

Рис. 7. Методика работы с имитационным приложением

Приложение позволяет задать число специалистов или объем технических средств на той или иной фазе обслуживания.

Временные задержки на этапах обслуживания могут быть заданы (как и временные характеристики потоков заявок): из файлов мониторинга; на основе файлов мониторинга; вручную; копированием из других моделей.

После ввода данных пользователем по специально разработанным алгоритмам происходит "сборка" модели. В итоге получается логически и синтаксически корректный текст модели на языке GPSS World. "Сборка" модели осуществляется по команде пользователя — запустить моделирование. В результате, эта модель подается на вход GPSS World и осуществляет имитационный эксперимент.

*Самойлов Владимир Васильевич — начальник управления "ТатАСУнефть" ОАО "Татнефть",
Власов Станислав Александрович — канд. техн. наук, ученый секретарь
отделения информационных технологий и вычислительных систем РАН,
Девятков Владимир Васильевич — канд. техн. наук, директор ООО "Элина-Компьютер".*

*Контактные телефоны: (843) 236-19-94, (495)334-87-59.
E-mail: vladimir@elina-computer.ru*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Е.И. Артамонов, В.А. Ромакин (ИПУ РАН)

Использование средств виртуальной реальности (ВР) открывает новые возможности в промышленных производствах по формированию обобщенных электронных моделей для всех этапов жизненного цикла производимого продукта, визуализации технологических операций и разработке новых методов документирования. На примере создания системы моделирования и эргономического анализа комплекса технических средств оперативно-диспетчерского управления (ОДУ) показана возможность исследования последнего в ВР до момента его физической реализации.

Введение

Виртуальная реальность является сравнительно новым приложением компьютерной графики и подразумевает компьютерную имитацию окружающей действительности с использованием современных средств взаимодействия человека с ЭВМ. Ее основой является объемная геометрическая модель (3D) окру-

жающей действительности, с которой можно взаимодействовать в ВР. Использование средств ВР открывает новые возможности по сокращению времени создания конечного продукта и трудозатрат на его производство, повышению конкурентоспособности, надежности и т.п. К таким возможностям, например, относятся:

1. создание на основе функциональных и 3D моделей обобщенной модели разрабатываемого продукта для всех этапов его жизненного цикла [1];

2. визуализация в РВ состояний объектов и процессов их функционирования на виртуальных моделях;

3. компьютерная визуализация всех ТП, включая предпроектные исследования, поиск заказчиков, представление проекта на тендер, сборка, продажа готовой продукции, эксплуатация, утилизация. Использование виртуальных моделей позволяет наблюдать ТП не только последовательно по времени, как это делается в компьютерных фильмах, но и в пространстве;

4. новые методы документирования, в которых первичным является электронная 3D модель конструкций, вторичным – чертежная документация на конструкцию, построенная в виде проекций.

Показательным примером использования новых методов описания ТП сборки являются инструкции по сборке товаров, продаваемых сетью магазинов фирмы ИКЕА, основанных только на последовательности изображений 3D моделей конструкций без каких-либо текстовых описаний.

Далее покажем возможности использования средств ВР на примере моделирования и эргономического анализа комплекса технических средств ОДУ. Работа выполнена по заказу ФГУП "АтомЭнергоПроект"[2].

Моделирование и эргономический анализ средств ОДУ

Комплекс технических средств ОДУ состоит из автоматизированных рабочих станций с одним или двумя дисплеями и панелей со средствами контроля и управления. Для создания 3D модели комплекса можно использовать имеющиеся на российском рынке САД-системы: AutoCAD, 3ds max, Inventor, SolidWorks и др. Однако для решения узкоспециализированной задачи эргономического анализа комплекса технических средств использование таких систем представляется нецелесообразным ввиду их громоздкости и проблематичности в достижении РВ. Поэтому была разработана программная система с поддержкой стандартных форматов ввода данных (.x, .dxf, .bmp) и возможностью эргономического анализа 3D моделей в РВ.

Система создана с использованием базовых средств программирования: языка С++ и графической библиотеки OpenGL (Open Graphics Library). Для эргономического анализа используется описание 3D модели в виде треугольных конечных элементов, записанное в формате .x, содержащем описания вершин (их координаты и норма-

ли), порядок их объединения в треугольники, описание материалов и ссылки на текстуры. Для каждого треугольника указывается материал и при необходимости идентификатор текстуры и координаты для наложения текстуры. Информация о содержимом панелей комплекса хранится в растровом формате .bmp и представлена в 3D модели в виде текстур. Кроме того, ту же информацию можно передать в систему в векторном формате .dxf, который обеспечивает более точные (но и более медленные) визуализацию и расчеты.

Задача эргономического анализа комплекса технических средств ОДУ заключается в определении зоны видимости оператором содержимого панелей, вычислении необходимых эргономических характеристик и сравнении полученных результатов с эргономическими требованиями ГОСТ [3]. Зона видимости L определяется как пересечение 3D модели и конуса C , вершина которого лежит у глаз оператора, вектор высоты коллинеарен нормальной линии взора оператора, а угол между образующими совпадает с оптимальным углом обзора при повороте глаз оператора и равен 30° . Для расчета зоны видимости L каждая поверхность 3D модели разбивается на треугольные конечные элементы T_i площадью не более некоторой константы S (рис. 1). Далее внутри каждого T_i по определенному правилу берется точка P_i и проверяется ее принадлежность конусу C . Считается, что если $P_i \in C$, то $T_i \in C$ и, следовательно, $T_i \in L$. В противном случае, если $P_i \notin C$, то $T_i \notin C$ и, следовательно, $T_i \notin L$. Очевидно, что точность построения зоны видимости зависит от константы S . Время расчетов можно сократить, если искать пересечение конуса C не со всей 3D моделью, а только с панелями и/или их содержимым.

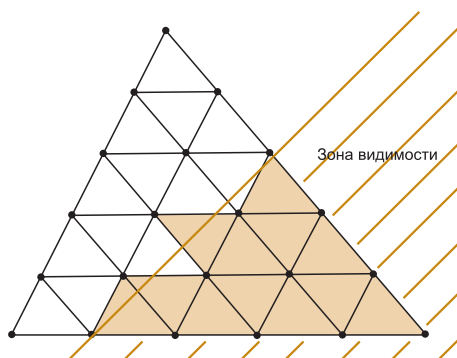


Рис. 1. Зона видимости

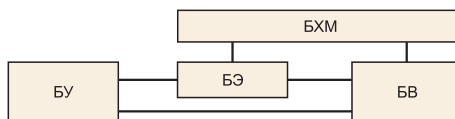


Рис. 2

Структура системы
Структура системы включает блоки: хранения модели (БХМ), управления (БУ), визуализации (БВ) и эргономики (БЭ) (рис.2).

БХМ загружает 3D модель комплекса из внешнего файла формата .x, преобразует ее во внутреннее представление системы и хранит в оперативной памяти. Внутреннее представление организовано программно с помощью классов на языке С++. Вместе с 3D моделью БХМ загружает необходимые текстуры и файлы .dxf с векторным описанием содержимого панелей.

БУ позволяет пользователю выбирать различные режимы работы системы и перемещать оператора и камеру наблюдения в нужную точку пространства.

БВ отображает на дисплее проекции 3D моделей комплекса и зоны видимости на картинную плоскость с



Рис. 3. Общий вид комплекса технических средств ОДУ

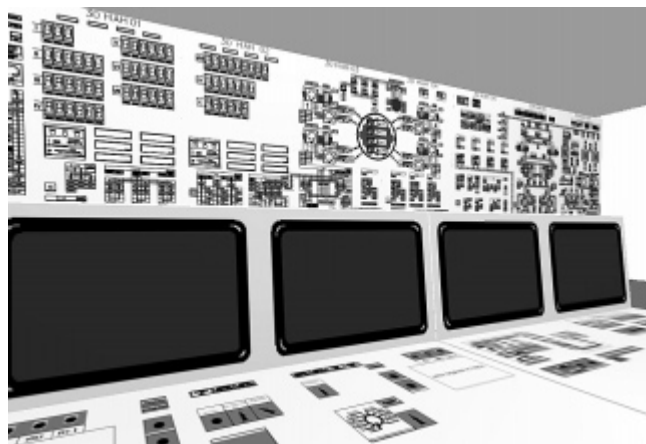


Рис. 4

учетом установленных в БУ параметров. Для этого используется графическая библиотека OpenGL, которая содержит необходимые функции отображения графических объектов с учетом материалов и текстур. Исходный текст программы на OpenGL представляет собой последовательную запись команд и практически не требует преобразования внутреннего представления 3D модели.

БЭ вычисляет зону видимости и другие необходимые эргономические характеристики с учетом установленных в БУ параметров, сравнивает их с эргономическими требованиями ГОСТ и передает результаты в БВ для вывода на экран.

Управление процессом моделирования и эргономическим анализом

Работа с системой состоит из нескольких этапов:

- выбор режима просмотра 3D модели: вид на комплекс со стороны оператора (рис. 3 и 4) или со стороны наблюдателя (рис. 5 и 6);
- размещение оператора в требуемой точке пространства (например, в предполагаемом рабочем месте) и выбор направления его взгляда;
- выбор положения оператора сидя или стоя;
- размещение камеры наблюдения в требуемой точке пространства;



Рис. 5



Рис. 6

- определение и подсветка зоны видимости оператором содержимого панелей;
- выбор панели или отдельных ее элементов (приборов, надписей на панелях, органов управления и т.п.) и определение фактических эргономических характеристик их расположения по отношению к оператору. Информация об эргономических характеристиках выделенного элемента (размеры, расстояние до оператора, угол обзора и т.п.) выводится в верхней части экрана (рис. 6);
- сравнение полученных результатов с предъявляемыми требованиями;
- сохранение и/или распечатка результатов.

Система позволяет создавать, редактировать и проигрывать произвольный сценарий из перечисленных выше действий, который можно использовать, например, для демонстрации технических средств закички или обучения операторов.

Заключение

За рубежом средства ВР начали использоваться в промышленности с 80-х годов прошлого столетия применительно к тренажерам, рекламной деятельности [4], анализу чрезвычайных ситуаций и т.п. Использование этих средств позволяет сократить время создания конечного продукта и трудозатраты на его производство, повысить конкурентоспособность и надежность. Российская промышленность еще ожидает своего пика использования средств ВР, пока наибольшую активность в этом направлении проявляют только телевизионные компании в передачах о погоде и анализе чрезвычайных происшествий.

Список литературы

1. Димитров В.И. CALS, как основа проектирования виртуальных предприятий // Автоматизация проектирования. 1997. №5.
2. Зверков В.В., Петухов В.В., Артамонов Е.И., Разумовский А.И., Ромакин В.А. Особенности использования средств виртуальной реальности при моделировании эргономических характеристик пультов безопасности АЭС // Материалы III Междун. конф. и выставки CAD/CAM/PDM-2003. ИПУ РАН. 2003.
3. ГОСТ 23000-78. Пульты управления. Общие эргономические требования.
4. Галактионов В.А., Волобой А.Г. Методы машинной графики в автоматизированном проектировании. Труды 5-ой Междун. конференции и выставки "Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM-2005)". Москва. 2005. <http://lab18.ipu.rssi.ru>

*Артамонов Евгений Иванович – д-р техн. наук, проф., зав. лаб.,
Ромакин Владимир Александрович – научный сотрудник Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН.
Контактный телефон (495) 334-93-50.*