоящее время во многих сферах человеческой деятельности существует потребность в использовании компьютерной графики. Широкое поле применения способствует возникновению всё более совершенных методов моделирования изображений как с точки зрения точности и реалистичности, так и с точки зрения аппаратной реализации методов.

Наиболее требовательной к компьютерной графике сферой деятельности является индустрия кино и индустрия видео игр. В отличие от медицинской и военно-оборонной сфер, где большой упор делается на точность смоделированных изображений, в кино и видео играх, рассчитанных на массовое потребление, качество и зрелищность итогового продукта напрямую влияют на его рентабельность. Также в случае индустрии видео игр большое влияние оказывает и то, насколько требовательным к ресурсам персонального компьютера или игровой приставки окажется итоговый продукт.

Самым частым и самым сложным с точки зрения реалистичности объектом моделирования является водная поверхность. Существует множество методик и их реализаций, и с каждым днём их становится всё больше. Однако, не существует и никогда не будет существовать универсальный метод моделирования водной поверхности, поскольку имеется требование на минимизацию затрачиваемых аппаратных ресурсов и максимизацию итогового результата. В таких условиях возникает потребность для каждой конкретной задачи создавать уникальный метод решения.

В случае с моделированием водной поверхности есть существенная разница между моделированием небольших водоёмов (луж, озёр, прудов и т.д.) и моделированием больших открытых водоёмов (море, океан). Если не учитывать эту разницу, то итоговый результат может не только оказаться далёким от реального изображения, но и весьма затратным при реализации.

На первый взгляд разница не так уж и существенна – физика воды не изменяется при увеличении её объёма, законы, по которым отражается и преломляется свет, не искажаются, а значит и визуальное их проявление остаётся прежним. Такое верно для математической модели воды, однако, в случае её программной реализации размер водоёма приходится учитывать.

К примеру, ранние методы визуализации воды в реальном времени, основывались на предположении о том, что водная поверхность плоская. Иллюзия волн создавалась за счет рельефного текстурирования с использованием заранее сгенерированных карт для нормалей и высот. Такой подход до сих пор часто используется. Он отлично подходит для визуализации небольших и спокойных поверхностей воды: озер, прудов и луж. Кроме того, плоская поверхность воды сильно упрощает визуализацию отражений, преломлений, физическую модель, требует минимального количества полигонов и позволяет легко добавлять спецэффекты, например, волны от объектов.

К сожалению, такой подход очень плохо справляется с визуализацией больших открытых водоемов, а именно тех, где ожидается увидеть крупные волны. Как только у аппаратной части появилась возможность изменять геометрию без серьезного падения производительности, рельефное текстурирование было вытеснено анимацией вершин. Но получаемые поверхности все равно приходится делать достаточно плоскими, так как для реалистичного синтеза больших волн требуются более сложные подходы, чем анимация за счет заранее сгенерированных карт нормалей и высот. Таким подходом, например, является параметрическая модель "Gernster Waves" (Рисунок 1), но хотя модель применялась на практике, широкого распространения не получила [1].

Существуют более простые методики моделирования крупных волн, к примеру, статистическая модель, в которой используется дискретное преобразование Фурье.

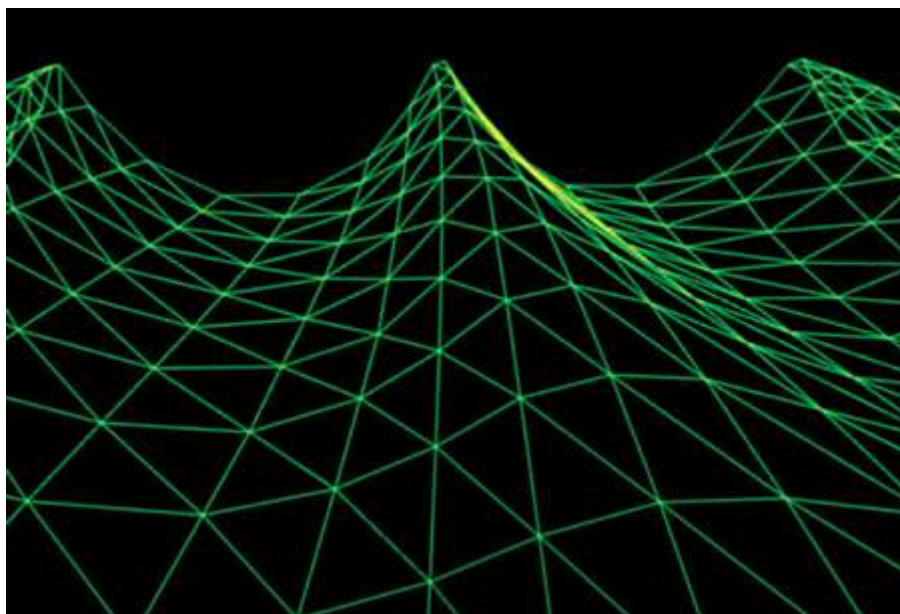


Рис.1 - Поверхность, синтезированная моделью "Gernster Waves".

Сложность моделирования волнения водной поверхности большого водоёма компенсируется упрощением вычисления цвета водной поверхности.

В случае небольших водоёмов в результирующий цвет водной поверхности часто добавляется дно и находящиеся на нём объекты. В зависимости от того, под каким углом наблюдатель смотрит на воду, он видит либо дно, либо отражения неба и находящихся над поверхностью объектов. Переход от видимого преломления к отражению задаётся коэффициентом Френеля, который определяет какая доля падающей световой энергии отражается для заданного угла падения (Рисунок 2) [2]. Дополнительной сложностью для небольших водоёмов в этом случае будет необходимость учитывать находящиеся под поверхностью воды объекты, в то время как море или океан достаточно глубоки, чтобы дна не было видно. Для крупных водоёмов цвет меняется от слегка зеленоватого оттенка до тёмно-синего.

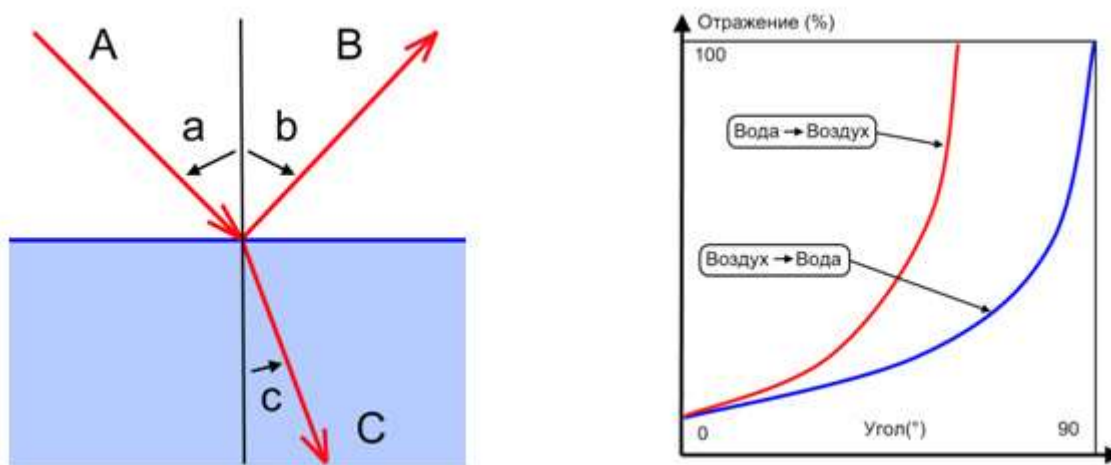


Рис.2 – Преломление и отражение света на границе двух сред.

Помимо различий в моделировании волнения и расчёта цвета есть так же разница в площади изображаемого водоёма. Пруды и лужи обладают небольшим размером и чаще всего полностью оказываются в зоне видимости, в то время как море уходит далеко за горизонт. Очевидно, что моделирование всей поверхности большого водоёма нерационально, поскольку наблюдатель никогда не увидит так далеко расположенную поверхность.

В этом случае часто прибегают к снижению детализации дальней части водной поверхности. То есть вместо того, чтобы равномерно распределять полигоны по поверхности, как в случае небольшого водоёма, необходимо уменьшать количество полигонов модели в зависимости от расстояния до наблюдателя. Для реализации этого подхода используется проекционная сетка (Рисунок 3), однако при её использовании необходимо учитывать возможность возникновения артефактов по краям, возникающих при сдвиге вершин спроецированной сетки для создания остrokонечного профиля волн.

Решением этой проблемы является расширение проекционной сетки, чтобы сдвинутые краевые вершины оставались за пределами экрана. Но сетку в таком случае придется либо очень сильно расширять, либо реализовывать достаточно сложную схему выбора величины сдвига в зависимости от

положения наблюдателя относительно поверхности воды, амплитуды волн, расстояния до края сетки [1].

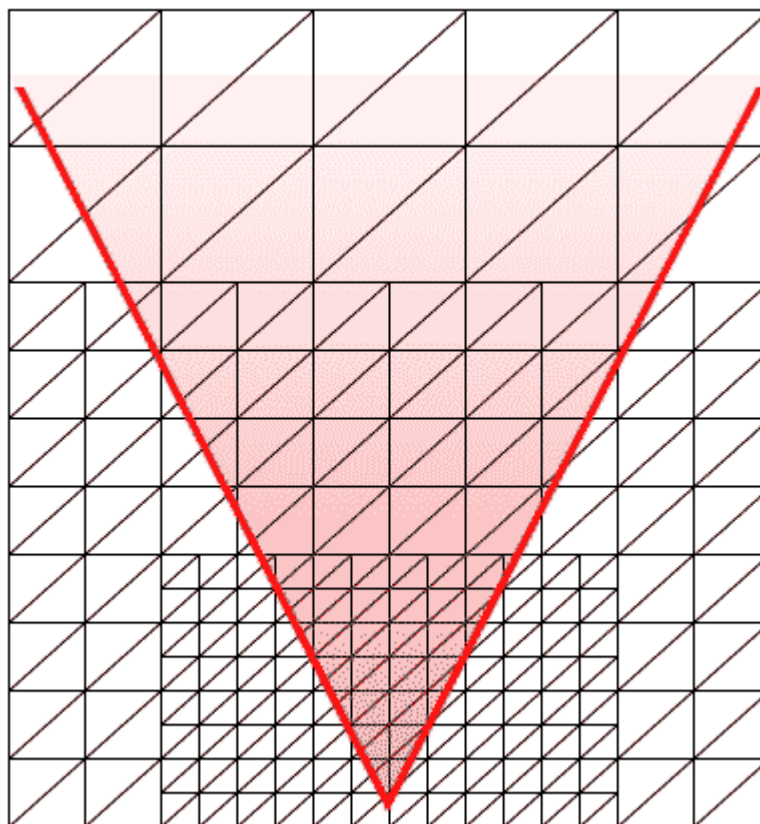


Рис.3 – Проекционная сетка.

Таким образом, можно выделить следующие особенности моделирования поверхности больших открытых водоёмов:

- Моделирование волнения водной поверхности сложнее, чем у более мелких водоёмов из-за необходимости визуализации крупных остроконечных волн;
- Цвет поверхности не зависит от дна и расположенных на нём объектов и формируется из отражения неба и угла наблюдения;
- Площадь поверхности очень велика и не целиком попадает в обзор. Необходимо учитывать это для снижения ресурсостоемости.

Список литературы:

1. Дмитрий Трифионов. Визуализация водной поверхности. Быстрое преобразование Фурье на GPU. Компьютерная графика и мультимедиа. Выпуск №7(1)/2009.
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Формулы_Френеля