

Использование Грид-технологий для построения распределенных САПР

Величкевич С., НТУУ “Киевский политехнический институт”
serg@cad.kiev.ua

Демченко Ю., University of Amsterdam
demch@science.uva.nl

Аннотация

В докладе рассматривается возможность использования технологий Грид (Grid) для построения распределенных систем автоматизированного проектирования (САПР). На основе анализа особенностей Грид-технологий и основных принципов построения распределенных САПР рассмотрены вопросы как основные требования к САПР могут быть реализованы при помощи Грид и какие требования Грид-технологии предъявляют к приложениям.

1. Введение

Сложность современных научно-технических проблем, связанных с интенсивным освоением новых областей применения вычислительной техники, диктует необходимость совершенствования средств их проектирования. Получение обоснованных и устойчивых проектных решений немислимо без использования методов автоматизации проектирования.

Перспективным подходом к обработке сложных задач, повышению качества результатов и уменьшению времени счета является применение систем параллельной распределенной обработки. Преимущества параллельной распределенной обработки включают возможность решения задач большей размерности и достижения высококачественных результатов, а также доступность недорогих многопроцессорных вычислительных систем. Следует отметить, что создание параллельных алгоритмов является более сложной задачей по сравнению с разработкой традиционных последовательных методов и требует учета множества факторов, влияющих на производительность параллельной вычислительной системы в целом.

Одним из основных вопросов построения распределенной САПР является выбор и адаптация инфраструктуры, позволяющей получить значительное повышение производительности при моделировании, обеспечить возможность коллективной разработки сложных объектов для географически распределенных групп инженеров, обеспечить семантическую поддержку процесса проектирования при помощи распределенных баз знаний, поддерживать хранение и обработку больших объемов данных, поддерживать мобильность вычислительных задач.

Одним из наиболее перспективных направлений, на наш взгляд, является использование Грид-технологий, которые стремительно развиваются и становятся все более популярными не только в чисто научном окружении, но и находят свое применение в коммерческих проектах и в бизнес процессах.

2. Грид-технологии

Существует множество определений Грид-систем, однако все они смогут быть сведены в три контрольные точки, которым должны удовлетворять Грид-системы [1-3]. Грид-система это такая система, которая

- 1) координирует использование ресурсов, которые не являются объектом централизованного управления;
- 2) использует стандартные, открытые и универсальные протоколы и интерфейсы на основе XML Web Services (Веб-сервисы), Web Services Resource Framework (WSRF) и Open Grid Services Architecture (OGSA) [4, 5];
- 3) используется для предоставления нетривиального качества сервисов в сервис-ориентированной среде (SOA – Service Oriented Architecture) [6].

Важную роль в Грид-технологии играет концепция виртуализации, которая поддерживает согласованный доступ к ресурсам на множестве гетерогенных платформ, позволяет определять отображение множества логических экземпляров ресурсов на один и тот же физический и помогает

управлению ресурсами в VO (Virtual Organization), обеспечивая композицию из ресурсов более низкого уровня, объединяет базовые сервисы и позволяет формировать более сложные сервисы. Виртуализация Грид-сервисов позволяет легко отображать общее семантическое поведение сервисов на оригинальные механизмы платформы. В свою очередь VO представляют собой форму объединения ресурсов и пользователей, ориентированных на выполнение определенных задач и предоставление определенных сервисов.

К основным областям применения Грид-систем относят научные исследования, аэрокосмическая и автомобильная промышленность, архитектура, электроника, энергетика, финансово-банковская инфраструктура, медицина и биотехнологии, производство, медиа-развлечения. На основании анализа указанных областей применения Грид-систем можно утверждать, что основными ресурсами, которые будут запрашиваться для решения поставленных задач будут вычислительные ресурсы, ресурсы для хранения данных, специальные аппаратные ресурсы и уникальное оборудование.

Существует несколько типов Грид-систем. Все эти системы обладают общим свойством – все они предоставляют ресурсы посредством сервисов. Но каждая из этих Грид-систем оптимизирована для предоставления различной функциональности. При этом различают [1, 2, 7]:

- 1) *Вычислительные Грид (Computational Grid)* – для объединения вычислительной мощности тысяч персональных компьютеров и серверов и создания, таким образом, среды предоставляющей суперкомпьютерный уровень производительности.
- 2) *Грид Данных (Data Grid)* – предоставляют ресурсы для распределенной обработки данных, что позволяет выполнять глубокий анализ распределенных, больших по объему и часто разнотипных баз данных без их физического перемещения.
- 3) *Семантические Грид (Semantic Grid)* – предоставляют инфраструктуру для выполнения вычислительных задач на основе распределенного мета-информационного окружения, позволяющего оперировать данными из разнотипных баз данных, различных форматов, представляя результат в формате, определяемом приложением.

3. Анализ требований к распределенным САПР и возможность их реализации на основе Грид

Распределенной системой автоматизированного проектирования будем называть САПР, отличительной особенностью которой является наличие компонент – отдельных структурных узлов, отвечающих за конкретную функциональность и работающих относительно автономно. При этом в распределенной САПР можно выделить логическую и физическую распределенность.

В наиболее общем представлении основными компонентами САПР являются [8]:

- рабочие станции инженеров (с различными аппаратными платформами и операционными системами);
- распределенные вычислительные модули (компьютеры, предоставляющие вычислительные ресурсы);
- распределенные базы данных и знаний;
- среды коллективной разработки (предоставляют возможности коллективной работы на одном проекте командам инженеров, географически расположенным в различных точках земного шара, например, совместное редактирование файлов проекта, телеконференции, различного рода коммуникационные средства, порталы новостей, событий с механизмами уведомлений, организация доступа к полученным результатам, их публикация, обсуждение);
- промышленное оборудование для изготовления спроектированных объектов.

В распределенных САПР все компоненты могут быть физически и географически распределенными и связаны между собой посредством Интернет или интранет.

Рассмотрим основные требования к реализации различных уровней распределенной САПР, а также оценим степень удовлетворения этим требованиям технологий Грид, используемых в для построения инфраструктуры сервисов (middleware).

а) Объединение разнообразных аппаратных средств САПР в единую инфраструктуру.

Исходя из определения Грид, ее инфраструктура и технологии создавались именно для создания единого распределенного окружения для совместного использования ресурсов в динамических виртуальных организациях с целью эффективного использования имеющихся ресурсов в процессе решения любых сложных задач. Однако, ключевым условием является наличие скоростных и надежных коммуникационных каналов.

б) Масштабируемость, позволяющая динамическое предоставление вычислительных мощностей для решения поставленной задачи с учетом граничных условий.

Возможность динамической конфигурации виртуального “компьютерного элемента” позволяет использовать ровно столько ресурсов, сколько необходимо для решения конкретной задачи с учетом дополнительных условий, а также динамически перераспределять ресурсы, освобождать или задействовать дополнительные вычислительные мощности при необходимости.

д) Обеспечение надежности и отказоустойчивости.

Технологии Грид поддерживают создание динамического окружения и могут отслеживать состояние задачи таким образом, что в случае выхода из строя одного или нескольких узлов в вычислительном пуле, возможно достаточное быстрое восполнения его структуры за счет реконфигурации и включения дополнительных узлов или перемещения задачи на другой вычислительный ресурс.

е) Обеспечение безопасности и конфиденциальности данных.

Технология Грид была разработана с учетом обеспечения безопасной среды для выполнения различных по требованиям безопасности задач, включая как обеспечение безопасности пользовательских данных так и самого процесса обработки данных. Однако система безопасности Грид-систем должна строиться на прочном фундаменте традиционной безопасности информационных и телекоммуникационных систем и сетей.

Инфраструктура безопасности Грид потребовала разработки новой концепции обеспечения безопасности выполнения задач в распределенной вычислительной среде и в среде, ориентированной на услуги [9, 10]. Ее отличие от сетевой системы безопасности, которая в основном обеспечивает безопасные каналы передачи данными между общающимися сетевыми узлами или компьютерами, в том, что в Грид безопасности должна быть обеспечена для задачи и данных, которые могут обрабатываться на многих компьютерных узлах и перемещаться от одного компьютера к другому в процессе выполнения. В сетевой безопасности контекст безопасности (идентификация пользователя, его мандаты (credentials)) обеспечиваются между двумя узлами в сети (host-to-host), в Грид безопасности контекст безопасности должен быть привязан к самой задаче или данным и обеспечивать для них такие сервисы безопасности как целостность, конфиденциальности, аутентификация и авторизация. Все эти сервисы и контекст безопасности не должны нарушаться при перемещении данных или задач от одной вычислительной системы к другой. Грид безопасность неизбежно требует всего спектра возможностей XML Security and Web Services Security [9, 10].

ф) Хранение и обработка больших объемов информации

Развитие Грид привело к появлению специального типа Грид Данных (Data Grid), которые специализируются именно на хранении, предоставлении доступа и обработке огромных объемов информации, во многих приложениях без их физического перемещения между вычислительными ресурсами.

г) Гетерогенность, стандартное представление данных вычислительных ресурсов

Грид-технологии поддерживают использование гетерогенных ресурсов и на сегодня позволяют создание вычислительных сред с использованием различных аппаратных платформ и операционных систем за счет стандартного описания конкретной системы как Грид-ресурса с использованием нового стандарта Веб-сервисов WSRF (Web Services Resource Framework) [5]. Со стороны ресурса это должно поддерживаться предоставлением соответствующего интерфейса в формате WSDL (Web Services Description Language) [4], при этом внутренняя реализация сервисов ресурса (например, операционная система или аппаратная платформа) скрывается от пользователя стандартным представлением WSDL. Современные средства Java/J2EE и .NET позволяют осуществлять автоматическую генерацию программных модулей и интерфейсов WSDL для конкретной системы [11, 12].

Обмен данными между различными компонентами системы, построенной на основе Грид, производится с использованием стандартных протоколов Веб-сервисов, построенных на основе XML-

протокола или SOAP (Simple Object Access Protocol) [8]. Использование XML-технологий также позволяет эффективно управлять семантическим пространством имен и типов данных, которые также могут быть привязаны к стандартному описанию в формате WSDL.

Привенный выше анализ позволяет сделать заключение, что архитектура Грид предоставляет все необходимые технологические компоненты для построения распределенных, масштабируемых, гетерогенных, надежных САПР, охватывающих не только вычислительный уровень, но и уровни обеспечивающие совместное проектирование географически удаленных команд инженеров, покрывающее все виды обеспечения САПР. Более того, использование стандартных протоколов и технологий Веб-сервисов (XML Web Services) позволит интегрировать компоненты САПР в другие системы, которые поддерживают данные технологии.

4. Заключение

Приведенный в данной статье анализ позволяет заключить, что построение распределенных САПР на основе и/или с использованием Грид-технологий позволит решить большинство проблем в эффективном использовании вычислительных ресурсов и динамическом предоставлении вычислительных ресурсов для выполнения прикладных задач САПР.

Дополнительным фактором к использованию будущих Грид-инфраструктур и внедрению Грид-технологий в прикладные области является движение к коммерциализации Грид и появлению коммерческих провайдеров высокотехнологических ресурсов и сервисов через Грид и Веб-сервисы. Грид-технологии позволяют создать среду в которой пользовательские задачи могут динамически размещаться на одном из ресурсов, которые предоставляют требуемую функциональность и соответствуют другим специфическим требованиям пользователя. При этом сервисы безопасности Грид предоставляют безопасную среду, в которой задачи пользователя будут выполняться без нарушения требуемой конфиденциальности как данных и результатов выполнения задачи, так и самой вычислительной среды. Это позволит, например, специалистам в специфических прикладных областях знаний полностью организовать процесс разработки и проведение исследовательских и технологических экспериментов с использованием распределенных ресурсов и средств провайдеров, предоставляющих доступ к своим ресурсам на основе Грид-технологий и Веб-сервисов. Это, с одной стороны, позволит организациям разработчиков и исследователей сэкономить на приобретении дорогостоящего оборудования и сосредоточиться на своей прикладной области, в то же время обладатели дорогостоящих и уникальных ресурсов, так же как и уникального технологического опыта, смогут более полно использовать свой потенциал за счет предоставления коммерческого доступа к своим ресурсам. Объединение множества ресурсов в Грид-инфраструктуру будет также иметь общую выгоду в мобильности задач как для пользователей, так и для провайдеров услуг.

Литература

- [1] The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure. Edited by I.Foster, C.Kesselman. – Elsevier, 2003.
- [2] Grid Computing. Making the Global Infrastructure a Reality. Edited by F. Berman, G.Fox, T.Hey. – Wiley, 2003. - 1012 p.
- [3] Foster, I. et al, “GFD.30, The Open Grid Services Architecture, Version 1.0,” Global Grid Forum, 25 January 2005. - <http://www.gridforum.org/documents/GWD-I-E/GFD-I.030.pdf>
- [4] “Web Services Architecture,” World Wide Web Consortium Working Group Note, 11 November 2004, available from <http://www.w3.org/TR/ws-arch/>
- [5] WS-Resource Framework. - <http://www.globus.org/wsrf/>
- [6] Web Services and service-oriented architectures. - <http://www.service-architecture.com/>
- [7] Semantic Grid Community Portal. - <http://www.semanticgrid.org/>
- [8] С. В. Величкевич, А.І. Петренко Розподілена САПР з використанням технології Grid сервісів. //Наукові Вісті НТУУ «Київський Політехнічний Інститут». – 2004, №3. – С.30-37
- [9] Security in a Web Services World: A Proposed Architecture and Roadmap, Version 1.0, A joint security whitepaper from IBM Corporation and Microsoft Corporation. April 7, 2002, <http://www-106.ibm.com/developerworks/library/ws-secmap/>
- [10] Demchenko, Y., L. Gommans, C. de Laat, B.Oudenaarde, A. Tokmakoff, M. Snijders, R. Buuren, “Security Architecture for Open Collaborative Environment,” - European Grid Conference, EGC 2005, Amsterdam, The Netherlands, February 14-16, 2005, Proceedings. Series: Lecture Notes in Computer Science, Volume 3470, 2005.

- [11] Java and .NET Both Bring Something to the Party, by P.Steinberg, S.Agarwal, G.Vorobiov - <http://www.devx.com/Intel/Article/18218/2046>
- [12] The Globus Toolkit. - <http://www-unix.globus.org/toolkit/>