

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ НА СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ РЕСУРСАХ

А.И. Панасюк, С.В. Маколов, Д.Ю. Астриков, Д.А. Кузьмин

Введение

На сегодняшний день компьютерная графика (КГ) занимает важное место во многих областях деятельности человека. Средствами КГ пользуются дизайнеры, архитекторы, ученые, СМИ (телевидение, печатные и Интернет-издания). Стоит так же отметить, что современная кино-индустрия чрезвычайно редко отказывается от использования трехмерного (3D) моделирования и визуальных эффектов в своих продуктах.

Дизайнеры, архитекторы, аниматоры, создавая свои проекты, тратят значительное количество времени и вычислительных ресурсов на осуществление визуализации созданного проекта, так называемый 3D-рендеринг. Так например обработка (визуализация) 10-минутного видеоролика в высоком разрешении (1920x1080 пикселей), в зависимости от сложности сцены, может выполняться от нескольких дней до недели (на среднем по мощности домашнем ПК). При этом если дизайнер вносит изменения в свой проект, то операция визуализации должна повториться. Соответственно задача 3D-рендеринга (3D-визуализации) является одной из самых ресурсоемких задач, которая требует больших вычислительных затрат и, что не мало важно, соответствующего специализированного программного обеспечения. Это приводит к тому, что компании, занимающиеся созданием таких 3D проектов должны обладать мощными центрами обработки данных (ЦОД) и лицензиями на специализированное ПО для рендеринга. Зачастую компании просто не могут себе позволить закупку и содержание таких ресурсов.

Одним из путей, позволяющих преодолеть ресурсные проблемы, является создание специализированных рендер-ферм аккумулирующих в себе мощные вычислительные ресурсы и специализированное программное обеспечение, предоставляемые в виде облачного сервиса (PaaS — от англ. Platform as a Service — платформа как услуга). Такой подход позволяет существенно сократить время рендеринга и элиминировать затраты, связанные с приобретением и обслуживанием вычислительного комплекса [1].

Создание облачных сервисов рендеринга на базе высокопроизводительных комплексов учебных заведений позволит задействовать свободные ресурсы, для решения прикладных задач 3D-визуализации [2].

Средства трехмерной визуализации

Существует множество средств для трехмерной визуализации, но одними из самых популярных среди дизайнеров, архитекторов и аниматоров являются MentalRay и V-Ray.

Оба продукта могут производить рендеринг с использованием алгоритма трассировки луча (ray tracing), построения фотонных карт (photon map), расчета глобального освещения (irradiance map).

MentalRay (MR) является довольно дорогим программных пакетом. В основном поэтому его используют в больших проектах. Он использовался при создании таких фильмов как «Человек паук 3», «Особо опасен», «Загадочная история Бенджамина Баттона» и т. д. MR имеет очень удобный формат файлов 3D сцен. Что делает его удобным для визуализации научных расчетов.

V-Ray является более доступным для пользователей из-за относительно низкой цены и высокой скорости рендеринга. Это делает его идеальным решением для небольших проектов (дизайн интерьера, архитектура, графика для рекламы, визуализация научных расчетов).

В довершение к вышеупомянутым программам поставляется SDK, позволяющий программировать собственные шейдеры (shader) и адаптировать систему под решение специфических задач. Стоит так же отметить, что эти системы визуализации могут работать в распределенном режиме, что позволяет выигрывать во времени при обработке трехмерных сцен.

Особняком стоят свободно распространяемые системы визуализации. Большинство из них не имеют таких широких возможностей, как MentalRay или V-Ray, но их стоит упомянуть. К таким продуктам относятся Blender, Orge3D и IRender nXt.

Большинство свободно распространяемых продуктов для рендеринга, равно как и платные, позволяют расширять свой функционал с помощью SDK и поддерживают параллельную обработку сцен, однако не имеют возможности делать это в распределенном режиме.

Сервисы трехмерной визуализации

Сервисы трехмерной визуализации позволяют сократить время рендеринга в 10-100 раз и экономить на приобретении и обслуживании высокопроизводительных вычислительных ресурсов и ПО.

По существу, за каждым из таких сервисов скрывается рендер-ферма (вычислительный кластер с установленным ПО для распределенного рендеринга. Такие рендер-фермы предлагают широкий выбор ПО для визуализации (MentalRay, V-Ray, finalRender, Maxwell Render) вместе с комплектом настроек и шейдеров для

распространенных пакетов для 3D-моделирования (Autodesk Maya, Autodesk 3DMax, Autodesk Softimage, Cinema 4D). Среди подобных рендер-ферм отдельно можно выделить фермы реализующие облачные сервисы рендеринга. Их особенность состоит в том, что визуализация(рендеринг) 3D-сцен происходит в автоматическом режиме, с минимальным вмешательством оператора. За рубежом таких рендер-ферм не много, а в России их нет вообще.

Система управления распределенной визуализацией

Облачный сервис трехмерной визуализации создается на базе суперкомпьютерного центра Сибирского федерального университета. В составе центра 3 распределенные высокопроизводительные системы, объединяющие 280 счетных вычислительных серверов, SAN-сеть 8 Гбит/с, InfiniBand 20 Гбит/с. Гибридная составляющая комплекса — платформа NextIO Vcore Express с 4 GPU Tesla M2090.

В настоящий момент, в лаборатории высокопроизводительных вычислений СФУ создана и тестируется система управления распределенной визуализацией (СУРВ), которая применяется для создания сервиса распределенной визуализации.

Решение, лежащее в основе СУРВ, позволяет построить сервис визуализации на суперкомпьютерных ресурсах с минимальными временными, трудовыми и финансовыми затратами. Разработанная система предоставляет интерфейс для отправки 3D сцен на вычислительный кластер, постановки задач в очередь, мониторинга прогресса их выполнения и выдачи результатов обработки сцен пользователю. Для управления ресурсами кластера используется свободно распространяемое ПО: Torque PBS (Torque, Maui).

С точки зрения системы управления комплексом задачи рендеринга — это процессы выполняющиеся от имени специального пользователя. Для решения этих задач выделяются специальные очереди, используемые только СУРВ.

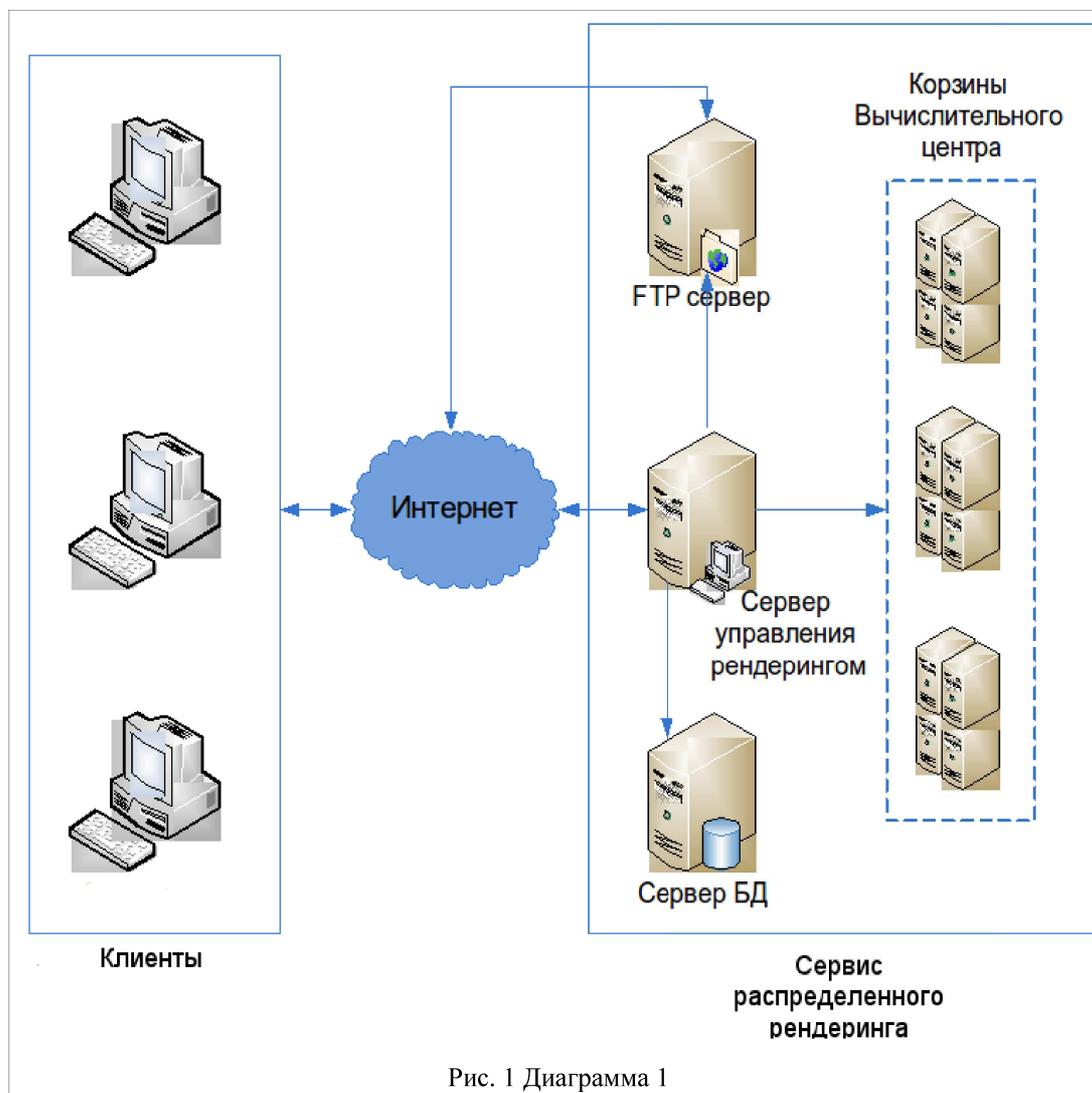


Рис. 1 Диаграмма 1

Структура СУРВ включает в себя (Диаграмма 1):

- Сервер управления рендерингом;

- Сервер баз данных (MySQL);
- Сервер управления очередью заданий (Torque);
- Файловый сервер (FTP);
- Сетевая файловая система (NFS);
- Вычислительные узлы.

Сервер управления рендерингом отвечает за прием (через FTP) и проверку входных данных (архив с настройками рендеринга, трехмерными сценами и текстурами), создание и постановку задач в очередь обработки Torque, слежение за задачами и ресурсами кластера и выдачу результатов рендеринга (через FTP). Для выполнения этих функций разработан web-интерфейс и REST API.

Сервер управления рендерингом тесно связан с сервером управления очередью заданий. Первый обладает необходимым функционалом для постановки задач в очередь и отслеживания их состояния, а также, с помощью последнего, производит управление и мониторинг состояния вычислительных узлов и очередей заданий. Таким образом сервис может предоставлять конечным пользователям виртуализированные ресурсы, для клиента создается иллюзия неограниченного количества ресурсов и он может получить доступ к ним по запросу. Кроме того, Torque может управлять нагрузкой на вычислительные узлы (в той мере, в которой это необходимо при выполнении задач распределенной визуализации) без вмешательства администратора. Это подход к предоставлению ресурсов является обязательным атрибутом облачных сервисов [1].

Сервер БД используется для хранения учетных записей пользователей сервисов, некоторых входных данных для заданий и информации об их выполнении и затраченных для этого ресурсов.

FTP сервер принимает архивы с входными данными (файлы сцен, текстуры, настройки) для заданий и помещает их в сетевую ФС. Отвечает за выдачу результатов визуализации.

Вычислительные узлы, наравне с сервером управления распределенным рендерингом и FTP-сервером имеют доступ к NFS.

Апробация системы управления распределенной визуализацией

Апробация СУРВ показала, что использование этого решения сокращает время рендеринга 3D сцен в 7-50 раз. Результаты тестирования показаны в Таблице 1, где реальное время — это время, затраченное сервисом на рендеринг сцены, а процессорное (время ЦП) — затраченное процессорами кластера при распределенной обработке сцены.

| ПО | № Изображения | Размер Файла сцены | Разрешение | Кол-во кадров | Кол-во ЦП | Время выполнения задания (сек.) | | Ускорение |
|-----------|---------------|--------------------|------------|---------------|-----------|---------------------------------|-------|-----------|
| | | | | | | Реальное | ЦП | |
| MentalRay | 1 | 748 Мб | 1920x1080 | 300 | 32 | 1220 | 20800 | 17,05 |
| MentalRay | 1 | 748 Мб | 800x600 | 300 | 32 | 414 | 9500 | 22,95 |
| MentalRay | 2 | 318 Мб | 1920x1080 | 1 | 8 | 36 | 271 | 7,53 |
| MentalRay | 2 | 318 Мб | 3840x3240 | 1 | 32 | 88 | 2576 | 29,27 |
| VRay | 3 | 65 Мб | 1920x1080 | 1 | 8 | 62 | 468 | 7,55 |
| VRay | | 43 Мб | 1920x1080 | 1 | 8 | 13 | 381 | 29,31 |
| VRay | | 190 Мб | 1920x1080 | 100 | 64 | 1387 | 74893 | 54,00 |

Рис. 2. Таблица 1

Тестирование системы производилось с помощью сцен различной сложности (количество объектов, освещение, шейдеры, большие и маленькие размеры файлов сцен). В ходе тестирования была произведена визуализация единичных изображений (Изображение 2, 3) и анимаций (один из кадров можно увидеть на Изображении 1) с помощью программных пакетов MentalRay и Vray.



Рис. 3. Изображении 1



Рис. 4. Изображении 2



Рис. 5. Изображении 3

Значительных результатов в ускорении обработки заданий удалось добиться за счет использования параллельных алгоритмов архивации и распаковки архивов с файлами сцен. Для этих целей в сервисе сейчас используется архиватор PBZIP. В сравнении с другими распространенными непараллельными архиваторами, PBZIP позволяет сократить время обработки архива в 6-7 раз (в зависимости от степени сжатия) (Таблица 2, Диаграмма 2).

| Название | Степень сжатия | Кол-во потоков | Время | |
|----------|----------------|----------------|--------|----------|
| | | | ЦП | Реальное |
| zip | 1 | 1 | 15,39 | 15,63 |
| zip | 9 | 1 | 179,42 | 179,63 |
| bzip | 1 | 1 | 111,52 | 111,74 |
| bzip | 9 | 1 | 197,27 | 197,73 |
| gzip | 1 | 1 | 17,12 | 17,39 |
| gzip | 9 | 1 | 177,11 | 177,67 |
| pbzip | 1 | 1 | 112,29 | 112,61 |
| pbzip | 1 | 2 | 111,88 | 56,09 |
| pbzip | 1 | 4 | 112,79 | 28,25 |
| pbzip | 1 | 8 | 123,46 | 15,69 |
| pbzip | 9 | 1 | 199,42 | 202,22 |
| pbzip | 9 | 2 | 202,47 | 101,57 |
| pbzip | 9 | 4 | 207,99 | 52,16 |
| pbzip | 9 | 8 | 261,22 | 33,01 |

Рис. 6. Таблица2

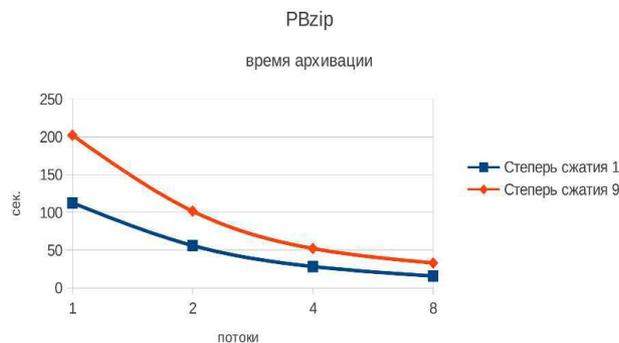


Рис. 7. Диаграмма 2

Использование PBZIP при обработке архивов с маленькими проектами, где время архивации зачастую сопоставимо с временем рендеринга, позволяет сокращать время обработки заданий. При этом нет необходимости использовать максимальную степень сжатия.

С другой стороны время обработки больших проектов, которые в виде архива могут занимать до нескольких гигабайт дискового пространства, при сжатии и распаковке так же сокращается. Во-первых, из-за использования параллельного архиватора, во-вторых, из-за использования максимальной степени сжатия, так как это экономит время, затрачиваемое на передачу архива на сервис по сети. А сама степень сжатия практически не влияет время его обработки.

Заключение

Разработанная система 3D-визуализации является полноценным облачным сервисом, обрабатывающим задания в автоматическом режиме. Особенностью сервиса является то, что он создан на основе стандартных решений для управления расчетами на суперкомпьютерных комплексах, что позволяет легко интегрировать сервис в существующий вычислительный комплекс не нарушая целостности управления системой и легко масштабировать систему.

Сервис может эффективно использоваться для визуализации научных расчетов, рендеринга анимационных роликов, визуализации проектов дизайна интерьеров и архитектурных проектов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. R. Buyya, J. Broberg, A. Goscinski Cloud computing : principles and paradigms — Нью Джерси, США: Изд-во. John Wiley and Sons, Inc. 2011 ISBN 978-0-470-88799-8 , с. 31-34.
2. Д.Ю. Астриков, А.Н. Белоусов, Д.А. Кузьмин Создание Grid-сервиса для предоставления доступа к суперкомпьютеру СФУ // Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее: Труды Международной суперкомпьютерной конференции (19-24 сентября 2011 г., г. Новороссийск).- М.: Изд-во МГУ, 2011. - 643 с. ISBN 978-5-211-06229-0, с.599-603
3. Д.Ю. Астриков, Д.А. Кузьмин Система управления задачами пользователей на суперкомпьютере ИКИТ СФУ / С 73 Суперкомпьютерные технологии: разработка, программирование, применение (СКТ-2010) // Материалы Международной научно-технической конференции. Т.1. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – 324 с. ISBN 978-5-8327-0383-1 с. 190-194