

УДК 004.75

И.В.Баранова, Д.Р.Москаленко, А.Й.Деревянчук
Сумский государственный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПРИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГРАФИЧЕСКИХ СЦЕН

В статье рассматривается способ использования технологий и средств параллельных вычислений, применяемых при визуализации графических сцен. Описываются проблемы, которые при этом возникают, даются рекомендации по решению этих проблем, и полученные результаты использования параллельных вычислений для визуализации графических сцен.

Ключевые слова: *параллельные вычисления, кластер, визуализация, 3D модель*

Актуальность. С появлением компьютеров в современном мире человечество стало широко развивать разнообразные программные инструменты для работы с ними. Особое место в этой нише стала занимать компьютерная графика. Компьютерная графика используется во всех сферах деятельности человека. Наиболее популярный вид компьютерной графики – трехмерная (3D) графика.

Наибольший процент информации человек получает с помощью зрительного анализатора. Это преимущество обуславливает быстрое развитие 3D моделирования. На основе 3D графики создаются анимационные фильмы, а в системах автоматизированного проектирования (САПР) – цифровые прототипы реальных изделий для машиностроения, архитектуры и т.д. Для получения пользы от разработанной художественной или инженерной 3D модели ее необходимо визуализировать.

Визуализация является современным методом получения высококачественных изображений и анимации в программных пакетах для работы с художественной (3dsMax, Maya, Blender, Cinema4D) или инженерной графикой (Inventor, SolidWorks, Pro/Engineer, CATIA).

Но, в свою очередь, процесс визуализации очень требователен к аппаратным ресурсам компьютера, поэтому пользуясь рабочей станцией среднего уровня не всегда можно визуализировать высококачественное изображение или анимацию.

Ключевыми факторами, усложняющими процесс визуализации, являются объемные модели сцен, высококачественные текстуры, большое количество деталей в сборке. Все эти факторы влияют на время визуализации и повышают требования к аппаратным ресурсам рабочей станции. Эта проблема резко уменьшает возможность получения прибыли предприятиями, которые занимаются 3D моделированием, сокращает возможность использования графики и графических приложений в повседневной жизни. Таким образом, сокращение времени визуализации для более быстрого получения конечного продукта является актуальной задачей.

Постановка задачи.

При создании анимированного учебного фильма «122-мм гаубица Д-30», были разработаны сцены, моделирующие сборку гаубицы, процессы перевода артиллерийской системы в боевое и походное положение, стрельбу из гаубицы. Разработанные сцены содержат в себе несколько сотен объектов. Визуализация сцены поворота артиллерийской системы на 360° потребовала огромного времени работы компьютера для графических вычислений (более 70 часов).

Одним из способов ускорения процесса визуализации (рендеринга) является использование технологии параллельных вычислений, поэтому была поставлена задача ускорить процесс визуализации с помощью применения этой технологии.

Решение задачи. Параллельные вычисления – способ организации компьютерных вычислений, при котором программы разрабатываются как набор взаимодействующих вычислительных процессов, работающих одновременно. Существует несколько технологий, позволяющих распараллелить вычислительный процесс (рис.1):

- SMP (Symmetric Multiprocessing – симметричное мультипроцессирование), NUMA (Non-Uniform Memory Architecture – «Архитектура с неравномерной памятью») – когда два или более процессора в многопроцессорной системе работают с общей памятью.
- ASMP (асимметричное мультипроцессирование) – пример, высокопроизводительные 3D чипсеты в современных видеокартах могут рассматриваться как форма асимметричной мультипроцессорности.
- Cluster – разновидность параллельной системы, которая состоит из нескольких связанных между собой компьютеров и используется, как единый аппаратный ресурс.

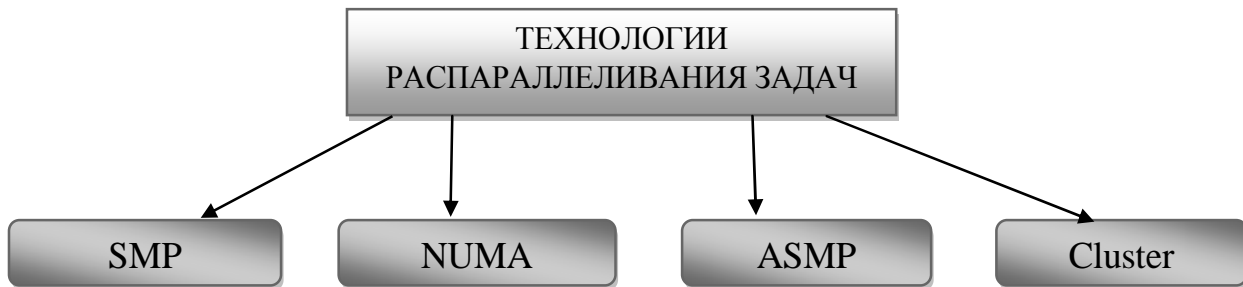


Рис 1. Технологии распараллеливания задач

В свою очередь Cluster также делятся на виды:

- кластеры высокой доступности (High Availability). Создаются для обеспечения высокой доступности услуг, предоставляемого кластером. Избыточное число узлов, входящих в кластер, дает возможность работать с кластером в случае отказа одного или нескольких серверов;
- кластеры распределения нагрузки (Load balancing clusters). Принцип работы такого кластера строится на распределении запросов через один или несколько входных узлов, которые перенаправляют их на обработку в остальные вычислительные узлы;
- вычислительные кластеры (Computing clusters) – используются в вычислительных целях, в частности в научных исследованиях. Вычислительные кластеры уменьшают время расчетов по сравнению с одиночным компьютером, разбивая задание на параллельно выполняющиеся ветки, которые обмениваются данными по связывающей сети. Одна из типичных конфигураций (Beowulf-cluster) — набор компьютеров, собранных из общедоступных компонентов, с установленной на них операционной системой и связанных сетью Ethernet, Myrinet, InfiniBand или другими относительно недорогими сетями. Вычислительные кластеры могут управляться двумя типами операционных систем: на основе UNIX-подобных систем и на базе Microsoft HPC Server 2008.

В первом случае использование UNIX-платформ может дать ценовые преимущества в виде минимальных начальных затрат на приобретение программного обеспечения и реализовать максимальную производительность. Кроме того, некоторое программное обеспечение для вычислительных кластеров работает только на UNIX-платформах. Во втором же случае вычислительные кластеры на базе Windows HPC Server 2008 повышают эффективность работы пользователей и облегчают задачу администратора кластера. Данное решение позволяет достичь максимальной продуктивности работы с HPC-системами за счет интеграции с остальной инфраструктурой организации, а также увеличить скорость вычислений на 30% по сравнению с предыдущей версией решения - Windows Compute Cluster Server 2003.

На сегодняшний день не все пакеты, работающие с 3D графикой, имеют поддержку сетевого рендеринга. Например, такие популярные пакеты для работы с 3D графикой как 3dsMAX и Maya имеют встроенные системы визуализации (Mental Ray, V-Ray) (рис.2), либо же устанавливаются как дополнительные компоненты. Системы автоматизированного проектирования среднего класса (Autodesk Inventor, SolidWorks) не имеют поддержки параллельных вычислений, а САПР высокого класса (Pro/Engineer) – имеет.

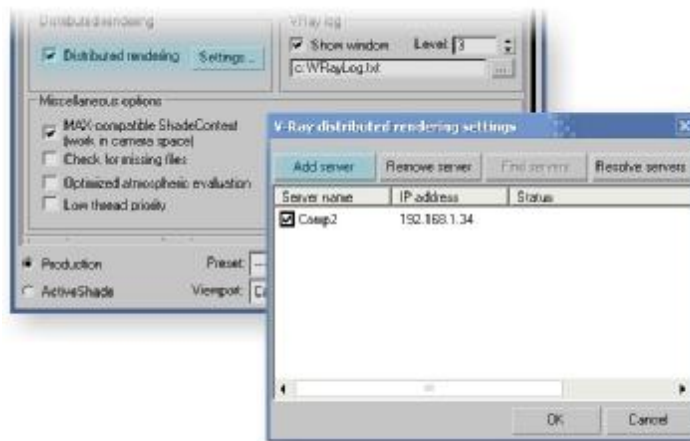


Рис. 2. Окно настройки сетевого рендеринга в системе визуализации V-Ray

Для решения поставленной задачи был выбран вариант использования Beowulf-кластера на базе Windows HPC Server 2008, поскольку этот вариант является самым дешевым из всех вышеперечисленных. При наличии нескольких рабочих станций, соединенных в одну вычислительную систему, не требуется покупка современных, дорогих и мощных комплектующих для сборки фермы рендеринга, дорогих видеокарт с GPU и поддержкой технологии QUDA. Наличие такой вычислительной графической системы также в полном объеме удовлетворяет поставленной задаче.

Модель 122-мм гаубицы Д-30 была спроектирована в Autodesk Inventor. Рендеринг готовой модели (рис.3) в данном программном обеспечении проводился с использованием одного процессорного ядра. Решение этой проблемы было найдено в запуске нескольких экземпляров данной программы на каждом из компьютеров кластера (рис.4). Такое решение позволило в несколько раз уменьшить время рендеринга модели гаубицы. Работа по обмену данными, настройке процесса рендеринга выполнялась удаленно, через Интернет.

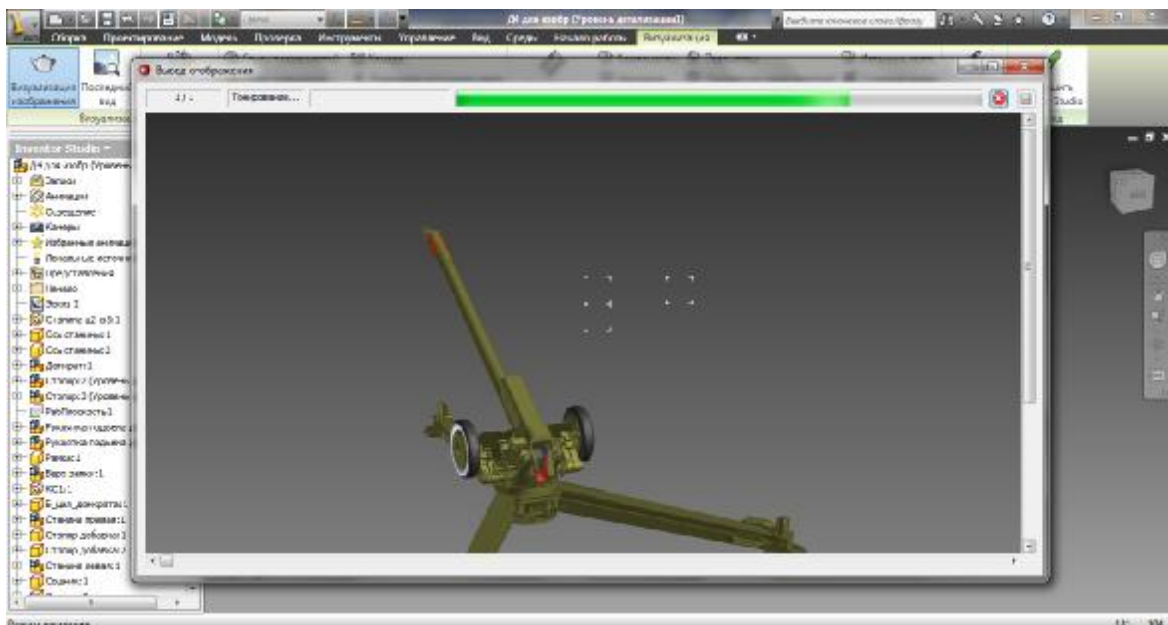


Рис. 3. Процесс рендеринга сцены 122-мм гаубицы Д-30

Все настройки рендеринга выполняются удаленно, через «Удаленный рабочий стол» на компьютере администратора. В окно подключения (рис.5) вводится адрес сервера, к которому подключается компьютер администратора.

При подключении вводятся аутентификационные данные пользователя для получения доступа управления кластерным сервером. Остальные установки по запуску приложений делаются удаленно через сервер. С сервера доступ к узлам осуществляется также через удаленное администрирование Windows, или же сторонние программы удаленного администрирования ПК (RAdmin, TeamViewer). После подключения к выбранному узлу производится запуск приложения. При этом если на самом сервере также установлен необходимый программный продукт, то его также можно использовать для вычислений, но запуск приложений на сервере нужно производить только после завершения удаленного администрирования на остальных узлах.

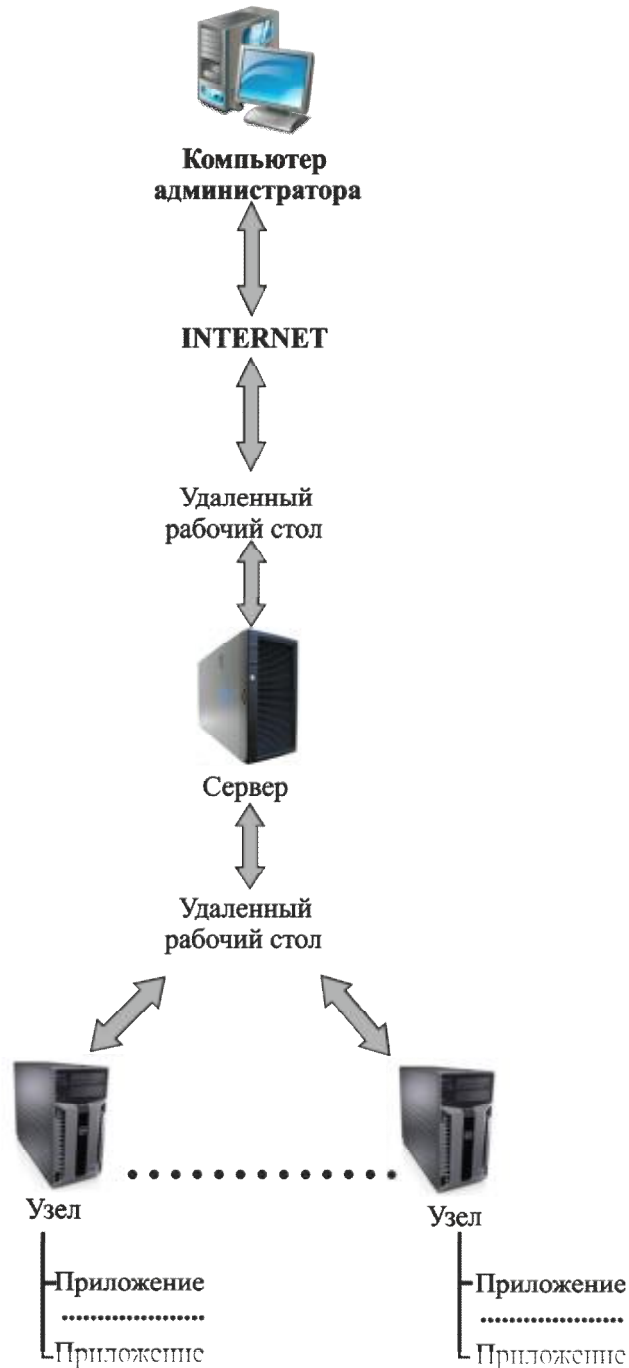


Рис.4. Схема работы выбранного решения

Программний продукт Autodesk Inventor очень требователен к аппаратным ресурсам компьютера и несмотря на то, что использованные кластерные узлы имели четырехядерные процессоры (возможность запускать одновременно четыре приложения для рендеринга), для нормальной работы можно было использовать только два одновременно работающих приложения, т.к. было ограничение по использованию оперативной памяти по 2 Gb на приложения Autodesk Inventor.

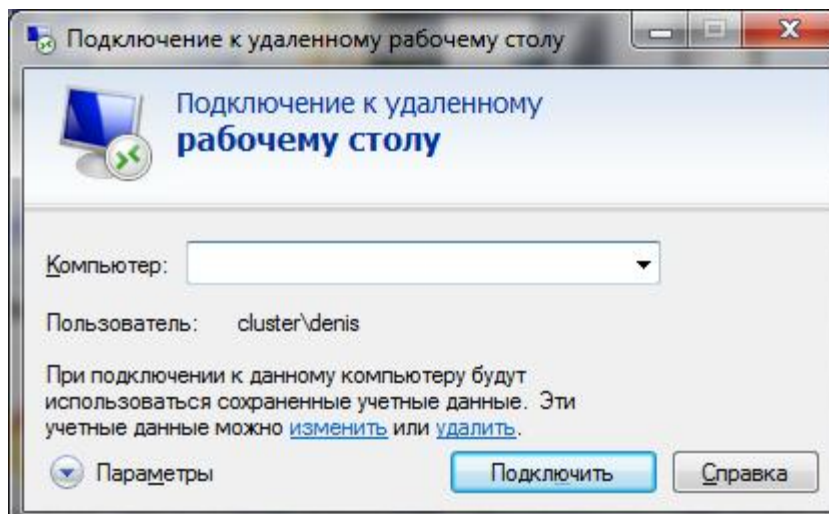


Рис. 5. Окно подключения к удаленному рабочему столу Windows

Выводы. В ходе выполнения поставленной задачи было найдено решение, которое позволяет ускорить процесс визуализации в приложениях, не поддерживающих возможности параллельных вычислений. Суть найденного решения заключается в запуске одного приложения на один узловой процессор. Таким образом, определенное количество запущенных приложений может одновременно выполнять визуализацию одной 3D модели путем разбиения созданной анимации на равные по времени части. Преимуществом такого решения является то, что процесс визуализации ускоряется во столько раз, сколько запущено таких программных приложений, выполняющих визуализацию (в данном примере Autodesk Inventor). Этот способ ускорения также имеет и большой недостаток – необходимо на каждом вычислительном узле запускать программное приложение и вручную задавать отрезки анимации, которую нужно визуализировать.

Такого недостатка нет в программных приложениях для работы с художественной графикой (3dsMax, Maya), где разработчиками предусмотрено выполнение сетевой визуализации, используя вычислительные кластера.

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления -СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 608 с.
2. Шпаковский Г.И. Руководство по работе на вычислительном кластере / Шпаковский Г. И., Верхотуров А. Е., Серикова Н. В. – Минск.: БГУ, 2004. –172 с.
3. Гома Х. UML Проектирование систем реального времени, распределенных и параллельных приложений – ДМК Пресс, 2011. –700 с.
4. Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы. - М: Нолидж, 1999. - 320 с
5. Лацис А.О. Как построить и использовать суперкомпьютер. - М.: Бестселлер, 2003. 274 с.