

УДК 004.021

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАРКОВСКОЙ МОДЕЛИ

Мищук Ю.К., Михайлова Т.В., Фельдман Л.П.

*Донецкий национальный технический университет,
кафедра прикладной математики и информатики*

E-mail: miwonokj@mail.ru

В статье приведена оценка эффективности кластерной ВС с постоянным количеством задач на основе параллельной реализации марковской модели.

Общая постановка проблемы

5

В связи с необходимостью увеличения вычисляемых мощностей во многих сферах жизнедеятельности человека, активно разрабатываются алгоритмы улучшения работы вычислительных систем – систем обработки данных, настроенных на решение задач, конкретной области применения. Вычислительная система включает в себя технические средства и программное обеспечение, ориентированные на решение определенной совокупности задач. основополагающими в теории вычислительных систем являются модели и аппарат теории марковских процессов.

Постановка задач исследования

Понятие архитектуры высокопроизводительной системы является достаточно широким, поскольку под архитектурой можно понимать и способ параллельной обработки данных, используемый в системе, и организацию памяти, и топологию связи между процессорами, и способ исполнения системой арифметических операций. Рассматривается кластерная архитектура многопроцессорных вычислительных систем [1]. Учитывая трудоёмкость и большие объемы данных, марковские модели не использовались в больших системах, поэтому задача является

актуальной [7]. В данной работе необходимо проанализировать эффективность распараллеливания метода и выяснить, насколько ускорилось моделирование многопроцессорной системы.

Решение задачи и результаты исследований

Для решения поставленной задачи был проведен обзор современных вычислительных систем и обзор методов анализа вычислительных систем. Так же был произведен анализ построения марковских моделей и его распараллеливание.

Определяющими при распараллеливании алгоритма являются:

- количество узлов вычислительного кластера;
- количество процессов на кластере;
- способ размещения данных;
- методы коммутации.

Одной из систем классификации кластерных систем является классификация по совместному использованию одних и тех же дисков отдельными узлами: кластеры с совместным и отдельным использованием дискового пространства [2].

В работе рассмотрена модель кластера с совместным использованием дискового пространства. Упрощенная модель кластера с совместным использованием дискового пространства приведена на рис. 1.

Входной узел (управляющий сервер) равномерно распределяет между серверами приложения (выполняющими одинаковые

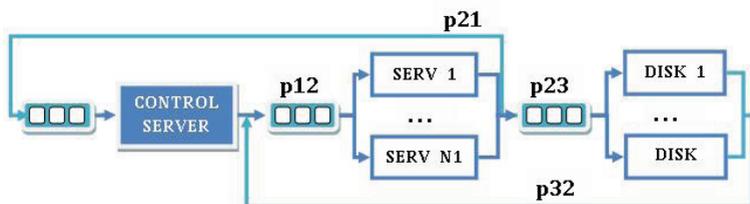


Рисунок 1 – Структурная схема кластера с совместным использованием дискового пространства

приложения) задачи. Количество серверов – приложений – $N1$. Каждый из них может обратиться к данным, расположенным на дисках, количество которых $N2$. Ввиду ограниченных вычислительных возможностей будем считать, что количество задач, обрабатываемое такой вычислительной системой не более M .

Построим дискретную марковскую модель. При построении модели используется методика, предложенная в [6].

Так как кластер однородный, представим серверы, и, аналогично, дисковые накопители многоканальными устройствами. Требования, поступающие на обслуживание на серверы, поступают в ограниченную очередь (не более M), из которой на обслуживание выбираются по правилу очереди FIFO («первый пришел – первый обслужился»).

Допустим, задачи, обрабатываемые на таком кластере, однородные и имеют следующие характеристики:

p_{12} – вероятность запроса к одному из $N1$ серверов,

p_{23} – вероятность запроса к одному из $N2$ дисков,

p_{21} – вероятность завершения обслуживания одним из $N1$ серверов,

p_{23} – вероятность завершения обслуживания задачи одним из $N2$ дисков и поступление на i -й сервер [3].

При распараллеливании модели используется методика, предложенная в [4].

Алгоритм, примененный в параллельной реализации марковских моделей [5, 6], состоит из двух частей: вычисления матрицы переходных вероятностей и вектора стационарных вероятностей.

1. Расчет стационарных вероятностей реализован с использованием итерационного алгоритма, в котором в качестве базового используется алгоритм умножения матрицы на вектор.
2. Вычисление элемента матрицы переходных вероятностей не зависит от соседних элементов, следовательно, в основе параллельной реализации этой части

параллельного алгоритма можно использовать принцип распараллеливания по данным. Суть заключается в том, в задаче выделены отдельные независимые части – ветви программы, которые при наличии нескольких обрабатывающих устройств могут выполняться параллельно и независимо друг от друга. В качестве базовой подзадачи в алгоритме взят расчет строки матрицы переходных вероятностей, которая характеризуется одинаковой вычислительной трудоемкостью.

Проведем теоретическую оценку показателей эффективности параллельного алгоритма и рассчитаем характеристики вычисления матрицы переходных вероятностей.

При определении матрицы переходных вероятностей и вектора стационарных вероятностей используются следующие параметры:

N – количество узлов в моделируемой системе (устройств или их блоков);

M – количество заявок в системе.

Определив временную сложность последовательного алгоритма построения дискретной марковской модели кластера с общей памятью [8], можно отдельно рассмотреть распараллеливание алгоритма расчета матрицы переходных вероятностей и вектора стационарных вероятностей.

Ускорение, получаемое при использовании параллельного алгоритма для p процессоров, по сравнению с последовательным вариантом выполнения вычислений определяется

$$S_p(n) = T_1(n) / T_p(n), \quad (1)$$

т.е. как отношение времени решения задач на скалярной ЭВМ к времени выполнения параллельного алгоритма (величина n используется для параметризации вычислительной сложности решаемой задачи и может пониматься, например, как количество входных данных задачи) [9]. На рис. 2 представлено ускорение параллельного алгоритма вычисления матрицы переходных

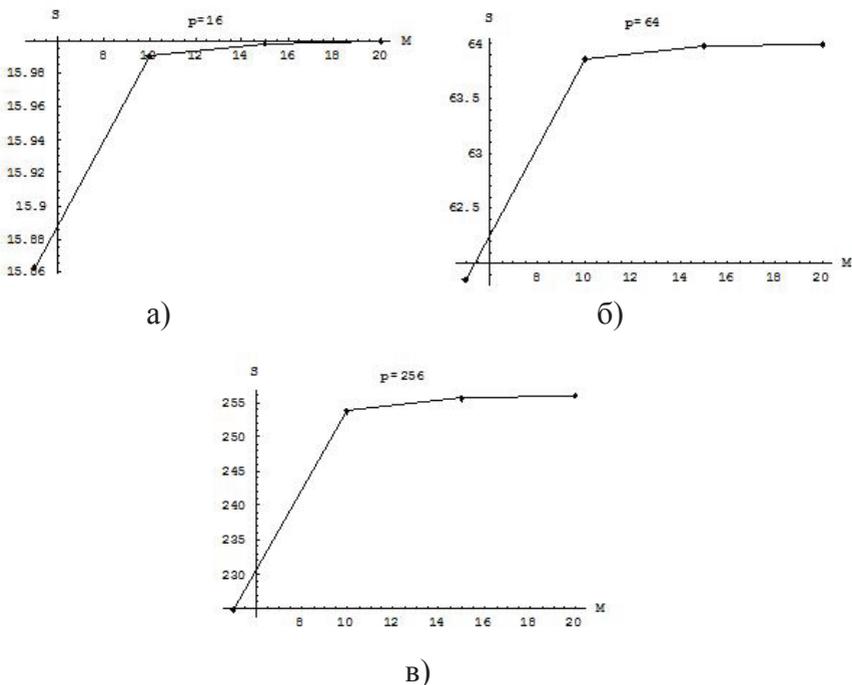


Рисунок 2 – Ускорение параллельного алгоритма вычисления матрицы переходных вероятностей на решетке процессоров в зависимости от количества решаемых задач M . Количество процессоров: а)-16, б)-64; в)-256

вероятностей на решетке процессоров, при расчетах изменялась конфигурация кластера – количество процессоров устройств (серверов и/или дисков).

Ускорение при различном количестве процессоров увеличивается с ростом количества задач и стремится к количеству процессоров, а с увеличением значений количества устройств в узлах k_2 и k_3 - не изменяется, следовательно, в (2.68) можно пренебречь слагаемыми k_2 и k_3 .

Эффективность использования параллельным алгоритмом процессоров при решении задачи определяется соотношением:

$$E_p(n) = T_1(n) / pT_p(n) = S_p(n) / p \quad (2)$$

(величина эффективности определяет среднюю долю времени выполнения алгоритма, в течение которой процессоры реально используются для решения задачи) [9].

Эффективность параллельного алгоритма вычисления матрицы переходных вероятностей на решетке процессоров с увеличением количества решаемых задач M асимптотически приближается к единице (рис.2.9), а с увеличением количества процессоров незначительно уменьшается (в сотых долях), что объясняется простаивающими процессорами.

В целом, эффективность параллельного алгоритма вычисления матрицы переходных вероятностей на решетке процессоров более 0.85, в зависимости от количества задач M и количества процессоров p .

Выводы

В работе дано решение актуальной научной задачи, связанной с развитием методов и исследования параллельного алгоритма построения марковских моделей многопроцессорных вычислительных систем в корпоративных компьютерных сетях для анализа качества их функционирования, прогнозирования свойств и моделирования.

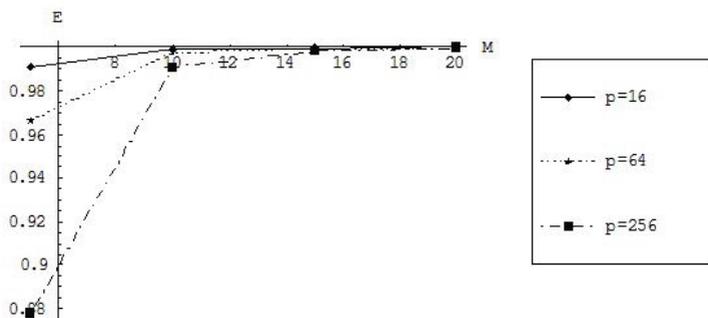


Рисунок 3 – Эффективность параллельного алгоритма вычисления матрицы переходных вероятностей на решетке процессоров в зависимости от количества решаемых задач M

Была проведена теоретическая оценка показателей эффективности параллельного алгоритма, подтверждена обоснованность его применения с целью повышения эффективности исследуемой вычислительной структуры.

В дальнейшем планируется провести практическую оценку алгоритма, сравнение экспериментальных и теоретических данных. Предполагается исследование эффективности параллельного алгоритма построения марковской модели на параллельных структурах различной топологии с целью выяснения оптимальности параллельной вычислительной структуры.

Литература

- [1] <http://256bit.ru/education/infor2/lecture7-2.htm> – Основы вычислительных систем. Курс лекций. Модели и методы.
- [2] Спортак М., Франк Ч., Паппас Ч. и др. Высокопроизводительные сети. Энциклопедия пользователя. Киев: ДиаСофт, 1998.
- [3] Фельдман Л.П., Михайлова Т.В. Вероятностные модели анализа оценки эффективности кластерных систем // Материалы II Международного научно-практического семинара «Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах» - Нижний. Новгород: Изд-во НГУ, 2002. – С. 301-307
- [4] Мишук Ю.К., Фельдман Л.П. Моделирование параллельной реализации марковских моделей в многопроцессорных вычислительных системах // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – Донецьк, ДонНТУ, 2010. – с. 238-240
- [5] Михайлова Т.В. Параллельный алгоритм построения дискретной модели Маркова // Искусственный интеллект. Интеллектуальные и многопроцессорные системы. Материалы Международной научно-технической конференции, 25-30 сентября 2006г., Таганрог-Донецк-

Минск, 2006.

- [6] Фельдман Л.П., Михайлова Т.В. Использование аналитических методов для оценки эффективности многопроцессорных вычислительных систем. // Электронное моделирование, Т.29, №2, 2007. – С.17-27
- [7] Фельдман Л.П., Михайлова Т.В. Дискретная модель Маркова однородного кластера // Искусственный интеллект.- Донецк: ИПШ МОН і НАН України “Наука і освіта”, №3, 2006. – С. 79-91.
- [8] Фельдман Л.П., Михайлова Т.В., Ролдугин А.В. Реализация параллельного алгоритма построения марковских моделей. // Наукові праці ДонНТУ. Серія: Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка, випуск 10. – С.17-20
- [9] Моделирование и анализ параллельных вычислений. [Электронный ресурс] / Интернет-ресурс. — Режим доступа: http://www.hpcc.unn.ru/files/HTML_Version/part2.html