

СИСТЕМА ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ В СИСТЕМЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ GRID СИСТЕМ

В статье предложены количественные, нормированные оценки характеристик показателей Grid систем, влияющих на распределение задач по ресурсам при динамическом планировании. Предложен интегральный коэффициент степени претендования заявки на ресурс.

Quantitative normalized estimates of Grid systems characteristics that have an influence on tasks assignment in dynamic scheduling are proposed in this article. The integral coefficient of degree of requests preference is proposed.

Введение

Распределенные вычисления на основе Grid технологий в настоящее время активно развиваются [1-4,7,8]. Получили развитие глобальные Grid системы. Получение актуальных данных о параметрах Grid-системы, выделении и назначении, наиболее подходящих узлов для вычислительных задач, является задачей, решение которой позволит увеличить эффективность работы всей вычислительной системы и повысить пропускную способность системы.[6,8] Особенно это актуально, если вычислительная система гетерогенна.

Для вычисления коэффициентов предпочтения (претендования) каждого узла *Grid системы* для каждой пользовательской задачи (заявки) необходимо решить проблему **нормализации (нормирование)** всех параметров узлов *Grid системы*, которые фиксируются системой мониторинга. Для определения степени предпочтения для назначения заявки на ресурс можно предложить следующее выражение [9] :

$$K = \max\left(\prod_{x=1}^M R_x \times \sum_{y=1}^N R_y\right) \quad (1)$$

Где,

R_x – степень выполнения обязательного требования

R_y – степень выполнения оптимизирующего требования

M – количество обязательных требований

N – количество оптимизирующих требований

K – коэффициент предпочтения i -го узла для размещения j -ой задачи

Степень выполнения и оценка обязательных требований не вызывает особых трудностей, так как невыполнение хотя бы одного из них приводит к тому что коэффициент предпочтения к данному узлу будет равен нулю и

этот узел исключается из дальнейшего рассмотрения. С оптимизирующими параметрами дело обстоит сложнее, так как необходимо из количественных и качественных параметров узла и системы коммуникации *Grid системы* получить их количественные значения нормализованные в пределах отрезка (0; 1].

При определении степени претендования, также следует учитывать, что некоторые требования, с точки зрения пользователя вычислительных ресурсов, могут быть более предпочтительные, нежели другие. В таком случае, формула (1) примет вид (2), где учтены весовые коэффициенты каждой из метрик [9]:

$$K = \prod_{x=1}^M R_x \times \sum_{y=1}^N (K_y \times R_y) \quad (2)$$

Где,

K_y – весовой коэффициент оптимизирующего требования y .

Сумма весовых коэффициентов оптимизирующих требований должна равняться единице:

$$\sum_{y=1}^N K_y = 1$$

Весовые коэффициенты каждого из оптимизирующих требований определяет потребитель вычислительных ресурсов *Grid системы*, исходя из характера вычислительной задачи, ее размерности, топологических требований, временной сложности, потребления памяти, стоимости и т. д. Для оценки весовых коэффициентов метрик составляющих ресурсов *Grid системы* может быть применен метод экспертных оценок.

Нормализацию параметров Grid-системы (далее «метрик») будем сводить к тому, что результатом данных действий будут значения метрики в пределах от (0; 1]. Это позволит удобно использовать данные для вычисления коэффициента предпочтения по формуле (2).

Для того, что бы нормализация метрик ресурсов *Grid системы* имела практическое применение, и ее можно было использовать в системах мониторинга ресурсов и решении задачи распределения заданий по вычислительным узлам, классифицируем эти метрики по свойствам:

1. Классификация метрик узлов Грид-систем по их временным характеристикам изменения параметров

Данная классификация позволяет выделить среди множества параметров узла *Grid системы* те, которые изменяются реже других. Это позволит построить систему мониторинга и выбора наиболее подходящего узла *Grid системы*, по иерархической схеме. Наиболее редко изменяемые параметры будут храниться в базах данных соответствующего уровня системы мониторинга, что позволит существенно сузить область поиска наиболее подходящих узлов, убирая те узлы, которые заведомо не будут удовлетворять обязательным требованиям.

Таким образом, можно разделить все метрики на следующие классы по их временным характеристикам изменения параметров:

А) Постоянные, изменяются очень редко (состав программного обеспечения, количество процессоров, Объем ОЗУ...)

Б) Постоянно-Переменные, изменяются относительно чаще постоянных, или имеют постоянную тенденцию к изменению (Топология (S,D,T), коэффициент_готовности, коэффициент_успешности, коэффициент_простоя)

В) Переменные, изменяются постоянно, изменяются во время выполнения задания (загруженность вычислительных ресурсов, каналов связи...)

2. Классификация метрик узлов Грид-системы по их принадлежности

Эта классификация предусматривает рассмотрение параметров узлов *Grid системы* в контексте принадлежности этих параметров непосредственно узлу или среде передачи данных (каналов доступа к нему).

Такая классификация позволит оптимизировать поиск наиболее подходящего узла для решения поставленной задачи. Эта классификация очень важна в контексте того, что не всегда коэффициент предпочтения, вычисленный для конкретного узла может быть предпочтителен для размещения в нем задания, если учитывать характеристики доступа к

нему. Рассмотрим случай, когда мощный кластер с большим количеством процессоров находится на большом отдалении от клиента и потери от доступа к нему превысят преимущества характеристик самого узла. Тогда коэффициент предпочтения для данного узла может быть существенно занижен в силу того, что метрики каналов доступа, цены и их загруженности могут получить низкую степень предпочтения. От части этот вопрос может быть решен увеличением весового коэффициента данного оптимизирующего требования и введением интегрального показателя предпочтения данного узла для размещения в нем заявок. Для более полной и понятной нормализации метрик необходимо так же провести и такую классификацию.

Проведя исследования множества параметров узлов, можем их разделить по таким двум классам.

А) Непосредственные метрики узла Грид-системы (вычислительные ресурсы, объемы памяти...)

Б) Косвенные метрики каналов доступа к узлу (скорость каналов связи, загруженность каналов...)

Таким образом, получив классифицированные метрики грид-системы, можем перейти к нормализации ее параметров, причем подходы к нормализации будут зависеть от типа параметра, его классификации по данным свойствам.

Цель нормализация метрик узлов *Grid системы* – введение количественных значений (соотношений) качественных параметров узлов системы. Это позволит производить вычисление коэффициента по формуле (1 или 2), вводит формализованные определения параметров для их количественной оценки в задаче выбора наиболее подходящего узла.

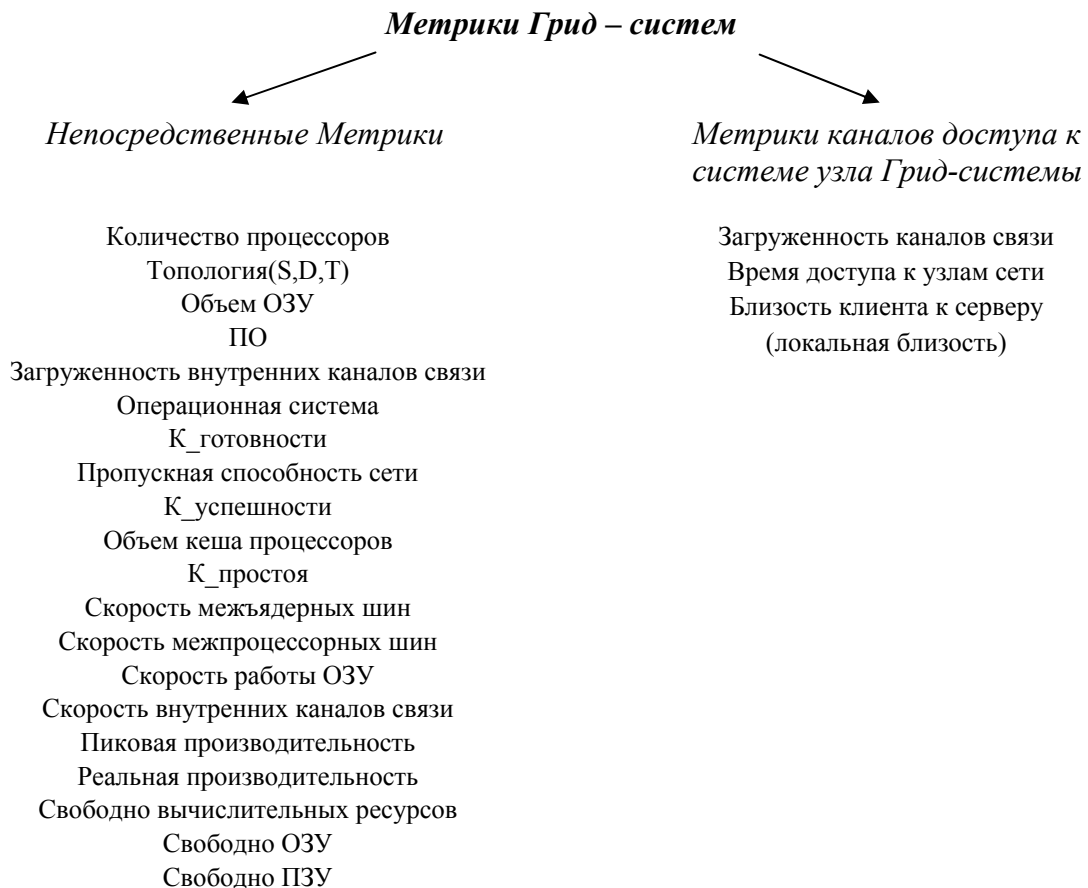
Такой подход к определению количественных параметров узлов грид-систем позволит путем анализа сущности каждого отдельного параметра выработать стратегию его нормирования в пределах отрезка (0; 1].

Отнормированные параметры узлов грид-системы и коэффициенты значимости каждого из них можем использовать для вычисления коэффициента предпочтения по формуле (1 или 2). При анализе вычислительной задачи и требований к вычислительным ресурсам для нее, пользователь может варьируя весовыми коэффициентами определить параметры которые могут больше других повлиять на выбор вычислительного узла.

Классификация метрик узлов Грид-систем по их временным характеристикам



Классификация метрик узлов Грид-системы по Принадлежности



Основные параметры

Топология – получить коэффициент соответствия топологии системы размерности и характеру задачи (по показателям S,D,T).

ОС и ПО – возможно ли выполнение задачи на данной ОС и с данным ПО.

Тип узла – возможны дополнительные требования к типу вычислительного узла системы (например, предпочтение отдается не отдельным ПК а кластерным системам)

К_готовности – отношение времени, когда система могла принимать задачи и времени когда не могла, берется усредненный параметр за определенный период времени.

К_успешности – отношение успешно выполненных задач к неуспешно выполненным (например, при отказе элементов узла или передаче вычислительных ресурсов более приоритетным задачам, к примеру, коммерческим).

К_простоя – отношение времени простоя системы к времени работы.

Нормализация метрик Грид-систем

Количественные показатели (чем больше, тем лучше) – нормализацию производим по линейной шкале. За минимальное значение примем отношение минимального значения параметра к максимальному в системе. За максимальное значение примем единицу 1. Разделим все значения в системе на максимальное – получим нормализованные значения.

$$K_i = \frac{V_i}{V_{\max}}$$

Где,

K_i – очередное нормализованное значение метрики

V_{\max} – максимальное значение метрики.

V_i - очередное значение метрики.

Такую стратегию используем **для таких параметров**: количество процессоров, объем ОЗУ, пропускная способность сети, объем кеша процессоров, скорость межъядерных шин, скорость межпроцессорных шин, скорость работы ОЗУ, скорость внутренних каналов связи, пиковая производительность, реальная производительность, К_готовности, К_успешности, К_простоя, свободно вычислительных ресурсов, свободно ОЗУ, свободно ПЗУ.

Количественные показатели (чем меньше, тем лучше) – нормализацию производим по линейной шкале. Так как значение таких параметров должно подчиняться правилу «чем меньше, тем лучше», коэффициент требуется преобразовать по формуле:

$$K_2 = \frac{1}{K_1}$$

Для того, что бы получить значения нормализованные в интервале (0, 1] продолжим нормализацию. Разделим все коэффициенты на наибольший из полученных при предыдущем преобразовании.

$$K_2 = \frac{K_i}{K_{\max}}$$

Такую стратегию используем **для таких параметров**: Загруженность каналов связи, Загруженность внутренних каналов связи.

ОС и ПО – нормализация этих параметров системы сводим к такому – подходит данное ПО и ОС для решения задачи или нет. В этом случае параметр будет принимать значение либо 1 либо 0. Иными словами, это обязательный параметр, невыполнение которого делает узел неподходящим для данной задачи.

Тип узла – данную метрику будем считать как обязательную для выполнения. Тип узла имеет большое значение при учете требуемой размерности задачи. Ведь действительно, сложная задача которая имеет большую размерность и большие требования по памяти успешнее выполняться в вычислительном кластере, нежели на персональных ПК компьютерного класса, лаборатории или офиса. Так же, можем решить вопросы быстрого обслуживания коротких задач, их быстрого вывода из системы (стратегия short job first). Это позволит не тратить вычислительные ресурсы мало подходящих для большинства задач с большими требованиями по размерности на слабых (персональных) вычислительных машинах.

Оценка коэффициента соответствия топологии системы и задачи

Часто, от топологии вычислительной системы зависит то, насколько эффективно может быть выполнена вычислительная задача. Это объясняется тем, что разные задачи требуют разного подхода к организации их параллельного выполнения. Конечно же, полно-

связная топология может быть подходящей в любом случае, но организация вычислительной системы с такой топологией является очень дорогой и, часто, не целесообразной при возрастании размерности системы. Поэтому, часто топологии являют собой некий компромисс, совмещая особенности нескольких топологий – это и есть основной идеей оптимизации параметра $S \cdot D$ топологии (S – степень узла, D – диаметр системы).

Для того, что бы получить оптимизирующий коэффициент для топологии системы, можем ввести такие утверждения:

1. Чем больше параметр S системы, тем больше вероятность того, что путь между i -м и j -м элементом будет иметь наименьшее количество промежуточных узлов (попросту говоря, будем иметь наименьшее количество пересылок).

2. Чем меньше параметр D системы, тем, вероятно, меньшим будет путь между i -м и j -м узлами.

Таким образом, задача нормализации и получения количественного значения данной метрики состоит в оценке параметров S и D системы.

Тогда параметр системы S будем нормализовать по, ранее описанному подходу «чем больше, тем лучше», а параметр D – по подходу «чем меньше, тем лучше».

Выводы

В данной работе были рассмотрены и изучены основные параметры узлов Грид-систем. Была проведена классификация узлов по различным их свойствам, таким, как временные характеристики параметров, принадлежность параметров.

Классификации множества параметров узлов Грид-систем, позволила выработать принципы и подходы для нормализации параметров уз-

лов Грид-систем и получить метрики, которые можно использовать для вычисления коэффициентов предпочтения по формуле (1) или, получив весовые коэффициенты каждой из метрик, по формуле (2).

Данные исследования формируют основные требования и предпосылки для построения системы сбора, анализа и фильтрации параметров узлов Грид-системы, с целью определения наиболее подходящего узла, решения на нем пользовательской вычислительной задачи.

Фильтрация позволяет значительно сузить область поиска наиболее предпочтительного узла, отфильтровав те, которые заведомо не подходят – не обладают обязательными свойствами. Это позволит значительно уменьшить количество информации, которую программ-планировщику придется обработать для того, что бы, определив коэффициенты предпочтения, выдать наиболее подходящий для решения данной задачи ресурс.

Сбор данных можно организовать по децентрализованной схеме. Построив иерархическую древовидную структуру из промежуточных серверов, которые будут хранить постоянные и постоянно-переменные обобщенные данные об узлах которые находятся ниже них в иерархии. При изменении какого-то из своих параметров, узел передает сообщение об изменениях выше по иерархии. Таким образом, можно решить проблему хранения и поддержания в актуальном состоянии данных об узлах Грид-систем.

Все эти действия направлены на решение одной проблемы – формирования для программы-планировщика данных наиболее эффективным способом, поддержание их в актуальном состоянии, в этом случае, можно будет спланировать задачи по вычислительным ресурсам, наиболее эффективно их используя.

Литература

1. Ian Foster, The anatomy of the GRID/Ian Foster Carl Kesselman, Steven Tuecke, International Journal of High Performance Computing Applications.- 2001- №15(3). – С.200-222.
2. 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 екрану.

3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Симонеко В.П. Теоретические основы проектирования динамических пространственных планировщиков неоднородных GRID систем / Симонеко В.П. – Киев: Ж. Электронное моделирование 2011 Т. 33. № 5. С. 57-64