

ВЫБОР АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА РЕСУРСОВ В ГЛОБАЛЬНЫХ GRID СИСТЕМАХ

В статье выполнен анализ и сравнительная оценка применения централизованной, децентрализованной системы сбора информации о характеристиках вычислительных ресурсов распределенных неоднородных Grid систем по различным показателям.

Analysis and comparative appraisal of the use of centralized and decentralized systems for characteristics of computational resources in distributed heterogeneous Grid systems gathering is performed in this article.

Введение

Мониторинг ресурсов – одна из основных задач планирования в GRID системах.[1-4]

Для сбора информации о вычислительной среде можно использовать несколько стратегий мониторинга для выбора наилучшей в зависимости от конкретных характеристик GRID системы. Правильно сделанный выбор позволяет наиболее оптимальным образом распределять ресурсы GRID системы, а значит, и повысить эффективность работы GRID [5-7].

Для анализа и выбора системы мониторинга можно рассматривать централизованную, децентрализованную и иерархическую структуры. Централизованная система мониторинга сбора и обработки информации – это наиболее простое решение этой задачи. Однако при ее реализации резко повышается объем служебной информации, особенно на этапе сбора. Кроме этого, ввиду того, что *Grid* – система является динамически меняющимся объектом, то возникает проблема непротиворечивости данных в самом объекте (вычислительном узле) и сведениях о нем в центральном узле, что также увеличивает объем служебной информации. Децентрализованная система позволяет решить задачу непротиворечивости, так как информацию о ресурсе клиент получает непосредственно в нем, но такой системе присуща большая загрузка каналов связи, так как для каждого клиента необходимо сканировать все ресурсы *Grid* – системы для поиска нужного. Для выбора структуры системы мониторинга, следует учитывать, что глобальная *Grid* – система имеет ярко выраженную иерархическую структуру [7]. Используя свойства иерархиче-

ской структуры можно предложить многоуровневую систему мониторинга, обеспечивающую достоинства централизованной и децентрализованной систем.

В пределах данной статьи будет рассмотрено 2 основных используемых типа систем мониторинга ресурсов: централизованный и иерархический (древовидный).

Централизованная система

Централизованная проста тем, что включает в себя один сервер мониторинга ресурсов, который занимается опросом и контролем всех серверов вычислений, так же хранит информацию о них и выделяет нужные ресурсы под конкретные задания клиентов.

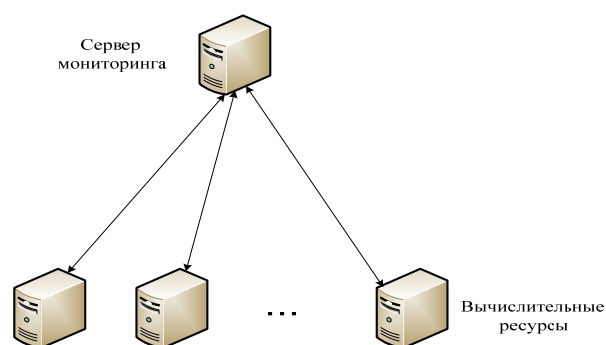


Рис. 1 структурная схема мониторинга централизованной системы

Время поиска ресурсов в такой системе при малом количестве ресурсов близкое к константному, и сводится, по сути, к выборке из базы данных нужных узлов, используя критерии клиента.

Достоинства системы:

- нужен всего один сервер мониторинга
- близкое к константному время поиска при малом количестве ресурсов

Недостатки системы:

- сложность в назначении клиенту такого ресурса, который бы имел с клиентом наибольшую скорость передачи данных, а так же наименьшую латентность;
- большие затраты на мониторинг ресурсов и выбор наиболее подходящих;
- отсутствие надежных линий связи между сервером вычислений и сервером мониторинга, что может приводить к потерям связи и утрате некоторых вычислительных ресурсов;
- при достижении критического количества ресурсов $N_{кр}$ сервер мониторинга перестанет справляться с задачей мониторинга – опросом всех своих подконтрольных серверов вычислений. Это потребует наращивание производительности сервера и повышение качества и количество линий связи

от сервера мониторинга к серверам вычислений.

Отсюда видно, что использование централизованной системы мониторинга ресурсов в GRID-системах целесообразно только при не большом количестве ресурсов в этой системе.

Иерархическая система

Иерархическая система состоит множества серверов мониторинга, соединенных между собой в виде дерева, причем, сервера вычислений подключены к нижним серверам мониторинга в структуре дерева. Клиенты, как и сервера вычислений, тоже подключаются к самым нижним серверам мониторинга в иерархии. При подключении к системе, клиент посылает вышестоящему в иерархии серверу мониторинга запрос о выделении нужных

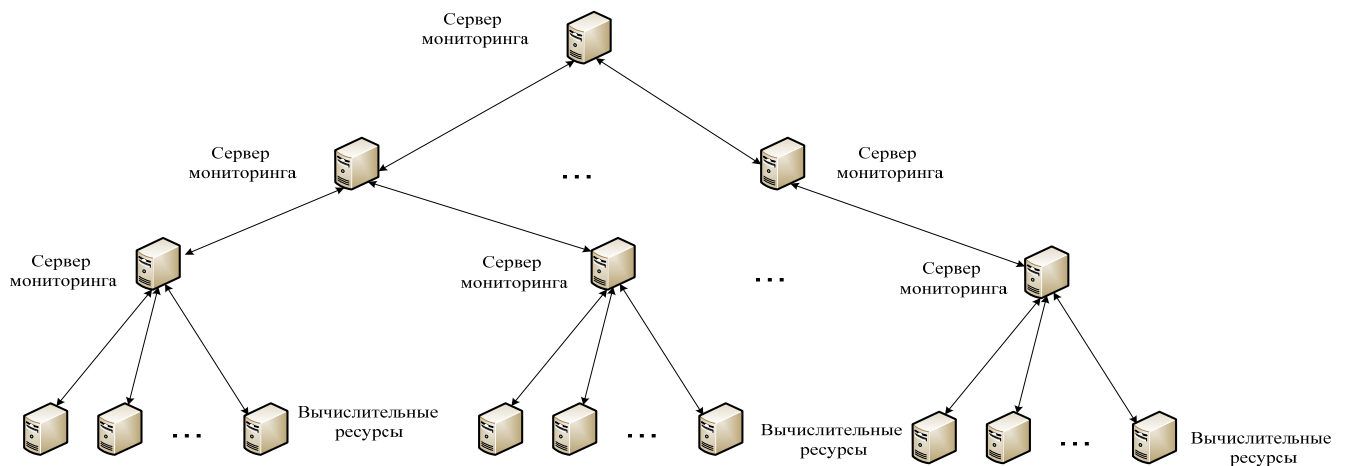


Рис 2. структурная схема мониторинга иерархической системы

ему ресурсов. Сервер мониторинга проверяет наличие серверов вычислений, подходящих к требованиям клиента и если находит таковые, то возвращает клиенту список ресурсов. Если же свободных ресурсов, подходящих клиенту нет, то сервер мониторинга, либо сам подключается к серверу, стоящему выше по иерархии и передаёт запрос клиента, либо даёт клиенту адрес этого сервера. Сервер, стоящий выше по иерархии производит такой же поиск, только в своей базе данных, в которой находятся все сервера вычислений нижестоящих серверов мониторинга. Причем, сервер мониторинга и принадлежащие ему ресурсы, от которого пришел запрос, не будут участвовать в поиске. Если этот сервер мониторинга так же не смог найти подходящих ресурсов, то процедура поиска перейдёт к серверу выше по иерархии

и так далее. Если корневой сервер так же не смог выделить ресурсы, то клиент остановит поиск и продолжит его после определённой задержки.

Достоинства системы:

- по возможности, клиенту будет предоставлен ресурс наименее отдалённый от него, и соответственно имеющий лучшее соединение(учтена локальная близость ресурса);
- хорошая масштабируемость такой системы, которую можно достичь, вводя новые уровни иерархической структуры;
- при потере связи между некоторым сервером мониторинга и сервером стоящим выше по иерархии возможно временное разделение GRID системы на две части.

Недостатки системы:

- большое количество серверов мониторинга, расположенных по всему миру (можно исключить этот недостаток введя функции мониторинга в перечень задач, решаемых серверами доменов);
- время поиска будет зависеть от успешности нахождения ресурсов, необходимых клиенту и находящихся от него на малом расстоянии.

Сравнительный анализ применения различных систем мониторинга ресурсов

В качестве примера рассмотрим глобальную GRID систему, вычислительные ресурсы которой распределены по всей планете. Будем считать, что:

- количество континентов – 5
- количество стран на континенте – 30 (поскольку нас интересует такая система именно в Европе)
- в каждой стране – 3 больших города;
- в каждом городе – 10 исследовательских института;
- в каждом институте – 5 лабораторий, в которых расположены сервера вычислений.

Зададимся следующими свободными полосами пропускания сетей передачи данных:

- межконтинентальный уровень – 1 Мбит/с;
- уровень континента – 5 Мбит/с;
- уровень страны – 30 Мбит/с;
- уровень города – 50 Мбит/с;
- уровень исследовательского института – 100 Мбит/с;
- уровень лаборатории – 1 Гбит/с.

Объём задания и результата к нему составляет 100 Мбайт; объём описания такого задания – 50 Кбайт.

Время на поиск ресурса в централизованной системе = $50 \text{ Кбайт} / 1 \text{ Мбит/с} + 1 \text{ сек}$ (локальный поиск) = 1.5 сек

Рассчитаем время на передачу задания и результата к нему при использовании централизованной системы мониторинга:

- вероятность того, что выделенный вычислительный ресурс окажется на одном континенте с клиентом составляет $1/5$;
- вероятность нахождения ресурса в одной стране с клиентом – $1/150$;
- вероятность нахождения ресурса в одном городе с клиентом – $1/450$;

- вероятность нахождения ресурса в одном институте – $1/4500$;
- вероятность нахождения ресурса в одной лаборатории – $1/22500$.

Исходя из расчетов видно, что централизованная система в основном будет выделять ресурса на отличном от клиента континенте, и вероятность выделения ресурса даже в одном и том же городе очень низка.

Среднее время на передачу задания и его результата = $100 * 8 / (4/5 * 1$ (в случае нахождения на разных континентах) + $29/150 * 5$ (в разных странах) + $2/450 * 30$ (в разных городах) + $9/4500 * 50$ (в разных институтах) + $4/22500 * 100$ (в разных лабораториях) + $1/22500 * 1000$ (в одной лаборатории)) = $800 / (0.8 + 0.96 + 0.13 + 0.1 + 0.02 + 0.04) = 390 \text{ сек}$.

Рассмотрим несколько вариантов GRID систем для расчета времени на поиск ресурса и времени на передачу задания и результата:

1. GRID, в котором требуемый ресурс равномерно распределён по земному шару в количестве 5000 экземпляров, то есть по 1000 на каждом континенте, по 33 в каждой стране, 10 в каждом городе и по 1 в каждом институте. То есть в среднем требуемый ресурс будет найден в одном и том же исследовательском институте, что и клиент;

2. искомым ресурсов – 500 экземпляров и один из них находится в одном и том же городе, что и клиент;

3. искомым ресурсов – 50 экземпляров и один из них находится в одной и той же стране, что и клиент;

4. искомым ресурсов – 5 экземпляров и один из них находится на одном и том же континенте, что и клиент.

Рассчитаем время на поиск ресурса и время на передачу задания и результата для каждого рассмотренного варианта:

1. Время на поиск ресурса = $50 \text{ Кб} / 100 \text{ Мбит/с}$ (доставка описания на сервер мониторинга в институте) + 1 сек (локальный поиск) = $0.004 + 1 = 1 \text{ с}$

Время на передачу задания и его результата = $100 \text{ Мб} / 100 \text{ Мбит/с} = 8 \text{ сек}$

2. Время на поиск ресурса = $50 \text{ Кб} / 100 \text{ Мбит/с}$ (доставка описания на сервер мониторинга в институте) + 1 сек (локальный поиск) + $50 \text{ Кб} / 50 \text{ Мбит/с} + 1 \text{ сек}$ (локальный поиск) = $0.004 + 1 + 0.007 + 1 = 2.01 \text{ сек}$

Время на передачу задания и его результата
 $= 100 \text{ Мб} / 50 \text{ Мбит/с} = 16 \text{ сек}$

3. Время на поиск ресурса $= 50 \text{ Кб} / 100 \text{ Мбит/с}$ (доставка описания на сервер мониторинга в институте) + 1 сек (локальный поиск) + $50 \text{ Кб} / 50 \text{ Мбит/с} + 1 \text{ сек}$ (локальный поиск) + $50 \text{ Кб} / 30 \text{ Мбит/с} + 1 \text{ сек}$ (локальный поиск) = $0.004 + 1 + 0.007 + 1 + 0.013 + 1 = 3.01 \text{ сек}$

Время на передачу задания и его результата
 $= 100 \text{ Мб} / 30 \text{ Мбит/с} = 27 \text{ сек}$

4. Время на поиск ресурса $= 50 \text{ Кб} / 100 \text{ Мбит/с}$ (доставка описания на сервер мониторинга в институте) + 1 сек (локальный поиск) + $50 \text{ Кб} / 50 \text{ Мбит/с} + 1 \text{ сек}$ (локальный поиск) + $50 \text{ Кб} / 30 \text{ Мбит/с} + 1 \text{ сек}$ (локальный поиск) + $50 \text{ Кб} / 5 \text{ Мбит/с} + 1 \text{ сек}$ (локальный поиск) = $0.004 + 1 + 0.007 + 1 + 0.013 + 1 + 0.08 + 1 = 4.1 \text{ сек}$.

Время на передачу задания и его результата
 $= 100 \text{ Мб} / 5 \text{ Мбит/с} = 160 \text{ сек}$

Представим полученные результаты таблично и графически:

Таблица 1. Затраты на поиск ресурса и передачу задания и результата в иерархической системе

Количество требуемых ресурсов в системе	5000	500	50	5
Время на поиск ресурса	1	2.01	3.01	4.1
Время на передачу задания и результата	8	16	27	160

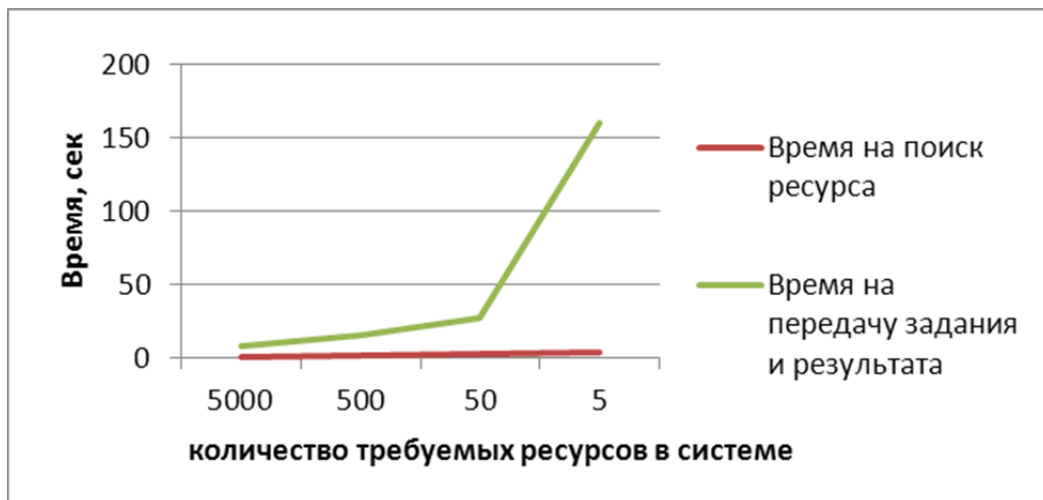


Рис. 3. Затраты на поиск ресурса и передачу задания и результата в иерархической системе

Выводы

Иерархическая система мониторинга ресурсов показывает лучшие результаты, чем централизованная практически на всех размерностях GRID системы.

С уменьшением размерности GRID системы, эффективность использования иерархической системы снижается, и затраты на передачу задания и его результата приближаются к параметрам централизованной системы. Поэтому использование иерархической системы мониторинга целесообразно только в тех GRID системах, где с большой вероятностью требуемый ресурс сможет быть найден в пределах одного города, где находится клиент.

Время на поиск ресурса в иерархической системе мониторинга увеличивается с умень-

шением количества ресурсов, которые подключены к GRID системе, что является недостатком такой системы. Время на поиск ресурса в централизованной системе остаётся практически константным и сводится, по сути, к выборке из базы данных.

В связи с тем, что в централизованной системе мониторинга опросом и хранением данных о ресурсах занимается одна вычислительная машина, производительность её необходимо увеличивать с увеличением количества ресурсов, подключенных к GRID системе. В противном случае такой мониторинг не сможет эффективно обслуживать клиентов, а будет практически все своё время

заниматься сбором и обновлением информации о ресурсах, которые он обслуживает.

Список литературы

1. Распределенные вычисления, GRID-технологии или кластеры? [электронный ресурс]: Черняк Л.: Журнал «Открытые системы». – 2004 – вып. 4. – Режим доступа до журналу: <http://www.osp.ru/cw/2004/72923/> - Назва с экрану.
2. Платформа для коммерческих GRID [электронный ресурс]: Ривкин М. Журнал «Открытые системы», 2004 вып. 12. – Режим доступа до журналу: <http://www.osp.ru/os/2003/12/183700/> - Назва с экрану.
3. Эксперименты с фрагментами сетей GRID [электронный ресурс]: Шевель А., Корхов В., Журнал «Открытые системы», 2001 вып. 5-6. – Режим доступа до журналу: <http://www.osp.ru/cw/2001/05-06/034/http://www.osp.ru/cw/2004/12/01/> – Назва с экрану.
4. Главные вехи в истории метавычислений [электронный ресурс]: Климов А. , Журнал «Компьютерра», 2001 вып. 25. – Режим доступа до журналу: <http://www.computerra.ru/offline/2001/402/10913> - Назва с экрану.
5. Вычислительная инфраструктура будущего [электронный ресурс]: Корягин Д.А., Коваленко В.Н. / ИПМ им. М.В.Келдыша РАН. – Режим доступа: <http://citforum.ru/hardware/articles/futurvich.shtml> – Назва с экрану.
6. Управление заданиями в распределенной вычислительной среде [электронный ресурс]: Коваленко В., Коваленко Е., Корягин Д., Любимский Э., Хухлаев Е.// Журнал «Открытые системы», 2001 вып. 5-6 – Режим доступа до журналу: <http://www.osp.ru/os/2001/05-06/180168/> – Назва с экрану.
7. Internet как среда для вычислений [электронный ресурс] /Москалюк А // Журнал «Компьютерное Обозрение», 2002 вып. 21. – Режим доступа до журналу: http://ko.com.ua/internet_kak_sreda_dlya_vychislenij_10012 – Назва с экрану.