

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ФАЙЛОВ VRML В СИСТЕМЕ САГП

М.А. Локтев

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН
Россия, 117997, Москва, Профсоюзная ул., 65
E-mail: Loktevrus@gmail.com

В.А. Ромакин

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН
Россия, 117997, Москва, Профсоюзная ул., 65
E-mail: insight.ru@gmail.com

Ключевые слова: полигональная модель, симплификация, визуализация.

Аннотация: В работе рассматриваются особенности чтения, обработки и визуализации графических данных в формате VRML, реализованных в рамках системы адаптации графического пакета (САГП). Система САГП предназначена для загрузки в автоматизированном режиме полигональной трехмерной модели в формате VRML, проведения необходимых операций по упрощению отдельных элементов модели и последующего конвертирования. Основными структурными элементами данной системы являются блоки чтения и визуализации трехмерных моделей соответствующих форматов. Далее будет подробно представлено построение и работы данных программных блоков.

1. Введение

При подготовки трехмерных моделей в учебно-тренировочных средствах разработчик сталкивается с проблемой, связанной с невозможностью автоматического преобразования CAD модели в полигональную. Такие модели могут состоять из большого количества разномасштабных элементов, которые имеют различную значимость. Имеются элементы, которые требуется воспроизвести с высокой точностью. Имеются также элементы, которыми можно пренебречь.

Для решения подобных задач в лаборатории № 18 ИПУ РАН была разработана система адаптации графического пакета (САГП), позволяющую сократить количества полигонов в отображаемом объекте с учётом обеспечения требуемой степени визуального подобия рассматриваемой модели и каждого ее элемента. В качестве базового формата для работы с CAD-данными был выбран формат VRML (расширение .WRL), поскольку по своим функциональным возможностям позволяет реализовать все необходимые задачи выдвигаемые системе САГП.

VRML (Virtual Reality Modeling Language) - это язык и формат файлов описания интерактивных трехмерных объектов и виртуальных миров [1]. Основная спецификация по этому языку описана в International Standard ISO/IEC 14772-1 [2]. Стандарт языка определяет множество первичных классов объектов и обеспечивает средства сборки (создание виртуального мира [3]), инкапсуляции и расширения (определение новых классов объектов на основе первичных и/или определенных ранее).

- Каждый VRML файл обладает следующими функциональными возможностями [1]:
- определяет координатное пространство для всех объектов в файле; а также для объектов, включаемых из внешних файлов (используется правая система координат);
 - определяет множество 3D и мультимедиа объектов и их размещение в координатном пространстве;
 - определяет гиперссылки на другие файлы и/или приложения;
 - определяет поведение объектов;

2. Чтение VRML файла

Каждая САД-система экспортирует данные в формате VRML с различной структурой хранения информации. Это означает, что под каждый из способов экспорта требуется создание отдельных программных блоков для адекватного чтения файла без потери необходимой информации. Система САПП поддерживает чтение VRML файлов, которые можно разделить по способу представления структуры сборочных деталей. Выделяются два принципиально разных подхода к хранению информации о сборочных деталях:

- структурно-распределенный;
- структурно-объединенный.

К **структурно-распределенному** подходу представлению данных относятся файлы, для которых характерно хранение каждого отдельного узла сборки в отдельном файле. Например, сборочная модель, созданная в системе PTC CREO, является набором файлов в отдельной папке. Имена файлов хранятся с расширением *.prt.1* для изделий или *.asm.1* для сборок. После конвертации сборочной модели в VRML формат для каждого файла создается отдельный *vml* файл. В таком случае расширение *.prt.1* или *.asm.1* меняется на расширение *.wrl*, а название типа модели *prt* или *asm* сохраняется в имени файла через нижнее подчеркивание.

Структурно-объединенный подход характерен для файлов, в которых данные о всех узлах сборки хранятся в едином файле. Даже в случае больших сборочных моделей информация о геометрии деталей, текстурах, цвете, а также иерархии сборки будет находиться в одном месте.

2.1. Особенности чтения структурно-распределённых VRML файлов

Как уже было сказано к структурно-распределенному способу хранения VRML-файлов относятся модели, экспортированные из системы PTC Creo. При экспорте в формат VRML сложных сборок, система PTC Creo создает для каждого узла отдельный файл с разрешением *.wrl*. Поэтому для корректного чтения в системе САПП требуется, чтобы каждый экспортированный файл находился в одной папке с главным файлом сборочной модели. Для открытия всех деталей сборки в системе САПП требуется открыть только главный файл сборочной модели, все внутренние файлы откроются автоматически.

Данный способ хранения сборочной модели снимает необходимость в проведении таких операций, как определение типа текущего файла (сборка/деталь) и нахождение признака окончания текущего файла, т.к. функция открытия файла является рекурсивной. Обнаружение ключевого слова *Inline* сигнализирует о том, что требуется вызвать рекурсивную функцию для подсборки или детали внутри текущей сборки.

При экспорте в формате VRML система PTC Creo не сохраняет данные о текстурах, наложенных на модель, следовательно, принципы чтения информации о текстурах в данной функции не предусмотрены.

2.2. Особенности чтения структурно-объединенных VRML файлов

Главной особенностью структурно-объединенного подхода является хранение всей информации о сборочной модели в едином файле, название которого как правило совпадает с названием главного узла сборочной модели.

К преимуществам такого подхода можно отнести:

- Отсутствие возможности утраты какого-либо файла детали или под сборки;
- Файл сборочной модели имеет меньший размер, по сравнению с совокупным размером всех файлов аналогичной модели структурно-распределенного подхода;
- Возможность наложения текстур.

Недостатками в свою очередь являются:

- Отсутствие возможности чтения отдельного узла внутри общей сборки;
- Временные затраты при чтении сборочных моделей больше, по сравнению с открытием аналогичной модели на основе структурно-распределенного подхода;
- Необходимость в дополнительных операциях определения типа текущего файла (сборка/деталь) и нахождения признака окончания текущего узла.

Нахождение конца текущего узла в сборочной модели осуществляется в цикле для каждого узла из *name_list[i]* с помощью подсчета открывающихся и закрывающихся скобок. При обнулении переменной *bracket_count* происходит запись признака конца файла *name_list[i]+ "_end"*. Помимо этого, в процессе подсчета количества скобок происходит проверка на сборку – если во время чтения текущего узла встречается имя другой детали, то это говорит о том, что текущий узел является под сборкой.

Начало каждого нового узла в сборочной модели начинается с ключевого слова *DEF*. Однако, в некоторых *3DsMax-VRML* файлах, существуют и другие информационные блоки, которые начинаются с *DEF*, как например блок геометрии:

```
geometry DEF VIFS001-5-FACES IndexedFaceSet
```

Для корректного чтения производится фильтрация лишних элементов *DEF* в случае если следующее за ним слово начинается с "*VCam*", "*V2Gr*" или "*VIFS*".

3. Визуализация VRML файлов

Для визуализации 3D-моделей, загруженных из файлов VRML и обработанных системой САПП, используется библиотека OpenGL. Область экрана для вывода изображений 3D-моделей (графическая область) может быть разбита на одну, две или четыре равных части (дочерних окна). При разбиении на четыре части на экране отображаются четыре изображения исходной или упрощенной 3D-модели: три основных вида (сверху, спереди и сбоку) и ортогональная проекция с настраиваемым ракурсом просмотра (рис. 1). При разбиении на две части на экране одновременно отображаются исходная (в левой части) и упрощенная (в правой части) 3D-модель в одном и том же ракурсе (рис. 2). Если пользователь изменяет ракурс просмотра исходной модели, то автоматически аналогичным образом изменяется ракурс просмотра упрощенной модели (и наоборот). Под изменением ракурса просмотра исходной модели подразумеваются геометрические преобразования переноса, поворота и масштабирования 3D-модели, осуществляемые путем плавного перемещения указателя компьютерной мыши. Система позволяет настраивать внешний вид 3D-моделей, включением или выключением элементов 3D-сцены (вершин, ребер,

треугольников 3D-моделей, координатной сетки и осей координат) и способов их отображения (цвет, текстуры, полупрозрачность).

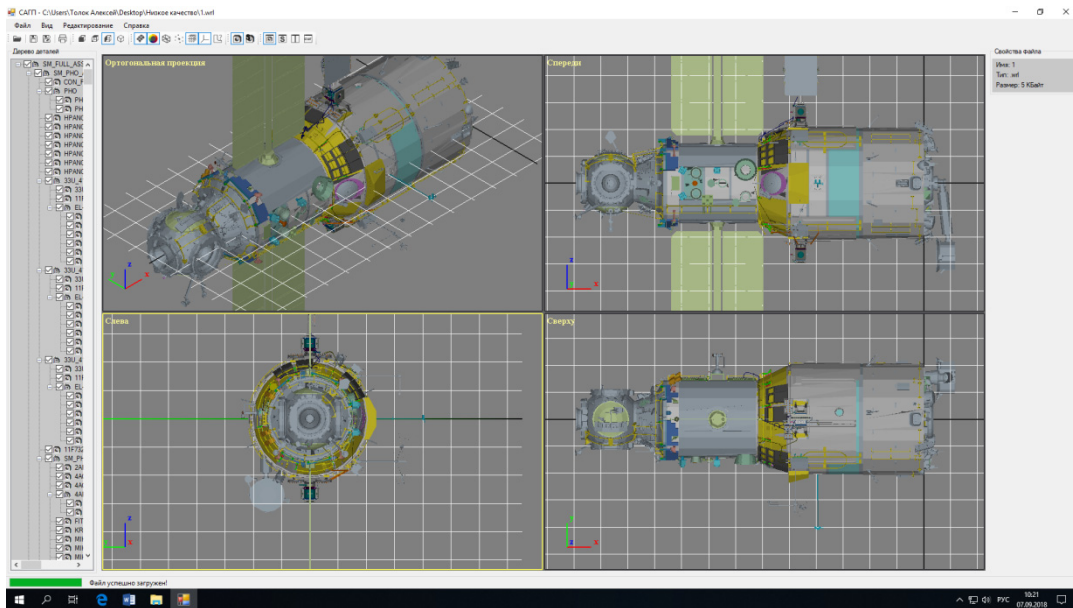


Рис. 1. Рабочая область блока визуализации САПГ в режиме отображения: 4 окна, в каждом из окон один из 4 видов: перспектива и три проекции. Каждое окно подписано именем соответствующего вида.

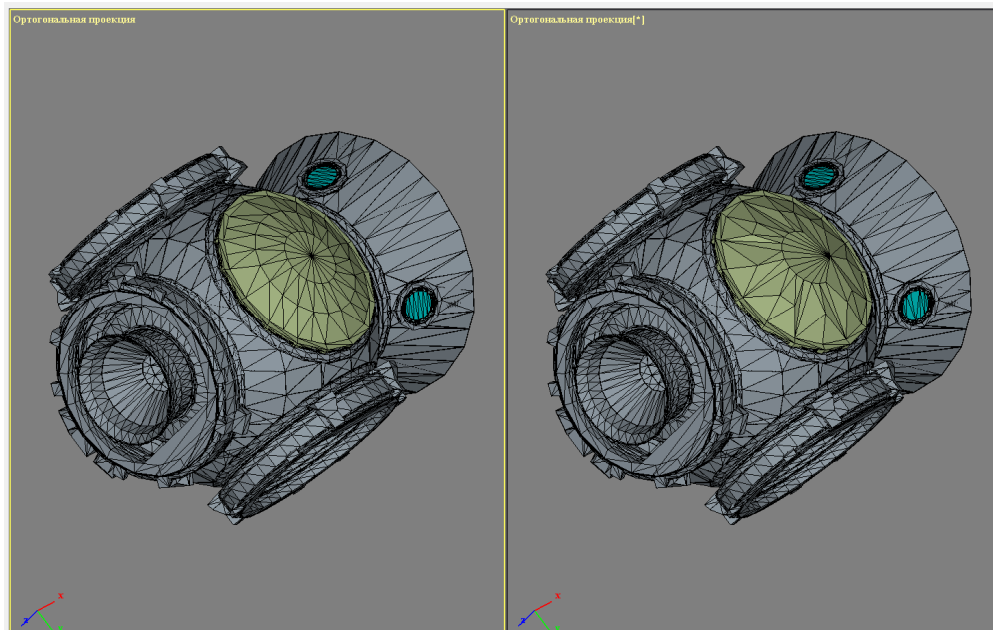


Рис. 2. Одновременное отображение исходной и упрощенной 3D-модели.

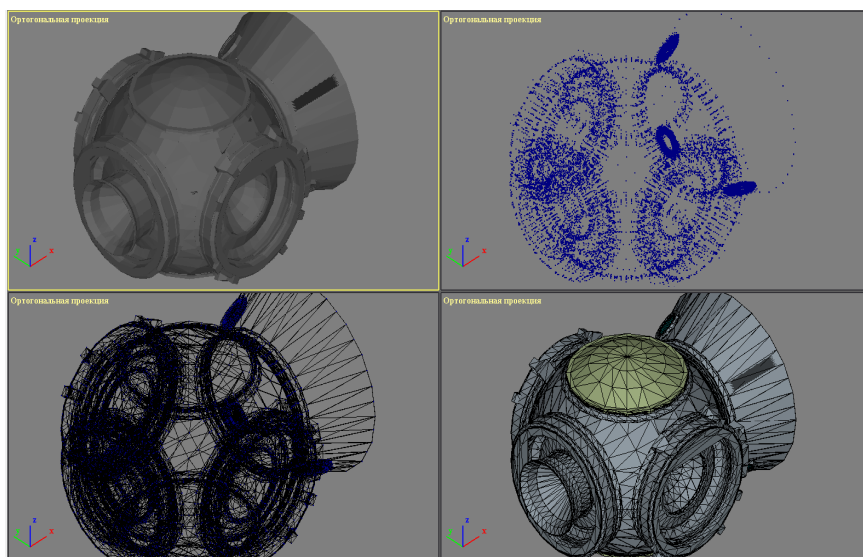


Рис. 3. Демонстрация способов отображения объекта.

Для упрощения отдельных узлов или полигонов 3D-модели предусмотрена возможность выбора интересующего узла или полигона 3D-модели с помощью двойного щелчка мыши на соответствующей области экрана. При первом щелчке автоматически выбирается узел, содержащий полигон, на котором находился указатель мыши в момент щелчка. При повторном щелчке выбирается полигон, на котором находился указатель мыши в момент щелчка. Выбранный узел подкрашивается синим цветом, а выбранный полигон — красным цветом.

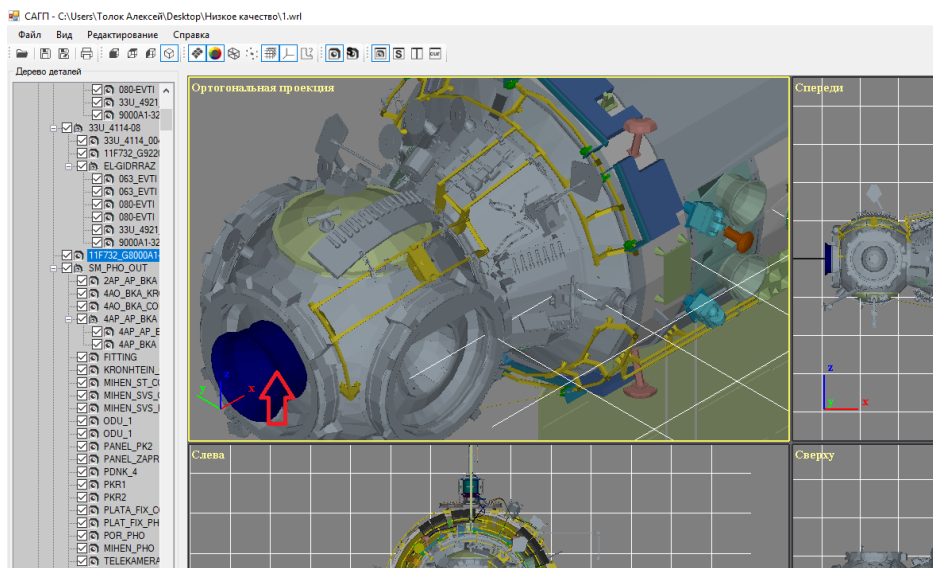


Рис. 4. Выбор элемента 3D модели с помощью указателя мыши.

Список литературы

1. Конушин А. VRML. Справка по языку [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://graphicon.ru/oldgr/ru/library/vrml/vrml_short.html

2. Cary R., Bell G., Marrin C. International Standard iso/iec 14772-1: 1997 Virtual Reality Modeling Language (vrm197) // VRML. 1997. Vol. 97. P. 1-236.
3. Авраамова О. Д. Создание VRML-миров. Ч. 1 // Компьютерные инструменты в образовании. 2000. №. 5.