

# Подход к проблеме удаленной визуализации сложных 3D-моделей на базе noVNC-решений\*

Д.А. Диков

Южно-уральский государственный университет

Проблема удаленной визуализации сложных 3D-моделей предполагает предоставление результатов инженерных вычислений посредством облачного сервиса в качестве одного из возможных решений. Задача подобного сервиса - обеспечить взаимодействие конечного пользователя с системой визуализации на стороне сервиса, позволяя управлять процессом и вносить корректировки в условия визуализации. Распространенный подход на основе технологии VNC накладывает технические ограничения на клиентскую часть. Альтернативой является использование noVNC-решений, использующих преимущества технологии HTML5 для организации тонкого клиента, что существенно расширяет круг устройств, способных полноценно работать с сервисом.

## 1. Введение

Текущее развитие суперкомпьютерных технологий и высокопроизводительных вычислений порождает проблему накопления больших объемов данных на вычислительных фермах без организации удаленного доступа для просмотра результатов и внесения изменений в процесс построения решения задачи инженерного моделирования.

Существует целый ряд широко используемых CAE-систем, таких как ANSYS, DEFORM, FlowVision, решающих задачи инженерного моделирования. Для расчета инженерных задач в рамках системы CAEBeans [6, 7] конечному пользователю предоставляется возможность работы с высокопроизводительными ресурсами распределенной грид-среды посредством простого проблемно-ориентированного пользовательского интерфейса. В основе технологии CAEBeans лежит обеспечение сервис-ориентированного предоставления программных ресурсов базовых компонентов CAE-систем и формирование иерархий проблемно-ориентированных оболочек, инкапсулирующих процедуру постановки и решения определенного класса задач. Технология CAEBeans регламентирует процесс декомпозиции задачи в иерархию подзадач [8]:

1. поиск вычислительных ресурсов;
2. сопоставление задач соответствующих базовых компонент CAE-систем;
3. мониторинг хода решения задач;
4. передача результатов решения задач пользователю.

Большой объем данных, полученных в результате экспериментов, приводит к сложностям в процессе их обработки на пользовательском ПК. Возникает необходимость быстрой визуализации результатов моделирования без необходимости полного копирования всего объема полученных результатов на компьютер пользователя.

Для организации удаленного доступа необходимо переносимое, независимое от аппаратной платформы решение, позволяющее установить соединение с сервером, имеющим прямой доступ к ресурсам высокопроизводительной фермы [1, 4]. Ранее предложенное решение [5] позволяло получать лишь отдельные изображения результатов визуализации и обновлять полученное изображение в соответствии с запросами на перемещения камеры. Подход на базе VNC [2, 3] требует установки программы для подключения VNC на клиентской стороне, что накладывает существенные ограничения на круг устройств, которые могут использовать систему. Также необходимо знать реальный IP-адрес сервера, что снижает защищенность системы. Решение [11] использует Java-апплет для подключения к серверу, что исключает возможность использования системы на устройствах без виртуальной машины Java.

---

\* Проект выполнен при поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации (номер проекта МК-1987.2011.9) и Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 11-07-00478 и 10-07-96007-р\_урал\_a).

Организация тонкого клиента, взаимодействующего с сервером по протоколу VNC возможна с использованием существующих на сегодняшний день по-VNC решений, основывающихся на возможности создания полнодуплексных клиент-серверных соединений в актуальных версиях веб-браузеров. Такими решениями являются [9, 10].

Технология [9] требует для развертывания контейнер сервлетов Apache Tomcat на серверной стороне. В описываемом в данной статье решении используется технология [10], не накладывающая дополнительных требований на процесс развертывания, а также предоставляющая эмуляцию технологии WebSockets на базе технологии Flash браузерам, не поддерживающим стандарт HTML5.

Такие решения базируются на HTML5 и технологии WebSockets и позволяют организовать доступ к облачной САЕ-системе посредством сети Интернет. Это позволяет использовать виртуальный стенд при помощи ПК или мобильной системы без дополнительного ПО и получать доступ к облачной САЕ-системе посредством сети Интернет.

## 2. Концепция сервиса удаленной визуализации

В данной статье предлагается подход к построению системы виртуальных стендов на основе сервиса удаленной визуализации сложных 3D-моделей. Система использует бизнес-модель SaaS (Software as a Service), предоставляя пользователю удаленный доступ к системе визуализации через веб-портал CAEBeans Portal. Доступ осуществляется посредством тонкого клиента, роль которого выполняет веб-браузер.

Предлагаемая концепция сервиса удаленной визуализации включает следующие компоненты:

1. Веб-служба;
2. Система визуализации;
3. CAEBeans Server (в качестве первичного источника данных).

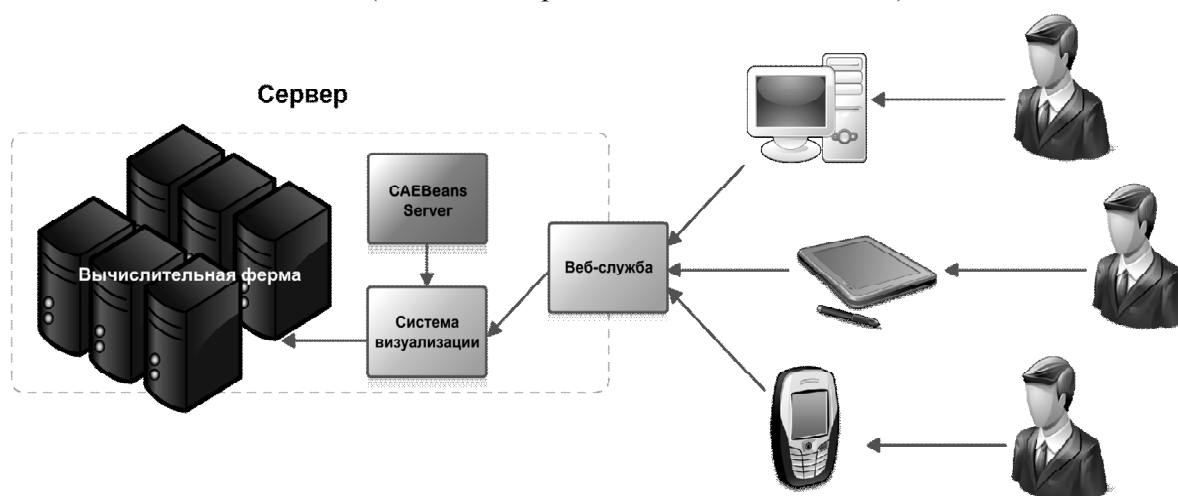


Рис. 1. Концепция сервиса удаленной визуализации

Веб-служба маршрутизирует запросы пользователя системе визуализации и обеспечивает взаимодействие с виртуальным стендом. Виртуальный стенд включает в себя три компонента:

1. Система визуализации;
2. CAEBeans Server;
3. Вычислительная ферма.

Работа пользователя с виртуальным стендом происходит посредством клиентского веб-приложения, взаимодействующего с веб-службой, расположенной на сервере. Клиентское веб-приложение отображает запущенное на сервере приложение, которое организует интерактивное взаимодействие с результатами визуализации. Принцип работы стенда отражен на Рис. 2.

После аутентификации пользователя в сервисе веб-служба выполняет на сервере команду запуска сервера VNC на определенном порту. Система визуализации получает адрес размещения данных решения инженерной задачи пользователя от CAEBeans Server и осуществляет ко-

пирование данных на сервер визуализации. После этого система визуализации может выполнять визуализацию решения.

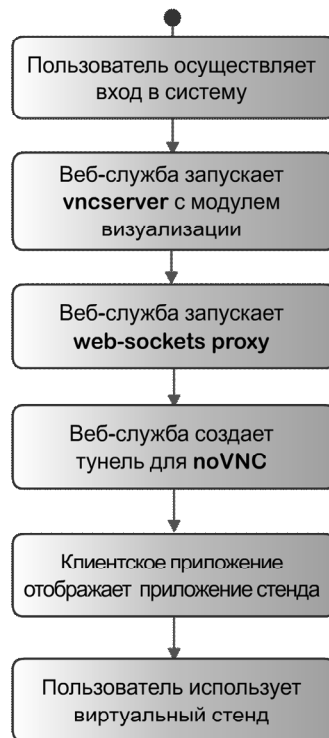


Рис. 2. Запуск и работа стенда

Запущенный сервер VNC отображает приложение стенда. Если сервер запущен успешно, то веб-служба запускает веб-сокеты прокси. Если прокси создан успешно, то веб-служба создает маршрут для обеспечения доступа к порту, на котором запущен прокси. После этого запущенное приложение стенда отображается клиентом, и пользователь может приступить к работе со стендом.

## 2.1 Архитектура сервера

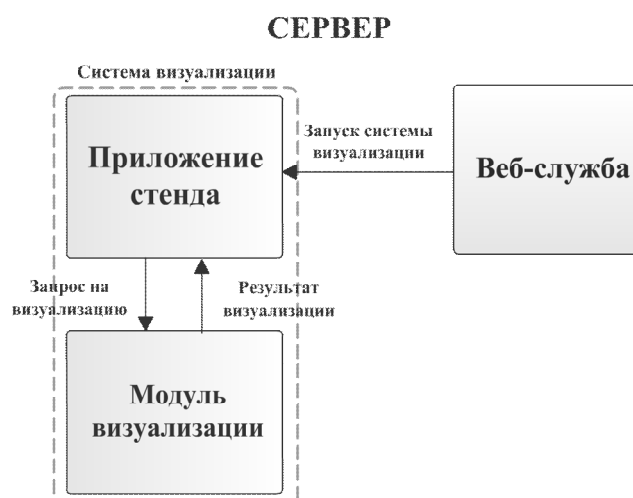


Рис. 3. Архитектура системы визуализации

Система визуализации включает в себя приложение стенда и модуль визуализации (Рис. 3). Приложение стенда представляет собой программу, предоставляющую пользовательский ин-

терфейс для просмотра результатов визуализации и позволяющий пользователю изменять параметры визуализации – поворот визуализируемой модели и приближение камеры. Модуль визуализации получает запросы на визуализацию от приложения стенда и строит изображение на основе данных решения инженерной задачи и данных поворота модели и расположения камеры.

Решение инженерной задачи пользователя копируется модулем визуализации на этапе инициализации, на основе идентификатора решения, передаваемого веб-службой. Модуль визуализации запрашивает адрес решения у CAEBeans Server.

Результат визуализации отображается приложением стенда.

### **3. Реализация сервиса удаленной визуализации**

Веб-служба реализована на базе фреймворка Ruby On Rails. Пользователь системы CAEBeans аутентифицируется на веб-портале CAEPortal и может перейти к просмотру готового решения инженерной задачи. В этом случае браузер осуществит подключение к системе виртуальных стендов, интегрированной в веб-портал. При подключении клиента к сервису удаленной визуализации веб-служба осуществляет запуск сервера VNC на определенном порту. Веб-служба передает клиенту URI для подключения поVNC. При попытке подключения поVNC с использованием данного URI, веб-служба создает туннель, который перенаправляет подключение с выданного клиенту URI на конкретный порт, на котором запущен VNC сервер пользователя. Это позволяет защитить сервис от несанкционированных подключений, не позволяя подключаться к портам сервера напрямую.

Веб-служба, принимая запрос на подключение к серверу VNC от клиентского приложения, запускает модуль визуализации для визуализации решения пользовательской задачи, которое хранит CAEBeans Server.

Узел вычислительной фермы, к которому подключается клиент, работает под управлением ОС Linux. Клиент отображает только рабочую область окна приложения стенда.

Система использует в качестве клиентского веб-приложения HTML-страницу веб-портала CAEBeans Portal, выполняющую асинхронные запросы серверу, используя технологию AJAX. Веб-служба использует API на основе протокола REST для запросов аутентификации и управления подключения.

### **4. Заключение**

В представленной работе был предложен подход к организации системы виртуальных стендов с тонким клиентом на базе по-VNC решений. Освещены механизмы подключения клиента и организации туннеля для передачи данных. Описана архитектура и детали реализации решения, интегрированного в систему CAEBeans и, непосредственно, в веб-портал CAEBeans Portal.

### **Литература**

1. Baratto R., Kim L., Nieh J. Thinc: a virtual display architecture for thin-client computing // SOSP '05: Proceedings of the Twentieth ACM Symposium on Operating Systems Principles. New York, NY, USA: ACM, 2005, pp. 277–290.
2. Margalef F.P., Vall M. R., Garcia A.I., et al Usage of thin clients on STB for secure interactive applications. – URL: [http://nem-summit.eu/wp-content/plugins/alcyonis-event-agenda/files/Usage\\_of\\_thin\\_clients\\_on\\_STB\\_for\\_secure\\_interactive\\_applications.pdf](http://nem-summit.eu/wp-content/plugins/alcyonis-event-agenda/files/Usage_of_thin_clients_on_STB_for_secure_interactive_applications.pdf). Дата обращения: 14.11.11
3. Shizuki B., Nakasu M., Tanaka J. VNC-based Access to Remote Computers from Cellular Phones // CSN '02: Proceedings of the IASTED International Conference on Communication Systems and Networks, 2002, pp. 74–79.

4. Zhong L., Wo T., Li J., Li B. A Virtualization-Based SaaS Enabling Architecture for Cloud Computing // Proceedings of the 2010 Sixth International Conference on Autonomic and Autonomous Systems (ICAS '10). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 144-149.
5. Диков Д.А. Создание сервис-ориентированной системы удаленной визуализации сложных 3D-моделей для системы CAEBeans // Научный сервис в сети Интернет: эксафлопсное будущее: Труды международной научной конференции (Новороссийск, 19-24 сентября 2011 г.). М.: Изд-во МГУ, 2011. С. 599-602.
6. Радченко Г.И. Сервисно-ориентированный подход к использованию систем инженерного анализа в распределенных вычислительных средах // Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах. Материалы XI Всероссийской конференции (Н. Новгород, 2–3 ноября 2011 г.). Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета, 2011. С. 247-251.
7. Радченко Г.И., Соколинский Л.Б. Технология построения виртуальных испытательных стендов в распределенных вычислительных средах // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. № 54. 2008
8. Радченко Г.И. Технология построения проблемно-ориентированных иерархических оболочек над инженерными пакетами в грид-средах // Системы управления и информационные технологии. 2008. № 4(34).
9. Проект Guacamole. - URL: <http://guac-dev.org>. Дата обращения: 12.11.11
10. Проект noVNC. - URL: <http://kanaka.github.com/noVNC>. Дата обращения: 12.11.11
11. Проект Oxalya. - URL: <http://www.oxalya.com>. Дата обращения: 28.10.11