

А. В. Шаблий – магистрант кафедры вычислительных систем и сетей

Н. Н. Решетникова (канд. техн. наук, доц.) – научный руководитель

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ

Современные пакеты трехмерного моделирования позволяют решать множество задач, одной из которых является создание анимации движения автомобиля. Часто в выпусках новостей о дорожных происшествиях можно увидеть анимацию движения автомобиля для более наглядной демонстрации картины события. В современном кинематографе очень часто вместо реальных автомобилей применяются их трехмерные модели для удешевления съемочного процесса. В процессе проектирования нового автомобиля ряд тестов проводится сначала на трехмерной модели для выявления возможных недостатков еще до запуска производства. В зависимости от решаемой задачи применяются различные методы анимации движения автомобиля. В данной статье будут рассмотрены три наиболее часто применяемые метода: пошаговая анимация, полуавтоматическая анимация и интерактивная анимация. Среди существующих пакетов трехмерного моделирования можно выделить следующие: Autodesk Maya [1], Autodesk 3D Studio Max [1] и 3DVia Virtools [2]. Первые два пакета позволяют реализовывать пошаговый и полуавтоматический методы, но наиболее мощным из них все же является Autodesk 3D Studio Max. Пакет 3DVia Virtools позволяет реализовать метод интерактивной анимации. Рассмотрим подробнее перечисленные выше методы.

Пошаговый метод анимации движения.

Этот метод удобно использовать при необходимости демонстрации условного события (например, ДТП), либо короткого, но высоко детализированного события (например, прокручивание колес автомобиля при резком старте с места). Суть метода заключается в создании анимации движения частей автомобиля вручную по кадрам. Для создания по кадровой анимации требуется предварительно подготовить (или, по крайней мере, продумать) каждый создаваемый кадр. При этом необходимо учитывать следующее обстоятельство. Плавность перехода от одного кадра к другому и, соответственно, плавность и естественность движений зависят от того, насколько отличается следующий кадр от предыдущего (а не от скорости смены кадров, как иногда полагают). Другими словами, чем больше кадров, тем ближе движения модели автомобиля к естественным. Поэтому создание по кадровой анимации является весьма кропотливым делом. Ее целесообразно применять в тех случаях, если объекты видоизменяются или взаимодействуют друг с другом каким-либо сложным образом. Традиционная анимация создается по принципу frame by frame (кадр за кадром). Это не вызывает никаких трудностей до тех пор, пока не приходится переносить ее из одной системы кодирования подвижного изображения в другую. На сегодняшний день существует несколько основных стандартов, в каждом из которых предусматривается разная частота смены кадров. Так, например, стандарт NTSC устанавливает частоту кадров 29,97 FPS (Frames Per Second – Кадров в Секунду), стандарт PAL – 25 FPS, а стандарт Film (Кино) – 24 FPS. Теперь представим, что анимационный ролик продолжительностью 10 минут создавался для трансляции в стандарте Film (Кино). Такой ролик состоит из 14400 кадров (24x60x10). Если его показать в стандарте NTSC (30 кадров в секунду), его продолжительность составит всего 8 минут вместо 10. Если при воспроизведении обычного мультфильма с этим еще можно мириться, то при моделировании точных физических процессов разница в 2 минуты может оказаться критической. Кроме того, при использовании в ролике звукового трека, разница в скорости воспроизведения будет заметна на слух. Для того чтобы избежать этой проблемы, программа 3DS MAX при создании анимации учитывает не скорость движения ленты (в кадрах в секунду), а продолжительность анимации в секундах. Точность отсчета времени равна 1/4800 доли секунды. Эта специальная единица измерения называется Tick (Тик).

Полуавтоматический метод анимации.

В основе этого метода лежит процесс автоматического моделирования линейного движения автомобиля с возможностью по кадровой корректировки направления и скорости. Основной отличительной особенностью метода является возможность моделирования физики и динамики как простых, так и

сложных объектов. 3ds Max включает механизм расчёта физики Reactor, разработанный компанией Havok [3]. Reactor, позволяет моделировать поведение твёрдых тел, мягких тел, ткани с учётом силы тяжести и других воздействий. Так же как и в других программах имитации динамики в reactor'e используются упрощённые выпуклые оболочки объектов, которые могут быть настроены на использование всех вершин объекта, ценою времени обработки. «Reactor» способен проводить расчёты на обнаружение столкновений и моделирование физического поведения для следующих классов тел: абсолютно твёрдое тело, деформируемое тело, ткань и верёвка, а также для тел, являющихся составными из данных четырёх. Кроме этого, «Reactor» способен моделировать взаимодействие данных четырёх классов тел с объёмами жидкости и настраивать некоторые параметры жидкости, такие как вязкость, например. «Reactor» включает большое количество сил, которые могут воздействовать на физические объекты: гравитацию, ветер и механические воздействия. Кроме этого присутствует набор составных физических тел: пружина, мотор, разрушаемые объекты, «тряпичные куклы» и автомобили с настраиваемыми параметрами (корпус, оси, колёса). «Reactor» содержит ограничители соединений, включая петлевые, шарнирные и поршневые соединения, призматические соединения, соединения оси с колесом и другие. Благодаря этому моделируемая анимация становится гораздо более реалистичной, нежели при использовании по кадровой анимации. При использовании механизма Reactor можно выбрать один из двух путей моделирования анимации движения автомобиля: 1) Reactor Toy Car, или 2) Создание усложненной системы ходовой части автомобиля CarRig. В первом случае трехмерная модель автомобиля «наделяется» физическими свойствами путем создания на основе 4-х колес и кузова системы Reactor Toy Car. Эта система автоматически наделяет автомобиль подвеской (кузов и колеса находятся в физическом взаимодействии), на автомобиль начинают действовать силы гравитации и трения. При моделировании анимации движения мы задаем направление движения и вручную подбираем скорость движения за счет подбора количества кадров, за которое автомобиль переместится из точки «а» в точку «б». Если необходимо промоделировать изменение траектории движения, то в процессе моделирования создаются контрольные точки, в которых моделирование приостанавливается, и мы меняем угол поворота колес, затем моделирование возобновляется до следующей контрольной точки. Этот способ удобен, когда необходимо промоделировать простое движение. При использовании второго способа появляется возможность промоделировать более сложные виды движения автомобиля (занос, резкий старт с места, динамичные повороты и т.п.). Для реализации способа необходимо создать сложную систему взаимодействия элементов подвески и колес автомобиля.

На рисунке 1 изображена система, состоящая из основания (box) автомобиля, четырех колес и действующих на систему, сил трения. Кузов с подвеской должен соединяться инертно, т.е. пружинить. Для этого используется reactor Spring (пружина). Но наличия одних только пружин недостаточно для устойчивой конструкции, поэтому применяется reactor Prismatic Constraint для вертикального взаимодействия кузова с подвеской, то есть инертные движения кузова будут осуществляться только по вертикали. Колеса должны поворачиваться в горизонтальной плоскости, для этого используем reactor Hinge Constraint. Колеса, а именно элементы механизма поворота (rudder) будут поворачиваться под воздействием reactor Motor. Созданные Hinge Constraint обеспечивают движение «поворотников» только в горизонтальной плоскости, поэтому ось Motor должна быть направлена вверх (рис. 2), чтобы поворотники могли беспрепятственно поворачиваться. После того, как все элементы системы установлены на свои места и привязаны к нужным элементам автомобиля, можно переходить непосредственно к анимации. Для удобства в 3Ds Max предусмотрены элементы управления инструментами модуля reactor. Эти элементы располагаются в окне просмотра в виде движков, передвигая которые можно корректировать положение или определенные параметры элементов автомобиля. С помощью движков (рис. 3) можно менять углы поворота колес, наклон кузова влево и вправо, вперед и назад. Используя этот метод, очень удобно моделировать движение автомобиля по сложной траектории. Анимацию вращения колес можно моделировать как ручную, так и с привязкой к траектории и скорости движения. Для этого необходимо синхронизировать скорость вращения колеса с преодолеваемым расстоянием. Проще всего это сделать, посчитав длину окружности колеса. При корректной настройке вращение колеса будет выглядеть естественно, и не будет создаваться эффекта заторможенности либо прокручивания. Таким образом, мы получаем автомобиль с возможностью моделирования анимации физических взаимодействий и динамики, с возможностью построения сложной траектории движения и де-

тальной проработки отдельных элементов. Этот способ выгодно отличается от предыдущего прежде всего тем, что в нем движение подвески автомобиля выглядит гораздо более естественно. Не зря предыдущий способ имеет название «Toy Car» (игрушечная машинка).

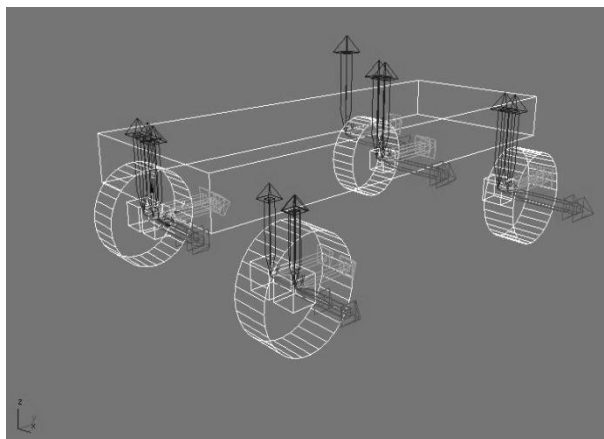


Рис.1. Установка модулей reactor на каркас автомобиля

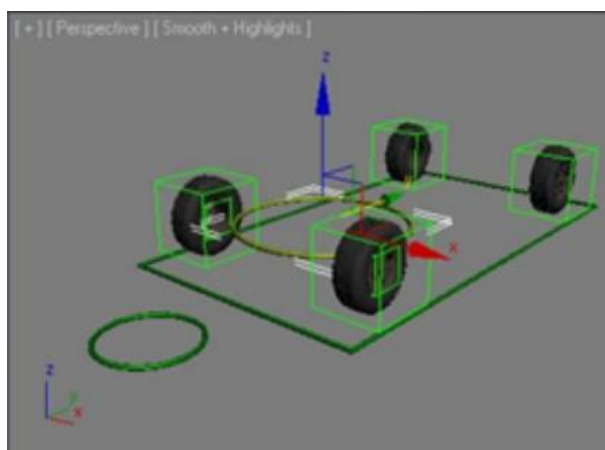


Рис. 2. Подключение элементов управления модулями reactor

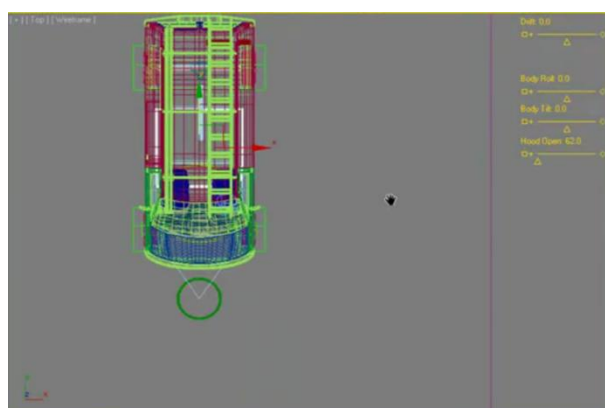


Рис. 3. Движки управления модулями reactor

Интерактивный метод моделирования движения автомобиля

В основе этого метода лежит все тот же физический движок Havok Physics [3] с одним, но очень важным отличием. В пакете 3DVia Virtools этот движок позволяет полностью управлять моделью автомобиля интерактивно (в реальном времени). Это дает возможность моделировать абсолютно любые виды движения и взаимодействия автомобиля с объектами в виртуальной среде. Havok Physics (более известный как просто Havok) — физический движок, разработанный ирландской компанией Havok.

Движок создаёт симуляцию физического взаимодействия в реальном времени, что делает анимацию более живой и реалистичной. Navok Physics является мультиплатформерным движком. Для моделирования основных взаимодействий автомобиля с окружающей средой в среде Virtools предусмотрен блок Physics Car, с помощью которого из системы объектов (кузова и четырех колес) можно создать физическую модель автомобиля. Блок предусматривает задание таких свойств, как работу подвески автомобиля, силу трения, ускорение, торможение и многие другие. Рассмотрим подробнее блок Physics Car пакета Virtools (рис. 4).

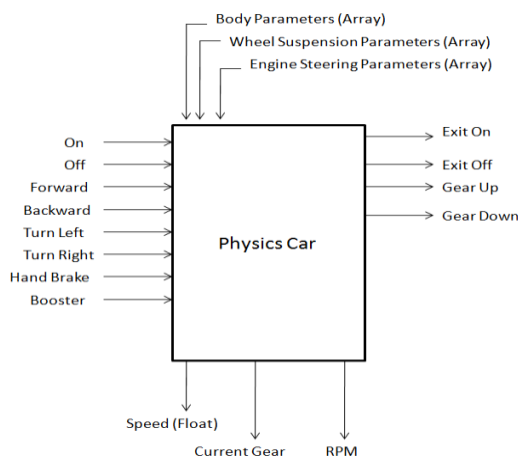


Рис. 4. Блок Physics car

Основными входными параметрами блока являются таблицы значений:

- Body Parameters – параметры кузова автомобиля (масса, сила трения, центр тяжести и др.);
- Wheel – Suspension Parameters – параметры колес и подвески (масса колес, сила трения, упругость подвески, клиренс и др.);
- Engine – Steering Parameters – параметры динамики и управляемости (мощность двигателя, минимальные и максимальные обороты, максимальная скорость и др.).

Входы On, Off, Forward, Backward, Turn Left, Turn Right, Hand Brake, Booster используются для подачи сигналов с органов управления - Включение системы, Выключение системы, Импульс вперед, Импульс назад, Поворот налево, Поворот направо, Ручной тормоз (блокировка задних колес) и Ускорение соответственно. Еще одним преимуществом пакета 3D Via Virtools является возможность использования аналоговых устройств управления (манипуляторов, джойстиков, геймпадов и т.п.). Для моделирования движения автомобиля, естественно, в качестве манипулятора лучше всего использовать руль и педали. Отправной точкой взаимодействия манипулятора с системой является меню калибровки осей X,Y и Z (для системы с тремя педалями). При повороте руля влево система принимает вектор (-1.0,0), при повороте руля вправо – (1.0,0), при нажатии педали газа – (0.1,0), при нажатии педали тормоза – (0,-1.0), при нажатии на педаль сцепления (0.0,1) или (0.0,-1). Для принятия и распознавания соответствующих сигналов в среде Virtools предусмотрен блок Joystick Mapper. Этот блок считывает изменение положения по осям X,Y и Z и позволяет использовать непосредственно для реализации управления моделью. На этом этапе необходимо вернуться к описанию блока Physics Car. Для реализации аналогового управления системой в этом блоке предусмотрен соответствующий режим: Analogical inputs. При включении режима аналогового управления блок Physics Car несколько меняет свой вид. Исчезают входы, предназначенные для подачи цифровых сигналов управления, и вместо них добавляются входы, ожидающие входных сигналов в виде векторов (X,Y,Z). Следует упомянуть, что в редакторе Virtools левосторонняя («left-handed») система координат, а также вверх направлена ось Z, а не Y. Такие особенности вызывают определенные трудности при экспорте готовой модели в среду Virtools. Для решения этой проблемы необходимо осуществлять экспорт модели, используя расширение OBJ. При экспорте в этот формат программа по желанию разработчика автоматически преобразует систему координат. Интерактивный метод моделирования является наиболее реалистичным, т.к. позволяет

сразу видеть результат и в случае необходимости лишь подкорректировать параметры автомобиля для достижения необходимого эффекта.

В данной статье были рассмотрены три основных метода моделирования движения автомобиля в виртуальной трехмерной среде. Каждый из этих методов уникален по-своему, т.к. применяется для решения разных задач. Но наиболее реалистичным все же является метод интерактивного моделирования.

Библиографический список

1. Официальный российский сайт Autodesk .[электронный ресурс]. Режим доступа: - <http://www.autodesk.ru>, свободный.
2. Официальный сайт производителя платформы Virtools.[электронный ресурс].Режим доступа: - <http://www.3dvia.com/>, свободный.
3. Официальный сайт разработчика движка Havok.[электронный ресурс].Режим доступа: - <http://www.havok.com/>, свободный.
4. Королев Сергей "Основы Virtools" 2-я редакция, 2008г.
5. Росийский сайт разработчиков компьютерных игр.[электронный ресурс].Режим доступа: - <http://www.gamedev.ru>, свободный
6. Свободная энциклопедия Википедия. [электронный ресурс]. Режим доступа:- <http://ru.wikipedia.org/>, свободный