

глиняной игрушке. Мастера обращаются к образам восточнославянской мифологии (птица, всадник, конь и др.), т.к. именно эти образы использовались в глиняной игрушке в качестве оберега с древних времен. Их керамические изделия обладают яркими художественными качествами, представляя собой ценный пласт народного творчества. Пройдя свой недолгий, но весьма самобытный путь развития, белорусская глиняная игрушка в течение 40 лет превратилась из детской забавы в уникальный арт-объект, обладающий яркими художественными качествами.

1. Беларуская міфалогія: Энцыклапед. слоўн. / С. Санько, Т. Валодзіна. – Мінск : Беларусь, 2004. – 592 с.
2. Народныя мастацкія рамёствы Беларусі / уклад. Я.М. Сахута. – 2-ое выд. – Мінск : Беларусь, 2001. – 168 с.
3. Ржавуцкі, М. Беларуская гліняная цацка / М. Ржавуцкі. – Мінск : Палымя, 1991. – 142 с.
4. Сахута, Я.М. Беларускае народнае мастацтва / Я.М. Сахута. – Мінск : Беларусь, 2011. – 367 с.
5. Славянская мифология: Энциклопедический словарь / под ред. Л.М. Анисова. – М. : Издательство «Эллис Лак», 1995. – 416 с.

Ломова Ю.Ю., студ. 508 гр.

Научный руководитель – Гончарова С.А.

МЕТОДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ В ТРЕХМЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

В конце 1980 гг. века появилось новое понятие – трехмерная графика или 3D-графика. И хотя этот термин возник гораздо раньше, но свое

значение в современном понимании получил только в конце 1980 – начале 1990 гг. Голливуд первым в мировом кинематографе оценил и сделал ставку на использование компьютерной графики. Отправной точкой появления компьютерного кино считают создание фильма «Терминатор 2. Судный день». Именно в это время появляется программное обеспечение 3DStudio, первые примитивные версии, но после них мировой кинематограф изменился навсегда.

С появлением программ для работы с трехмерной графикой появляется и такое понятие как визуализация (рендеринг) – процесс преобразования трехмерной сцены в двухмерное изображение. Визуализация – один из наиболее важных разделов в компьютерной графике, и на практике он тесным образом связан с остальными: моделированием, текстурированием, анимацией. Все стадии «процесса создания виртуальных миров» взаимодействуют между собой настолько прочно, что одно без другого просто немыслимо. Именно в результате рендеринга получается «конечный продукт» компьютерной графики.

На сегодняшний день роль 3D моделирования и визуализации сложно переоценить, ведь трехмерная графика открывает огромные возможности и находит применение в самых разных сферах: архитектуре, кинематографе, телевидении, компьютерных играх, печатной продукции, науке, производстве. 3D графика позволяет в точности воспроизводить объекты реального мира в виртуальном пространстве, увидеть предметы, которых на данный момент не существует, или существуют, но нет возможности познакомиться с ними «вживую», получать изображения и анимацию с фотографическим качеством.

Рендеринг (англ. rendering – «отрисовка») в компьютерной графике – это процесс получения изображения по модели с помощью компьютерной программы. Здесь модель – это описание трёхмерных объектов на строго

определённом языке или в виде структуры данных. Такое описание может содержать геометрические данные, положение точки наблюдателя, информацию об освещении. Иначе говоря, рендеринг – создание плоской растровой картинки по разработанной 3D сцене [3].

Теоретические основы современного рендеринга были заложены более 300 лет Исааком Ньютоном, предложившем корпускулярную теорию света и обосновавшему с помощью этой теории такие ключевые для рендеринга явления, как отражение, преломление, рассеяние света. Другим «краеугольным камнем» в рендеринге является закон сохранения энергии (в данном случае энергии света). Рендеринг – это попытка решения (с разной степенью точности) некоего уравнения, описывающего распространение света в трехмерной сцене, причем уравнение это учитывает только корпускулярные свойства света. Уравнение так и называется – уравнение рендеринга. В математическом представлении оно выглядит так:

$$L_o(x, \vec{w}) = L_e(x, \vec{w}) + \int_{\Omega} f_r(x, \vec{w}', \vec{w}) L_i(x, \vec{w}') (\vec{w}' \cdot \vec{n}) d\vec{w}'$$

где L_o – свет, излучаемый поверхностью в точке x в направлении вектора w , L_e – собственные «излучательные способности» поверхности в той же точке и в том же направлении, а выражение под знаком интеграла – это бесконечная сумма излучений, пришедших в точку поверхности из пространственной полусферы и отраженных поверхностью в соответствии с ее отражательной способностью, описываемой с помощью функции f_r (BRDF, двунаправленная функция распределения отражений) [1].

Процесс рендеринга можно расписать в несколько этапов:

1. Формирование и обработка трёхмерного изображения для воспроизведения на двумерном экране, включающее следующие стадии:

- преобразования в мировой системе координат, учитывающие такие трансформации объектов, как перемещение, вращение,

масштабирование;

– преобразования в координатном пространстве виртуальной камеры (в пространстве «наблюдателя трехмерной сцены»), которые переводят мировые координаты объектов в координаты поля зрения наблюдателя;

– получение изометрической проекции. Для реалистичного рендеринга требуется еще учитывать перспективные искажения, что делается путем перспективных преобразований. В результате матричных преобразований происходит перевод от трехмерных координат точек объектов в двумерные координаты пикселей будущего «отрендеренного» изображения.

2. Вычисление цвета пикселя двумерного изображения на экране. Самая последняя «стадия» визуализации и самая трудоемкая. Точное решение уравнения рендеринга (прослеживание распространения всех лучей света в трехмерной сцене) практически невозможно (или нецелесообразно, так как потребует бесконечного времени), все существующие методы – приближение с той или иной погрешностью к точному решению.

В современных рендерах используются пять основных методов [2]:

1. *Растрезация* (rasterization) совместно с методом сканирования строк (Scanline rendering). Визуализация производится проецированием объектов сцены на экран без рассмотрения эффекта перспективы относительно наблюдателя.

2. *Метод бросания лучей* (ray casting). Используется в рендеринге в реальном времени (например, в компьютерных играх), где скорость создания изображения важнее его качества. Суть метода в следующем: сцена рассматривается, как наблюдаемая из определённой точки. Из точки наблюдения на объекты сцены направляются лучи, с помощью которых

определяется цвет пиксела на двумерном экране. Если луч пересекает какой-нибудь примитив, то этот примитив «окрашивает» соответствующий пиксел в свой цвет.

3. *Трассировка лучей (ray tracing)*. Из точки наблюдения на объекты сцены направляются лучи, с помощью которых определяется цвет пиксела на двумерном экране. Но при этом луч не прекращает своё распространение, а разделяется на три луча-компонента, каждый из которых вносит свой вклад в цвет пиксела на двумерном экране: отражённый, теневой и преломлённый. Метод позволяет получить очень фотореалистичные изображения, однако из-за большой ресурсоёмкости процесс визуализации занимает значительное время.

4. *Метод излучательности (radiosity)* значительно отличается от алгоритмов трассировки. Алгоритм оперирует не лучами, а световой энергией, циркулирующей в трехмерной сцене. Вычисляется интенсивность всех поверхностей в окружении, что предпочтительнее, чем вычислять цвет каждой точки экрана. Это достигается разбиением оригинальной поверхности на более мелкую сетку, кусочки которой называются элементами. Алгоритм radiosity вычисляет количество света, распространяемого от одного элемента сетки к другому. Конечная освещённость сохраняется для каждого элемента разбиения.

5. *Метод фотонных карт (photon mapping)* один из самых универсальных и распространённых алгоритмов рендеринга, решающих задачу интегрирования уравнения рендеринга. Алгоритм состоит из трех частей: трассировка фотонов, построение фотонной карты и сбор освещённости.

Все эти техники могут использоваться порознь, но чаще всего в комбинациях друг с другом, для достижения максимально реалистичного результата. Рендеринг – это симбиоз всевозможных методик из разных

наук и дисциплин (физика света, математика, вычислительная геометрия, физиология и психология зрения, программирование). Знание и анализ этих методик имеет как теоретическую, так и вполне практическую ценность (сокращение времени рендеринга.)

В настоящее время одна из проблем, с которой сталкиваются специалисты по визуализации и 3D дизайнеры – это длительность рендеринга. Типичный пример: при съемках фильма «Властелин колец» визуализация одного кадра с персонажем Голлум занимала от 45 минут. В одной секунде фильма 25–33 кадра. Специалисты подсчитали, что только на визуализацию этого фильма на обычном компьютере потребовалось бы 450 лет. Поиск способов оптимизации процесса визуализации остается актуальным. Сегодня это проблема решается экстенсивным методом – увеличением задействованных при рендеринге компьютеров.

Безусловно, студии стремятся к созданию программного обеспечения, которое способно без потери качества уменьшить время рендера. Разработано немало новых программных пакетов, которые призваны быстрее и качественнее справляться с поставленными задачами: 3ds max, Cinema 4D, LihtWave3D, Houdini, Blender, ZBrush. Все эти программы абсолютно доступны, возможности современных дизайнеров выросли в разы. Следует упомянуть, что в 2015 году студия анимации Pixar сделала программное обеспечение для 3D анимации RenderMan бесплатным для некоммерческих проектов. Когда-то с помощью этой программы были созданы такие мультфильмы как «История игрушек», «В поисках Немо».

Можно смело сказать, что ни одна сфера человеческой деятельности не развивается столь динамично, как индустрия компьютерной графики. Никогда научные эксперименты не отличались такой сложностью, никогда не было таких интерактивных игр с эффектом погружения, как сейчас.

Устойчивый рост прошлых лет меркнет по сравнению с нынешней скоростью появления и воплощения в жизнь новых идей и проектов. Если в индустрии компьютерной графики в чем и можно быть уверенным, то в том, что изменения не просто неизбежны, они продолжаются, и их интенсивность все увеличивается.

1. Буйских, Ю. Rendering: Теория / Renderer.ru [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа : http://render.ru/books/show_book.php. – Дата доступа : 11.03.2016.

2. Готлер, С. Основы компьютерной 3D графики / С. Готлер. – США : MIT Press, 2012. – 296 с.

3. Рендеринг / Википедия [Электронный ресурс]. – Минск, 2016. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. – Дата доступа : 10.03.2016.

Лубошникова А.О., студ. 411 а гр.

Научный руководитель – Рябушкина И.А.

ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ РЕСПУБЛИКАНСКОГО МОЛОДЕЖНОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «ЛИГА ДОБРОВОЛЬНОГО ТРУДА МОЛОДЕЖИ»

Республиканская Молодежная Общественная Организация «Лига добровольного труда молодежи» образовалась 16 февраля 1994 г., как правопреемник Республиканского штаба студенческих отрядов. Лига (от фр. «ligue») – обозначает «связывать», «объединять». Лига – развитие добровольческого, волонтерского движения. Целью организации являлось трудоустройство молодежи на летний период. Республиканская