

ИНФОРМАТИКА

УДК 681.3

Особенности моделирования вычислительного процесса в ЛВС при изменении рабочей нагрузки

О.В.Быченко

1. Проблемы анализа результатов исследования вычислительного процесса в ЛВС

Анализу динамики обслуживания запросов пользователей на обработку информации в узлах ЛВС при ограниченных ресурсах посвящено много работ [1]. Однако у исследователей возникают две группы проблем, связанных с принятием проектных решений. Во-первых, рабочая нагрузка (РН) на ЛВС не является строго постоянной и установившейся. Поэтому отклики, фиксируемые в ходе управляемого натурального эксперимента (УНЭ), недостаточно полно отображают результаты исследований ВП в ЛВС. Во-вторых, сами отклики УНЭ являются векторными величинами, у которых компоненты имеют различную размерность и физический смысл. При этом исследователь стремится принимать такое решение, когда одну часть компонентов вектора необходимо выбирать при максимальных значениях, а другую часть компонентов вектора необходимо минимизировать. Как видим, при исследованиях ВП существуют две проблемы: векторной оптимизации при разнородном составе откликов и принятия решений в условиях неопределенности поведения РН на узлах ЛВС и риска выбора неоптимальной стратегии обслуживания запросов пользователей в ЛВС. В данной работе предлагается один из подходов решения указанных проблем при проектном моделировании ЛВС.

2. Принципы векторной оптимизации вариантов организации ВП в узлах ЛВС

Согласно концептуальной модели ВП и РН на ЛВС [2] результаты натурального и имитационного экспериментов при исследовании ЛВС h -го уровня детализации оцениваются двумя типами векторов откликов: Y_{1hk} и Y_{2hk} . Компонентами вектора Y_{1hk} являются коэффициенты использования основного оборудования l -го узла CPU (η_{CPUlhk}) и HDD (η_{HDDlhk}). С точки зрения администрации, оптимальным вариантом организации ВП на ЛВС h -го УД является (k_1) , который обеспечивает максимальное значение компонентов вектора откликов $Y_{1hk} = \{\eta_{CPUlhk}, \eta_{HDDlhk}\}$. Интересы пользователей ЛВС оцениваются вектором откликов Y_{2hk} , компонентами которого являются времена обслуживания ВП запросов пользователей i -го типа l -м узлом ЛВС ($T_{жиlhk}$). С точки зрения пользователей, оптимальным вариантом организации обслуживания ВП в ЛВС их запросов является (k_2) , который обеспечивает минимальное значение компонентов вектора откликов $Y_{2hk} = \{T_{жиlhk}\}$. Таким образом, перед исследователем ЛВС встает типовая проблема векторной оптимизации при выборе оптимального варианта в условиях наличия противоречивых критериев эффективности функционирования ЛВС. Дополнительной трудностью в оценке качества вариантов организации ВП и РН на ЛВС является то, что компоненты векторов Y_{1hk} и Y_{2hk} имеют различную размерность и область их определения. Это приводит к необходимости приведения компонент Y_{1hk} и Y_{2hk} к одному мас-

штабу изменения и области их определения, что лучше обеспечивается при представлении их в виде относительных величин, определенных на интервале $[0, 1]$. Во-вторых, векторный характер откликов Y_{1hk} и Y_{2hk} приводит к решению проблемы сравнения этих векторов друг с другом при выборе оптимального варианта параметров ВП и РН на ЛВС h -го УД. Для решения перечисленных проблем векторной оптимизации вариантов организации ВП в ЛВС h -го УД предложена следующая процедура "свертки" к обобщенному показателю W_{hk} значений компонент векторов Y_{1hk} и Y_{2hk} . Отметим, что компоненты вектора Y_{1hk} уже удовлетворяют поставленным условиям (они требуют максимизации и при этом являются безразмерными величинами на интервале $[0, 1]$). Поэтому модифицируются только компоненты вектора Y_{2hk} следующим образом. Вначале определяются их обратные значения: $Y_{2hkl}^* = 1/T_{жилhk}$. Затем из всех вариантов k изменения вектора параметров ВП и РН находится максимальный элемент, который становится нормирующим делителем, обеспечивающим переход всех Y_{2hkl}^* в относительные величины на интервале $[0, 1]$:

$$Y_{2hkl}^{**} = Y_{2hkl}^* / \max_k Y_{2hkl}^*.$$

Далее объединяем в единые векторы $\{Y_{1hk}\}$ и $\{Y_{2hkl}^{**}\}$ путем увеличения числа компонентов приведенного вектора откликов ЛВС:

$$Y_{0hk} = \{\eta_{CPU/hk}, \eta_{HDD/hk}, Y_{2hkl}^{**}\}. \quad (1)$$

Третью проблему получения из Y_{0hk} обобщенного показателя k -го варианта ЛВС h -го УД можно решить различными способами. Во-первых, можно использовать способ выделения главного компонента. Например, пусть главным компонентом Y_{0hk} будет какой-либо коэффициент загрузки CPU ($\eta_{CPU/0hk}$). Тогда по нему и ведется оптимизация, но при условии, что для всех остальных выполняется условие превышения их нормативных значений. Таким образом, для данного примера условием оптимального выбора вариантов (k_1) ВП в ЛВС будет:

$$\{\eta_{CPU/0hk}\} \rightarrow \max.$$

При выполнении ограничений - $\{\eta_{CPU/hk}\} \geq \eta_{CPU/h}$, $l \neq l_0$; $\{\eta_{HDD/hk}\} \geq \eta_{HDD/h}$, $Y_{2hkl}^{**} \geq Y_{2hkl}$.

Во-вторых, можно использовать способ последовательных "уступок". Все отклики ранжируются в порядке уменьшения степени их важности для исследователя, например, $\eta_{CPU/hk}$, $\eta_{HDD/hk}$, Y_{2hkl}^{**} . Вначале находится вариант k_1 , обеспечивающий максимум главной компоненты Y_{0hk} . Затем из практических соображений назначается некоторая "уступка" Δf_1 , при которой главный компонент выбирается меньше. За счет этой "уступки" появляется возможность выбора варианта k_2 , обеспечивающая максимум менее важной компоненты, например, $\eta_{HDD/hk}$. Далее назначается новая "уступка" Δf_2 , при которой вторая компонента будет меньше. За счет этой "уступки" появляется возможность выбора k_3 , обеспечивающая максимум еще менее важной компоненты, например, Y_{2hkl}^{**} . Этот процесс продолжается до тех пор, пока все отклики не будут проранжированы подобным образом. Искомым вариантом k_i будет значение, найденное на i -ой итерации "уступок".

В-третьих, можно использовать метод составного критерия. Исследователь заранее определяет важность каждой компоненты вектора откликов Y_{0hk} ($\delta_l \geq 0$; $\sum_l \delta_l = 1$). Затем вычисляется обобщенный отклик из выражения:

$$W_{hk} = \sum_{l_1=1}^{m_1} \delta_{l_1} \eta_{CPU/hk_{l_1}} + \sum_{l_2=1}^{m_2} \delta_{l_2} \eta_{HDD/hk_{l_2}} + \sum_{l_3=1}^{m_3} \delta_{l_3} Y_{2hkl}^{**}. \quad (2)$$

Оптимальным будет тот вариант (k_0), который обеспечивает $\max_k W_{hk}$.

3. Об использовании классических критериев принятия решений в условиях неопределенности

Если РН постоянна, то все варианты ВП и РН на ЛВС можно проранжировать по величине обобщенного показателя $\{W_{hk}\}$ и, таким образом, выбор оптимального варианта однозначно определяется. На практике РН является статистически устойчивой, но при экспериментах, поставленных в различное время, параметры РН будут различными. Это означает, что при выборе оптимального варианта исследователь ориентируется на ситуацию, когда выбранный вариант окажется оптимальным для наиболее ожидаемой структуры РН. Очевидно, что для решения поставленной задачи исследователь должен знать вероятности (q_f) нахождения РН в состояниях f . Под состоянием будем понимать условия проведения натуральных экспериментов (НЭ), в ходе которых измеряются инварианты РН [2]. Исходя из этого обстоятельства исследователь проводит n НЭ и оценивает при этом значения вероятностей $\{q_f\}$ нахождения в них РН. Для решения задачи выбора оптимального варианта организации ВП в ЛВС h -го УД необходимо провести n экспериментов, с одним и тем же числом вариантов ВП и РН $k \leq s$. Для каждого f -го состояния РН ставится серия экспериментов ($1 \leq k \leq s$) и определяются обобщенные отклики W_{hkf} . По завершении всех серий экспериментов исследователь получит матрицу решений $\|W_{hkf}\|$, в которой строкам $k \leq s$ соответствуют варианты организации ВП и РН, а столбцам $f \leq n$ соответствуют состояния РН в моменты измерения ее инвариантов. При этом исследователю известны вероятности $0 \leq q_f \leq 1, 0$. Для учета вероятностей состояний РН при использовании критерия Байеса-Лапласа [3] оценочная функция примет вид:

$$Z_{hl,h} = \max_k \sum_{f=1}^n W_{hkf} q_f. \quad (3)$$

Тот вариант (k_0) организации ВП и РН, который обеспечивает максимум $Z_{hl,h}$ и определяет соответствие ВП с учетом вероятности появления состояний РН. Применение критерия (3) рекомендуется, когда ситуация характеризуется следующим образом: вероятности появления состояний f известны исследователю и не зависят от времени постановки НЭ; выбор решения реализуется многократно; для малого числа реализаций допускается некоторый риск.

В тех случаях, когда q_f неизвестны, но все же некоторые предложения о распределении q_f исследователь может сделать, задается некоторый параметр доверия (ν) к полученному вектору вероятностей $\{q_f\}$. Причем это доверие достаточно велико. Наиболее подходящим в такой ситуации является критерий Ходжа-Лемана:

$$Z_{hl,h} = \max_k \left[\nu \sum_{f=1}^n W_{hkf} q_f + (1-\nu) \min_k W_{hkf} \right]. \quad (4)$$

Таким образом, выбор одного из критериев (3) или (4) находится в компетенции исследователя. Наконец, необходимо иметь в виду еще одно обстоятельство, когда принимается решение по результатам имитационного моделирования вариантов ВП в ЛВС. Поскольку большинство параметров моделирования являются случайными величинами, то для достижения необходимой надежности вычисления откликов необходимо использовать метод Монте-Карло при определении значений векторов откликов Y_{1hk} и Y_{2hk} . Для получения достаточно достоверных значений компонентов этих векторов в k -м варианте организации ВП и РН необходимо поставить $N \geq 30$ реализаций. Отклики, определенные в каждой реализации, затем усредняются. Таким образом, для принятия обоснованного решения приходится ставить большое число имитационных экспериментов, что требует большого расхода ресурса

ЭВМ. И это обстоятельство в ряде случаев является определяющим при проектном моделировании организации обработки информации на ЛВС.

Abstract

The problems arising at design modelling of computing process in the LAN when working loading is not statistically steady are discussed.

Литература

1. Демиденко О.М. Технология мониторинга и адаптации вычислительного процесса под рабочую нагрузку на локальную вычислительную сеть. – Мн.: Белорусская наука, 2002. – 193 с.
2. Демиденко О.М. Концептуальные модели вычислительного процесса и рабочей нагрузки на ЛВС // Известия ГГУ им. Ф. Скорины № 6(15), Гомель, 2002. – 135 с.

Гомельский государственный
университет им. Ф.Скорины

Поступило 10.04.03