УДК 681.324

СИМОНЕНКО А.В.,
ЩЕРБИНА О.В.

СИСТЕМА ПАРАМЕТРИЧНОЇ ОЦІНКИ РЕСУРСІВ В ГЛОБАЛЬНИХ GRID СИСТЕМАХ

В статті наведено покращення DWMM алгоритму для можливості встановлення оптимізуючих параметрів у вигляді допустимих діапазонів. Вводиться коефіцієнт δ[-1,1] для кожного оптимізуючого параметра задачі. Алгоритм дозволяє гнучкіше розподіляти задачі по ресурсах, за рахунок того, що задача може пожертвувати у допустимих межах оптимізуючими параметрами. Ефективність алгоритму зростає зі збільшенням числа заявок.

The article gives improved DWMM algorithm for optimizing the parameters of the job opportunities in the form of the allowable range. Introduced coefficient δ [-1,1] for each optimizes task. The algorithm allows for more flexibility to allocate tasks to resources, due to the fact that the problem can donate to optimize the allowable limits. Efficiency of the algorithm increases with the number of customers in the system.

Введение

GRID – распределённая система, которая обеспечивает динамически общий доступ, подбор и агрегацию территориально распределённых ресурсов в зависимости от их доступности, производительности и необходимости. Распределённые вычисления позволяют совместно использовать распределённые ресурсы и обеспечивают наиболее подходящие платформы для эффективного выполнения задач.

GRID является средой коллективного компьютинга, в которой каждый ресурс имеет владельца или поставщика ресурсов, а доступ к ресурсам открыт некоторому множеству пользователей или потребителей ресурсов в разделяемом по времени и по пространству режиме. Владельцы и пользователи, действующие на основании определённых правил предоставления/потребления ресурсов – политики использования ресурсов, образуют виртуальную организацию GRID. Отметим, что члены виртуальной организации могут совмещать роли владельца и потребителя. Виртуальная организация может образовываться динамически и иметь ограниченное время существования. [1]

Для эффективного распределения задач по ресурсам используется служба диспетчеризации. Её задача заключается в автоматической обработке входного потока заданий и распределение заданий по доступным ресурсам.

Описание алгоритма формирования матрицы выбора

Ввиду того, что распределённая система неоднородна, ресурсы и задачи имеют множество параметров такие как объём памяти(M), стоимость(C), характеристики процессора(P) и т.д. Эти параметры можно объединить и сформировать вектор требований заявки к ресурсу Q={M,C,P…} Параметры задачи можно разделить на 2 типа: обязательные – параметры, удовлетворение которых в полной мере обязательно и изменение их диапазона невозможно, например, объём памяти и оптимизирующие – параметры, которые влияют на решение задачи менее существенно и которые можно менять, например, цена. Задача планирования – максимально эффективно распределить все задачи по ресурсам, чтобы максимально удовлетворить требования пользователей.[3]

Возникают ситуации, когда пользователь готов пожертвовать одним параметром в установленных пределах, для получения выигрыша по другим параметрам.

Примем следующие обозначения: n- количество задач, m- количество ресурсов, $T=\{t_1,t_2,\dots,t_n\}$ – множество задач, $R=\{r_1,r_2,\dots,r_n\}$ множество ресурсов. Каждая задача и ресурс имеют множество параметров $Y=\{y_1,y_2,\dots,y_n\}$ – обязательные параметры и $Q=\{q_1,q_2,..,q_k\}$ – оптимизирующие, поскольку каждый параметр имеет свою размерность, нужно провести нормировку.

$$S_{i,k} = \frac{q_{i,k} - q_k^{\min}}{q_k^{\max} - q_k^{\min}} \quad (1)$$

$q_{i,k}$ – k-ый оптимизирующий параметр i-ой задачи в векторе Q_i оптимизирующих параметров i-й задачи.

$q_k^{\min}$ – минимальное значение k-го параметра у всех задач.

$q_k^{\max}$ – максимальное значение k-го параметра у всех задач [2]

$\delta_{i,k}$ – граница в пределах которой можно изменять k-ый оптимизирующий параметр i-ой задачи. Если $\delta_{i,k}>0$ – изменение в сторону увеличения, если $\delta_{i,k}<0$ – изменение в сторону уменьшения.

ε_i – минимальная граница ради которой пользователь, готов жертвовать параметрами, для i-ой задачи.

Определение степени претендования задачи на ресурс

Для определения степени претендования задачи на ресурс используем термин - расстояния между задачей и ресурсом.

Степень претендования задачи на ресурс тем больше, чем меньше расстояние задачи и ресурса.

Если хотя бы один обязательный параметр задач и ресурса не совпадают, то расстояние равно бесконечности – ресурс для задачи не подходит. Если же все обязательные параметры подходят, то расстояние между задачей и ресурсом рассчитывается по формуле:

$$d_{t,r} = \frac{\sum_{k=1}^{q} (S_{t,k} - S_{r,k})^2}{q} \quad (2)$$

q – количество оптимизирующих параметров задачи

$S_{t,k}$ – нормированное значение t-ой задачи, k-го оптимизирующего параметра.

$S_{r,k}$ – нормированное значение r-ого ресурса, k-го оптимизирующего параметра.

Использование диапазонов допустимых изменений оптимизирующих параметров

$\delta = \{ \delta_1, \delta_2, \ldots \delta_n \}$ – вектор коэффициентов, которые определяют в каких пределах может изменятся оптимизирующий параметр.

$\delta = [-1,1]$ – если $\delta<0$ изменение параметра в сторону уменьшения, δ> изменение параметра в сторону увеличения.

$$S^*_{t,k} = S_{t,k}(1+\delta_k) (3)$$

$S^*_{t,k}$ – изменение k-оптимизирующего параметра t-ой задачи в пределах допустимых пользователем.

Необходимо определить уменьшится ли расстояние между задачей и ресурсом в случае изменения оптимизирующего параметра, тоесть увеличится ли степень претендования задачи на ресурс.

$$(S_{t,k} - S_{r,k})^2 > (S^*_{t,k} - S_{r,k})^2$$
$$(S_{t,k} - S_{r,k})^2 > (S_{t,k}(1+\delta_k) - S_{r,k})^2$$
$$S_{t,k}{}^2 - 2S_{t,k}S_{r,k} + S_{r,k}{}^2 > S_{t,k}{}^2(1+\delta_k)^2 - 2S_{t,k}S_{r,k}(1+\delta_k) + S_{r,k}{}^2$$
$$S_{t,k}{}^2 - 2S_{t,k}S_{r,k} > S_{t,k}{}^2 + 2\delta_k S_{t,k}{}^2 + \delta^2{}_k S_{t,k}{}^2 - 2S_{t,k}S_{r,k} - 2S_{t,k}S_{r,k}\delta_k$$
$$2\delta_k S_{t,k}{}^2 + \delta^2{}_k S_{t,k}{}^2 - 2S_{t,k}S_{r,k}\delta_k < 0$$
$$2\delta S_{t,k} + \delta^2{}_k S_{t,k} < 2S_{r,k}\delta_k$$
$$\delta S_{t,k}(1+\frac{\partial}{2}) < S_{r,k}\delta_k$$

При δ>0 получаем: $S_{t,k}(1+\frac{\delta_k}{2}) < S_{r,k}$ (4)

При δ<0 получаем: $S_{t,k}(1+\frac{\delta_k}{2}) > S_{r,k}$ (5)

Если выполняются условия указанные выше, то степень претендования увеличивается и потому необходимо изменить $S_{t,k}$:

$$S^{*'}_{t,k} = S_{t,k}(1+\delta_k) \qquad (6)$$

Расстояние с учетом поправок:

$$d^*_{t,k} = \frac{\sum_{k=1}^{q} (S^*_{t,k} - S_{r,k})^2}{q} \quad (6)$$

Теперь степень претендования заявки на ресурс можно определить как:

$$C_{t,r} = \frac{\sum_{m=1}^{n} (P_{t,m} - P_{r,m})^2 + \sum_{k=1}^{q} (S^*_{t,k} - S_{r,k})^2}{n+q} \quad (7)$$

Но, если не удовлетворен хотя бы один обязательный параметр, степень претендования равна бесконечности.

Из расстояний между ресурсами и задачами формируется матрица выбора. Если значение элемента матрицы бесконечность, это значит, что ресурс для задачи не подходит. Матрица выбора показывает степень претендования задачи на ресурс, чем меньше значение элемента матрицы, тем больше подходит ресурс задаче. После чего решается задача о назначении задач на ресурс с учётом минимизации расстояний между задачами и ресурсами с помощью Венгерского алгоритма.

Пример формирования матрицы выбора

Входные данные

Задачи: Т1–обязательный параметр объем свободного места на жестком диске -1 Гб. Оптимизирующие параметры: объем оперативной памяти 2Гб, допустимо изменение в сторону уменьшения на 20%, цена 10$, допустимо изменение в сторону увеличения на 20%, при уменьшении расстояния на 20%.

Т2 – объем свободного места на жестком диске -2 Гб, объем оперативной памяти 4Гб, допустимо изменение в сторону уменьшения на 10%, цена 20$, допустимо изменение в сторону увеличения на 10%, при уменьшении расстояния на 20%.

Ресурсы: R1 – объем свободного места на жестком диске 1.5 Гб, объем оперативной памяти 1.5 Гб, цена 14$.

R2 – объем свободного места на жестком диске 2.5 Гб, объем оперативной памяти 4 Гб, цена 14$.

R3 – объем свободного места на жестком диске 4 Гб, объем оперативной памяти 2 Гб, цена 12$.

Табл.1 Характеристики задач и ресурсов

	Объем свободного места на жестком диске	Объем оперативной памяти	Цена
Т1	1	2	10
Т2	2	4	20
R1	1.5	1.5	14
R2	2.5	4	14
R3	4	2	12

Составляем таблицу характеристик задач и ресурсов (таблица1).

Проводим нормирование:

$y_{1,min}=1$; $q_{1,min}=1.5$; $q_{2,min}=10$; $y_{1,max}=4$; $q_{1,max}=4$; $q_{2,max}=20$;

$$P_{1,1}=\frac{1-1}{4-1}=0$$

$$S_{1,1}=\frac{2-1.5}{4-1.5}=0.2$$

$$S_{1,2}=\frac{10-10}{20-11}=0$$

Аналогично для всех строк таблицы

Табл. 2 Нормированные характеристики задач и ресурсов

	Объем свободного места на жестком диске	Объем оперативной памяти	Цена
Т1	0	0.2	0
Т2	0.33	1	1
R1	0.17	0	0.4
R2	0.5	1	0.4
R3	1	0.2	0.2

Получаем нормированную таблицу (таблица 2).

Рассчитываем расстояния между задачами и ресурсами

Степень претендования задачи Т2 на ресурс R1 ∞, поскольку не удовлетворяется обязательный параметр, потому рассчитывать расстояние не нужно.

$$d_{1,1}=\frac{(0-0.2)^2+(0.4-0)^2}{2}=0.1$$

Табл. 3 Расстояния между задачами и р есурсами

	R1	R2	R3
Т1	0.1	0.4	0.02
Т2	∞	0.18	0.64

В таблице 3 представлены расстояния между задачами и ресурсами.

Находим характеристики задач с учетом диапазонов изменений

$S_{1,1}=0.2(1-0.2)=0.16$

$S_{1,2}=0(1+0.2)=0$

Табл.4 Измененные характеристики задач

	Объем оперативной памяти	Цена
Т1	0.16	0
Т2	0.9	1.1

В таблице 4 представлены измененные характеристики задач.

Находим расстояния между ресурсами и задачами, используя измененные характеристики задач.

Табл. 5 Измененные расстояния между задачами и ресурсами

	R1	R2	R3
Т1	0.092	0.4	0.02
Т2	∞	0.18	0.565

В таблице 5 представлены измененные значения расстояний между задачами и ресурсами с учетом допустимых пользователем диапазонов.

Рассчитываем степень претендованияза-дачь на ресурсы.

Табл. 6 Степень претендования задач на ресурсы с учетом диапазонов изменений

	R1	R2	R3
T1	0.060	0.325	0.51
T2	∞	0.1039	0.50

В таблице 6 представлены степени претендования задач на ресурсы.

Для сравнения рассчитываем степень претендования без использования изменений характеристик задач.

Табл. 7 Степень претендования задач на ресурсы без учета диапазонов изменений

	R1	R2	R3
T1	0.064	0.325	0.51
T2	∞	0.1039	0.54

В таблице 7 представлены степени претендования задач на ресурсы без учета диапазонов.

Как видно из сравнения таблиц, степень претендования задачи T1 на ресурс R1 и задачи T2 на ресурс R3 изменились, тем самым увеличивается гибкость распределения в условиях большого количества задач и ресурсов.

Выводы

Задача планирования в GRID системах имеет множество решений. Выше предложен гибкий алгоритм, который учитывает множество параметров задачи и позволяет пользователю задавать допустимые границы для каждого параметра. Алгоритм сводит множество параметров к одному с учётом весов параметров и позволяет минимизировать расстояние между задачей и ресурсом за счёт выбора оптимального значения параметра из диапазона заданного пользователем. Это увеличивает шансы задачи на получение более подходящего ресурса.

Литература

1. Improved MACO approach forgrid scheduling. International Conference on Industrial and Intelligent In formation, Singapore March 17-18, 2012 ParisaRahmani: Mehdi Dadbakhshand Soulmaz Gheisari: – C. 135-142,.
2. Kunfang Song, A Flexible Grid Task Scheduling Algorithm Based on QoS Similarity/ Kunfang Song ,Shufen RUAN, Minghua JIANG/ Journal of Convergence Information Technology: September 2010 – C. 161-166, .
3. Симоненко А.В.: Элементы теории повышения эффективности решения задачи динамического планирования в GRID системах / Вісник НТУУ “КПІ”. Серія Інформатика, управління та обчислювальна техніка. -2010. Выпуск 53, С. 48-53,