

Поиск методов построения эффективных мобильных грид-систем

Захаров А.В., Митихин В.Г., Серов В.В.¹

В работе исследуются вопросы организации эффективных грид-систем на базе мобильных технологий и режима доступа ad hoc. Предлагаются методы расширения списка традиционных платформ (Windows, MacOS, Linux) на новые мобильные системы (Windows Phone, iOS, Android) и добавления поддержки в грид возможности обработки сценариев частого подключения-отключения абонентов.

Ключевые слова: грид-технологии; грид-системы; грид; мобильность; мобильные системы; ad hoc; поиск; инновации.

Постановка задачи

Грид-система с точки зрения сетевой организации представляет собой согласованную, открытую и стандартизованную среду, которая обеспечивает гибкое, безопасное, скоординированное разделение вычислительных ресурсов и ресурсов хранения информации, которые являются частью этой среды, в рамках одной виртуальной организации.

Мобильные гриды предоставляют доступ к грид-службам через такие мобильные устройства, как PDA и смартфоны. Эти устройства обычно считаются в самом лучшем случае маргинально пригодными для грид-компьютинга, так как у них, как правило, недостаточные ресурсы в смысле вычислительной мощности, постоянной долговременной памяти, памяти времени исполнения, времени жизни батареи, размера экрана, коммуникабельности и полосы пропускания. В противовес этому, последние исследования рисуют существенно другую картину [1-7]. Нельзя игнорировать миллионы ежегодно продаваемых мобильных устройств; непосредственную вычислительную мощь некоторых из этих устройств трудно назвать незначительной, и не надо забывать их мобильность [1]. Более того, в чрезвычайных ситуациях, таких, как естественные катастрофы и активные военные операции, беспроводные мобильные устройства могут оказаться единственным доступным средством коммуникации и вычислительного обслуживания. Следовательно, становится актуальной задача эффективной разработки мобильных грид-систем.

¹ Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 01-380/01а).

Сравнение с имеющимися методами построения грид-систем

Распределённые или грид-вычисления в целом являются параллельными вычислениями, которые основываются на обычных компьютерах (со стандартными процессорами, устройствами хранения данных, блоками питания и т. д.) подключенных к сети (локальной или глобальной) при помощи обычных протоколов связи, например проводным Ethernet или беспроводным 3G [1]. Обычный суперкомпьютер содержит множество процессоров, подключенных к локальной высокоскоростной шине.

Основным преимуществом мобильных распределённых вычислений является то, что отдельная ячейка мобильной вычислительной системы может быть приобретена как обычный неспециализированный смартфон. Таким образом можно получить практически те же вычислительные мощности, что и на обычных суперкомпьютерах, но с гораздо меньшей стоимостью.

Реализация концепции новейших мобильных гридов могла бы помочь справиться с проблемой утилизации той производительности, которой обладают новейшие многоядерные смартфоны. Представляемая классификация беспроводных и мобильных грид-систем ставит своей целью мотивацию исследований в этой развивающейся области и установление ее базовых принципов.

В развитии грид-систем можно выявить несколько самостоятельных этапов. Он начал свое развитие в начале 90-х годов как модель метакомпьютинга, в которой суперкомпьютеры разделяли свои ресурсы; впоследствии была добавлена возможность разделять данные. На эти гриды обычно ссылаются как на гриды первого поколения. К концу 90-х годов у разработчиков стала вырисовываться схема гридов второго поколения, главным в этой схеме было наличие промежуточных систем для "склеивания" отдельных грид-технологий. [8] Гриды третьего поколения появились в начале нового тысячелетия, когда гриды второго поколения начали объединяться с веб-технологиями. В результате большое внимание стало уделяться "невидимому гриду", когда сложность грида полностью скрыта от пользователя с помощью виртуализации ресурсов [9]. Впоследствии разработчики грид-систем сформулировали требования для семантически насыщенных гридов знаний, в которых технологии промежуточного программного обеспечения становятся более интеллектуальными и автономными [9]. В последнее время возникла потребность в таких гридах, которые могли бы поддерживать и расширять видение повсеместной интеллектуализации.

Однако, стандартная архитектура гридов третьего поколения не удовлетворяет требования гридов следующего поколения (NGG – Next Generation grids) и ориентированных на службы

утилит знаний (SOKU) [11]. Несколько лет назад созданная Европейской комиссией группа независимых экспертов четко сформулировала все эти недостатки и взяла их за основу при определении потенциальных приоритетов в европейских грид-исследованиях на период до 2010 года и далее. В представлении экспертов информационные возможности грид-систем, возможности работы со знаниями и возможности обработки должны реализовываться как набор коммунальных программных служб [10]. Вследствие этого, мы являемся свидетелями появления новых грид-систем, в которых делаются попытки реализовать это видение. В статье мы делаем обзор новейших гридов и производим их классификацию с целью выявления мотивации дальнейших исследований и формирования надежной понятийной базы в этой быстро развивающейся области.

Фундаментальная разница между грид-технологиями и перспективным видением NGG состоит в том, как расставляются приоритеты в грид-исследованиях между проникаемостью и способностью к самоуправлению [12]. Проникаемость – это сложное свойство, зависящее от других примитивных атрибутов, среди которых главными являются: доступность, ориентация на пользователя или настраиваемость (user-centricity)] и динамическое взаимодействие. В нашей работе мы делаем обзор новейших гридов и классифицируем их на основе четырех признаков – доступность, настраиваемость, интерактивность и управляемость параметров, определяющих материализацию видения NGG. Мы стараемся по возможности шире охватить все виды работ, касающихся как конкретной характеристики в отдельности, так и всего видения NGG в общем. Рассматриваемые работы могут являться стимулом дальнейших исследований в соответствующей области. Для простоты мы используем термин традиционные гриды для ссылок на гриды первого, второго и третьего поколений, для которых упомянутые четыре свойства безусловно не стоят на первых местах; термин новейшие гриды относятся к последним грид-проектам, в которых по крайней мере одно из этих свойств явно становится ведущим.

Используя эти свойства, мы можем распределить новейшие гриды по четырем главным группам: гриды доступа; настраиваемые гриды; интерактивные гриды; управляемые гриды.

Затем каждую группу мы разделим на подгруппы на основе наиболее явного свойства, отличающего ее элементы от традиционных гридов. В таблице 1 также приводятся примеры проектов в каждой категории. Главным в данном исследовании была классификация грид-систем, а не обзор всех опубликованных грид-проектов. Отсюда следует, что все примеры грид-проектов не являются исчерпывающими, но, однако, достаточно содержательными, чтобы осветить все особенности свойств новейших гридов. Мы ограничились в каждой категории гридов только теми гридами, которые дали нам возможность лучше сконцентрироваться на конкретном свой-

стве этой категории. Вот почему мы не пользовались именами таких атрибутов гридов, как всеместность или проникаемость; в них подразумевается вспомогательная комбинация таких свойств как доступность, интерактивность и настраиваемость.

Главное, что мы имеем от вычислительных гридов, – циклы CPU. У этих гридов высоко сконцентрированная способность к выполнению вычислительных задач. В зависимости от оборудования, на котором они развернуты, вычислительные гриды далее разделяются на настольные, серверные и гриды оборудования. В настольных гридах большую часть грид-ресурсов составляют многочисленные неиспользуемые ресурсы настольных компьютеров, тогда как ресурсы серверных гридов обычно ограничиваются ресурсами, доступными на серверах. Гриды оборудования или инструментальные гриды включают нетривиальный элемент оборудования, такой, например, как телескоп. Окружающая грид группа электронных устройств, связанная с основным оборудованием, удаленно управляет оборудованием и анализирует получаемые данные. Так, например, WWT(World-Wide Telescope – общемировой виртуальный телескоп) использует грид-технологии для анализа и классификации данных от сотен конкретных, разбросанных по всему миру телескопов, что позволяет нам обнаруживать новые космические явления [10]. Основное в гридах данных – это запоминающие устройства. Они предоставляют инфраструктуру для доступа к данным, их хранения и синхронизации. Сами данные могут поступать от распределенных репозитариев данных, таких, как цифровые библиотеки или информационные хранилища. Гриды служб или гриды утилит предоставляют коммерческие компьютерные услуги (циклы CPU и дисковую память), которые, работающие в исследовательских или промышленных областях специалисты, могут купить по требованию.

Принципы разработки новейших мобильных грид-систем

Грид-системы доступа состоят из распределенных устройств ввода и вывода, таких, как динамики, микрофоны, видео камеры, принтеры и проекторы, связанные с гридом. Эти устройства являются точками множественного доступа к гриду, откуда клиент может формулировать задания и получать результаты на широкомасштабных распределенных собраниях и тренировочных сессиях. Если клиент пользуется для связи с гридом беспроводным или мобильным устройством, то грид-система считается гридом беспроводного доступа или гридом мобильного доступа.

В данном контексте доступность (accessibility) означает безусловное предоставление имеющихся грид-ресурсов независимо от физических возможностей устройств доступа и географического местоположения. Доминирующие в современных гридах сильно структурированные сети суперкомпьютеров и высокопроизводительных рабочих станций, как правило, свойством

такого доступа не обладают. В традиционных гридах с ограниченным доступом узлы грида статичны, у них предопределенная, жестко связанная инфраструктура с фиксированными точками входа.

Беспроводные, мобильные и нестандартизованные гриды появились, чтобы поддержать доступность грида. Гриды доступа – это термин, за которым скрываются гриды этих типов. Грид с обеспеченным доступом состоит из группы мобильных или фиксированных устройств с проводной или беспроводной связью и предопределенной или расплывчатой инфраструктурой.

Одной из самых критических проблем, касающихся гридов с доступом, является аккуратное определение или, по крайней мере, описание типа каждого такого грида (нестандартизованный, беспроводной, мобильный). Но, к сожалению, специалисты приемлемого определения каждого из этих терминов не предлагают. Термин «ad hoc грид» подчеркивает случайную природу порождения виртуальной организации, для беспроводных гридов существенным является беспроводная связь, а мобильные гриды в центр своего внимания ставят вопросы, связанные с мобильностью, такие, как миграция работ и дублирование данных.

Главной характеристикой гридов доступа является их крайне динамичная природа, являющаяся результатом часто изменяющейся структуры базовой сети и Виртуальных Организаций (ВО) в связи с переключением режимов включить/отключить узел войти в узел/выйти из узла, в связи с мобильностью узла и т.д. Вот почему традиционные механизмы развёртывания служб, управления и безопасности, могут не быть оптимальными для гридов доступа.

К гридам доступа можно обращаться из большего числа географических мест. Такие гриды справляются с большим объёмом социальных параметров настройки, чем традиционные гриды. В связи с этим появляются возможности реализовывать новые приложения в сфере скорой помощи, управлении чрезвычайными и боевыми ситуациями, е-обучении, е-здравоохранении и большом ряде других сфер.

Ad hoc гриды

Спорадическая природа нестандартных гридов отмечалась уже в первом документированном приложении Globus Grid (см. www.globus.org). Однако, традиционные гриды не могут справиться с поддержкой некоторых аспектов ad hoc среды, таких, как постоянно меняющееся членство при отсутствии структурированной коммуникационной инфраструктуры. Все это привело к появлению так называемых ad hoc гридов.

Ad hoc грид – это непосредственное формирование сотрудничающих гетерогенных вычислительных узлов в логическое сообщество без предварительно сконфигурированной фиксиро-

ванной инфраструктуры и с минимальными административными требованиями (см. рис 1). Следовательно, традиционная статическая грид инфраструктура расширена так, что начинает включать динамические подсоединения, не требуя наличия формальных, чётко определенных, входных точек грида, наличие которых подтверждено общим согласием. Узлы могут считаться подключенными, если только они могут обнаруживать других членов грида [11].

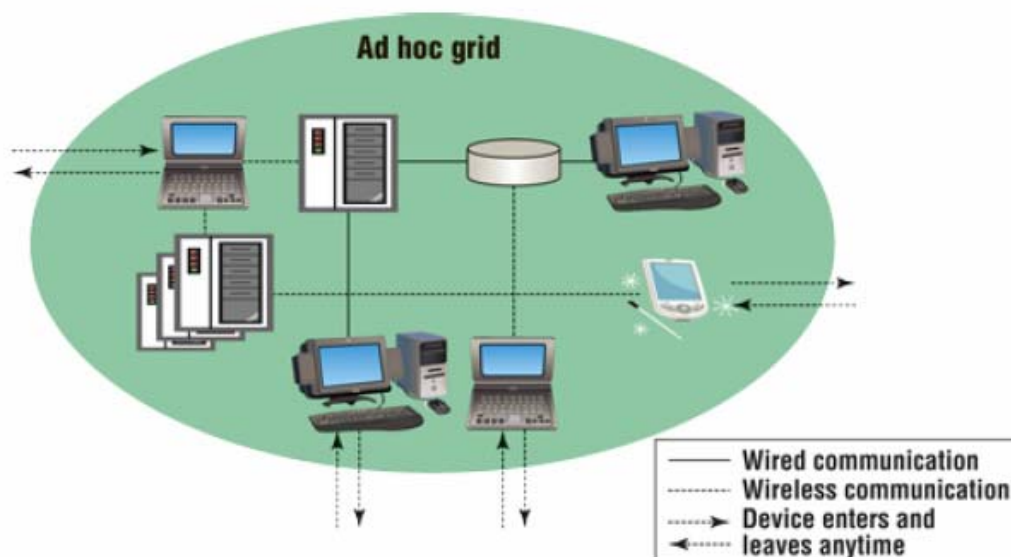
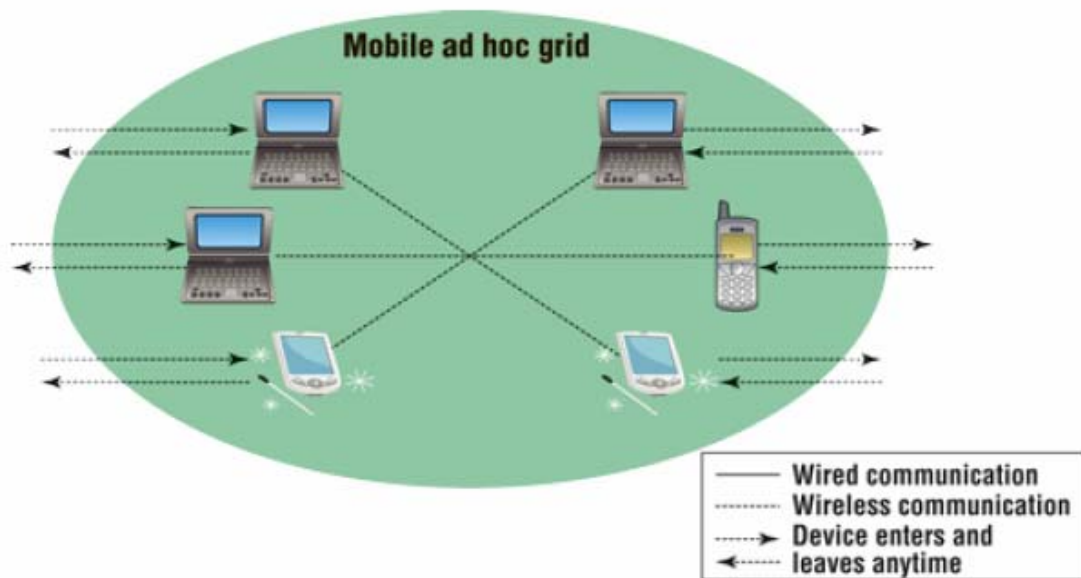


Рис 1. В Ad hoc гридах грид-устройства могут подсоединяться и отсоединяться в любое время.

Некоторые исследователи обращают особое внимание на ad hoc гриды и определяют их как грид-среду без фиксированной инфраструктуры: все компоненты у этих гридов мобильны, как показано на рис. 2 [13,14]. На них также ссылаются как на мобильные ad hoc гриды. Впрочем, при ссылках на ad hoc гриды внимание обращается скорее на их нестабильную природу, а не на мобильность грид-узлов.



Pu

с 2. В мобильных нестандартных гридах все грид-устройства мобильны.

При работе в гридах со случайной конфигурацией основная проблема – это их динамическая топология, обусловленная перезагрузкой рабочих станций и перемещением или заменой вычислительных узлов. Технические подробности об особенностях работы и реализации нестандартных гридов можно в частности найти в [11-14].

Для них были предложены архитектуры с изменяющейся структурой. Например, Dan Marinescu со своими коллегами ввели понятие виртуальной базовой архитектуры, которая строится динамически из узлов с большой ресурсной емкостью [13]. В других источниках предлагаются P2P-архитектуры, в которых вычислительные ресурсы одинаково доступны по запросу каждому узлу [11,12]. Среди существующих проектов гридов типа ad hoc отметим проекты OurGrid (www.ourgrid.org) и myGrid (www.mygrid.org.uk).

Беспроводные гриды

Беспроводные гриды расширяют номенклатуру грид-ресурсов включением беспроводных устройств различных размеров и свойств, таких как датчики, мобильные телефоны, ноутбуки, специальные инструменты и сетевые интерфейсные устройства.

Как видно на рисунке 3, в беспроводных гридах беспроводные устройства могут выступать в роли реальных грид-узлов, где может производиться частичное хранение данных и их частичная обработка. На рисунке 4 показан беспроводной грид доступа, специальный тип беспроводного грида, в котором все беспроводные устройства считаются чистыми устройствами доступа,

не обладающими свойствами хранения в памяти и обработки данных; нужные ресурсы поступают от проводного базового грида, который может обеспечить все запрашиваемые ресурсы.

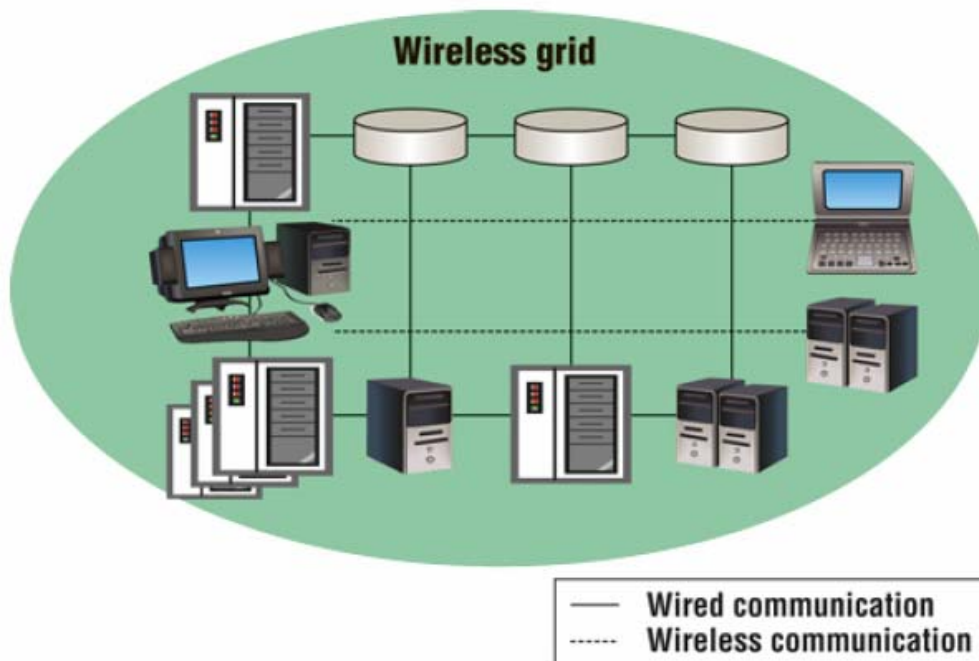


Рис 3. В беспроводном гриде беспроводные устройства работают активно, как вычислительные узлы и как узлы памяти.

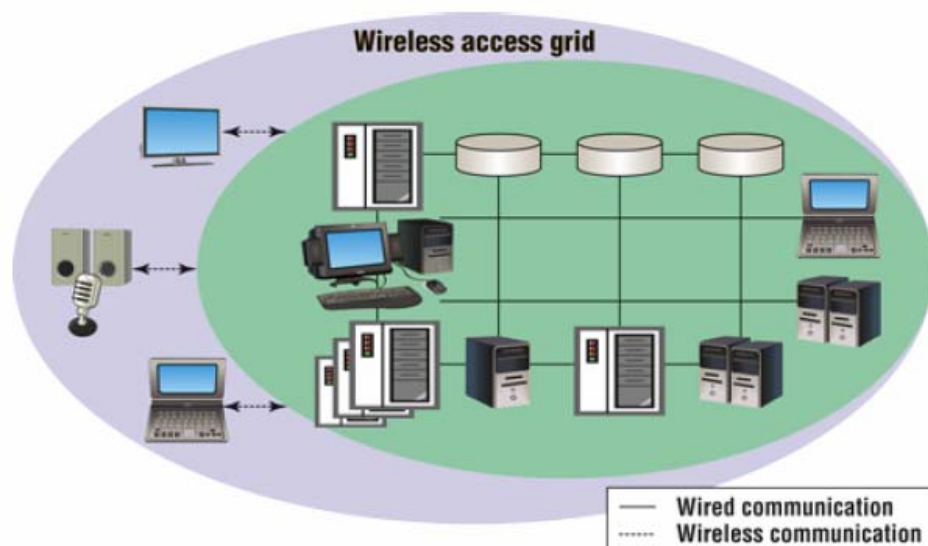


Рис 4. В беспроводном гриде доступа беспроводные устройства работают только как интерфейсы к проводному базовому гриду.

При интеграции в грид беспроводных устройств возникает целый ряд технических трудностей. К нему относится низкая пропускная способность и высокие риски безопасности, высокое

потребление энергии и проблемы латентности. Поэтому различные сообщества, включая Междисциплинарную группу по разработке беспроводного грида (см. www.wirelessgrids.net), занимаются исследованием этих вопросов с оптимистическим видением узлов будущих гридов как беспроводных устройств.

Мобильные гриды

Мобильные гриды предоставляют доступ к грид-службам через такие мобильные устройства, как PDA, и смартфоны, гибридные планшеты-телефоны.

Как и в случае беспроводных устройств, уже имеется два подхода для интеграции мобильных устройств в грид-системы. В первом случае грид содержит, по крайней мере, один мобильный узел, активно предоставляющий вычислительные сервисы и сервисы данных (см. рис. 5). Во втором случае мобильные устройства служат интерфейсом к стационарному гриду, через который посылаются запросы и получаются результаты (см. рис. 6). Иногда этот метод интеграции называют мобильным доступом к грид-инфраструктуре, или просто гридами мобильного доступа.

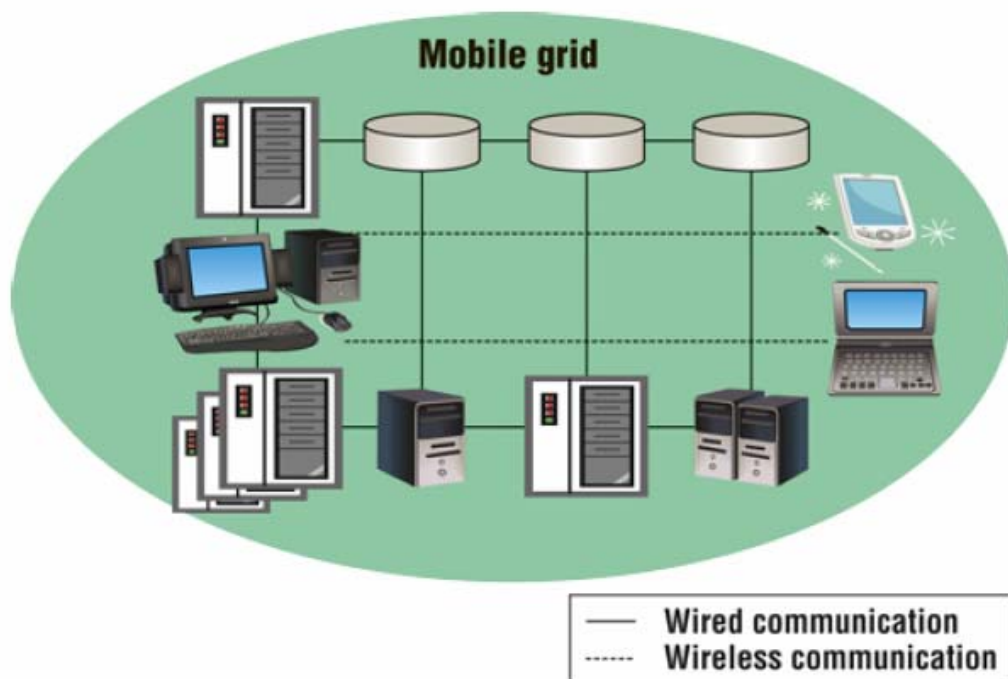


Рис 5. В мобильных гридах мобильные устройства выполняют активную деятельность как вычислительные и запоминающие узлы.

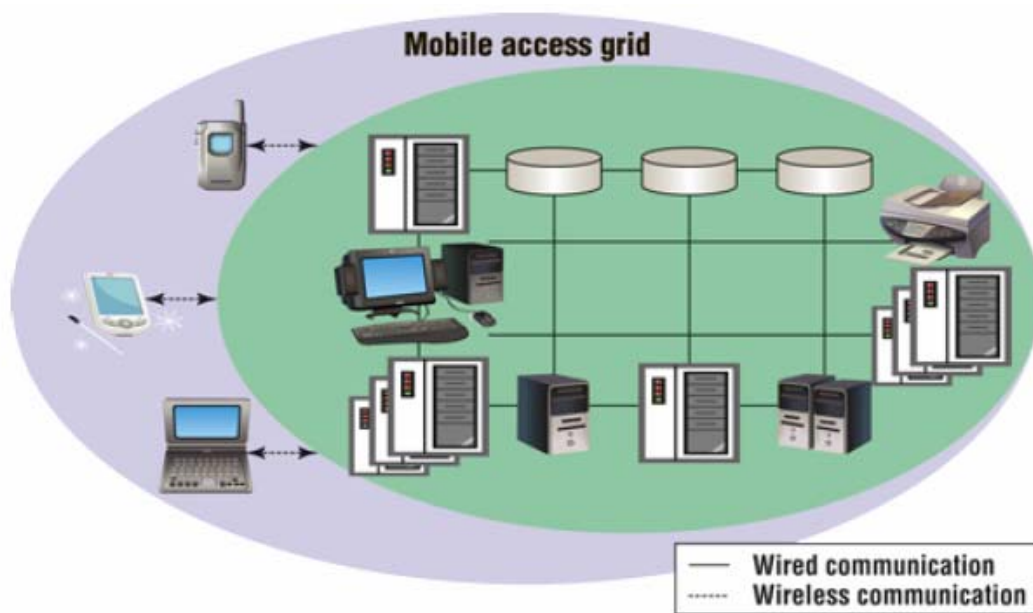


Рис 6. В мобильных гридах мобильного доступа мобильные устройства являются только интерфейсами к стационарным гридам.

За последнее время специалистами была проделана большая работа по введению в эксплуатацию мобильных гридов. Было предложено много различных методов реализации видения мобильного грида, включая методы с централизованной структурой и структурой P2P, методы интеллектуальных мобильных агентов, мобильного промежуточного грид-обеспечения и много других методов. Среди существующих грид-проектов следует отметить проекты Akogrimo (www.mobilegrids.org), ISAM (www.inf.ufrgs.br/~isam/English) и MADAM (www.intermedia.uio.no/display/madam/Home).

Выводы

Для осуществления поставленной задачи необходимо заняться многими базовыми аспектами и такими серьезными вопросами как не зависящее от инфраструктуры промежуточное грид-обеспечение, динамическая композиция услуг, настраиваемость, безопасность и масштабируемость. Кроме этого требуют внимания и некоторые этические и философские аспекты. Хотя грид-технологии никогда явно не ставили перед собой цели изменить наше общество, вполне возможно, что последствия создания новейших гридов будут проявляться еще очень долго и влиять на нашу этику (относящуюся к безопасности и приватности) гораздо в большей степени, чем это делает Интернет.

В связи с тем, что любая грид-система это очень сложная и динамическая сущность, решение задач по управлению гридом всегда сталкивается с трудными проблемами. Традиционные подходы к управлению гридами требуют централизованных серверов, глубокого знания низкоуровневых систем и достаточно большую группу опытных сотрудников. Итак, при знакомстве с новым гридом в центре внимания становятся вопросы его управления. Централизованные гриды – это традиционные грид-системы, в которых используется центральная схема управления. В распределенных гридах, таких, как P2P-гриды, управление является распределенным.

Авторам видится одно из дальнейших направлений исследований – управляемые мобильные грид-системы. Управляемость – это способность налаживать, организовывать, лечить и контролировать систему. Отсюда, управляемый грид – это высокоорганизованный грид, который автоматически налаживает, адаптирует, осуществляет мониторинг, диагностирует и исправляет сам себя. Управляемая система обладает интеллектуальной системой управления, которая встроена в ее инфраструктуру для автоматизации управляющих процедур. Для поддержания грид-управляемости имеется множество различных технологий, как на уровне оборудования, так и на уровне программ. На программном уровне поддерживать управляемость может много методов, от традиционных log-файлов до современных технологий вроде расширения Java Management Extensions (<http://java.sun.com/javase/technologies/core/mntr-mgmt/javamanagement/>). На уровне оборудования с этой задачей могут справиться технологии, базирующиеся как на простых встроенных сенсорах, так и на самостоятельных интеллектуальных роботах.

Авторам видится перспективным продолжение исследований, связанных с мобильными грид-технологиями. В качестве программной составляющей прикладной грид-системы можно использовать open-source проект Akogrimo (www.mobilegrids.org). Данный проект пригоден для адаптации под такие мобильные платформы, как Windows Phone 7 или Android 3.2, что открывает эффективный путь к реализации экспериментальных грид-технологий на популярных мобильных платформах.

Использованная литература

1. Heba Kurdi, Maozhen Li, and Hamed Al-Raweshidy “A Classification of Emerging and Traditional Grid Systems “• Brunel University <http://dsonline.computer.org/portal/site/dsonline/>

2. T. Phan, L. Huang, and C. Dulun, "Challenge: Integrating Mobile Wireless Devices into the Computational Grid," Proc. 8th ACM Ann. Int'l Conf. Mobile Computing and Networking, ACM Press, 2002, pp. 271–278.
3. K. Ohta et al., "Design and Implementation of Mobile Grid Middleware for Handsets," Proc. 11th Int'l Conf. Parallel and Distributed Systems (ICPADS 05), IEEE CS Press, 2005, pp. 679–683.
4. A. Sajjad et al., "A Component-Based Architecture for an Autonomic Middleware Enabling Mobile Access to Grid Infrastructure," Proc. Embedded and Ubiquitous Computing Workshops (EUC 2005), LNCS 3823, Springer, 2005, pp. 1225–1234.
5. Bhagyavati and S. Kurkovsky, "Emerging Issues in Wireless Computational Grids for Mobile Devices," Proc. 8th World Multiconf. Systemics, Cybernetics, and Informatics (SCI-2004), 2004, www.cs.ccsu.edu/~stan/research/Grid/Pubs/SCI2004.pdf
6. L. d.S. Lima et al., "Peer-to-Peer Resource Discovery in Mobile Grids," Proc. 3rd Int'l Workshop Middleware for Grid Computing (MGC 05), ACM Press, 2005, pp. 1–6.
7. S. Kurkovsky, Bhagyavati, and A. Ray, "Modeling a Grid-Based Problem-Solving Environment for Mobile Devices," J. Digital Information Management, vol. 2, no. 2, 2004, pp. 109–114.
8. D.C. Chu and M. Humphrey, "Mobile OGSI.NET: Grid Computing on Mobile Devices," Proc. 5th IEEE/ACM Int'l Workshop Grid Computing, IEEE CS Press, 2004, pp. 182–191.
9. I. Foster and C. Kesselman, eds., The Grid: Blueprint for a Future Computing Infrastructure, Morgan Kaufmann, 1999.
10. Next Generation Grid(s): European Grid Research 2005–2010, Expert Group Report, 2003, ftp://ftp.cordis.lu/pub/ist/docs/ngg_eg_final.pdf.
11. Future for European Grids: GRIDs and Service Oriented Knowledge Utility, Next Generation GRIDs Expert Group Report 3, 2006, ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/grids/ngg3_eg_final.pdf.
12. K.G. Jeffery, "Next Generation Grids for Environmental Science," Environmental Modelling & Software, vol. 22, no. 3, 2007, pp. 281–287.
13. Next Generation Grids 2: Requirements and Options for European Grids Research 2005–2010 and Beyond, Expert Group Report, 2004, www.semanticgrid.org/docs/ngg2_eg_final.pdf.
14. A.J. Chakravarti, G. Baumgartner, and M. Lauria, "Self-Organizing Scheduling on the Organic Grid," Int'l J. High Performance Computing Applications, vol. 20, no. 1, 2006, pp. 115–130.
15. T.J. Lehman and J.H. Kaufman, "OptimalGrid: Middleware for Automatic Deployment of Distributed FEM Problems on an Internet-Based Computing Grid," Proc. IEEE Int'l Conf. Cluster Computing, IEEE Press, 2003, pp. 164–171.

16. A. Sajjad et al., “AutoMAGI—An Autonomic Middleware for Enabling Mobile Access to Grid Infrastructure,” Proc. Joint Int’l Conf. Autonomic and Autonomous Systems and Int’l Conf. Networking and Services (ICAS-ICNS 2005), IEEE CS Press, 2005, pp. 73–79.

17. A.J. Chakravarti, G. Baumgartner, and M. Lauria, “The Organic Grid: Self-Organizing Computation on a Peer-to-Peer Network,” IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics Part A: Systems and Humans, vol. 35, no. 3, 2005, pp. 373–384.

18.I. Foster and C. Kesselman, eds., The Grid2: Blueprint for a New Computing Infrastructure, Morgan Kaufmann, 2003.

Сведения об авторах

Серов Владимир Васильевич, Митихин Вячеслав Георгиевич, Захаров Андрей Валентинович

ГОУ ВПО «Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности»

Кафедра информатики

E-mail: informatika@ruszitlp.ru, тел. : (499) 943-63-05