

УДК 681.3

Метод имитационного моделирования вычислительного процесса в многопроцессорных вычислительных системах

С. Ф. МАСЛОВИЧ

1 Особенности объекта моделирования

Исходя из свойств удаленного пакетного типа задач и решения задачи увеличения пропускной способности ЭВМ и ЛВС, требуется рассмотрение другого типа их - многопроцессорных вычислительных систем (МВС). Рассмотрим случай, когда узлами МВС являются ЭВМ с количеством процессоров от одного до нескольких десятков.

Как известно МВС, в отличие от ЛВС, представляют собой класс систем, предназначенных для задач, у которых время решения является определяющим. Различие между ЛВС и МВС наблюдается не только на уровне структурной организации, но и в интенсивностях поступления различных типов задач. Возникновение МВС было обусловлено необходимостью увеличения производительности существующих ЭВМ, но используя при этом достаточно удаленные друг от друга высокопроизводительные вычислительные ресурсы. Поэтому МВС представляет собой объединение высокопроизводительных единиц из ЭВМ, функционирующих по своим законам.

Однако в МВС существуют и собственные проблемы организации ресурсов узлов системы. Постоянно возрастающий объем задач требует оперативного их решения в МВС за приемлемое время. В отличие от ЛВС, МВС позволяют более оперативно решать задачи пакетного режима использования ресурсов МВС. Наличие же случайного потока задач диалогового типа, имеющих абсолютный приоритет, не позволяют на достаточном уровне детализации исследовать вычислительный процесс (ВП) как в узлах МВС, так и во всей МВС в целом. Таким образом, этот поток задач, характеризующийся вероятностным характером поступления и непредсказуемостью их обслуживания, сужает набор инструментов исследователя, необходимых для исследования ВП в системе. Трудно используемыми являются аналитические методы и модели исследования, а также инструментарий теории расписаний из-за неадекватности. Экспериментальные методы хотя и позволяют исследовать ВП в МВС, однако они требуют явного вмешательства в уже существующую систему, что зачастую приводит к выводу ее из установившегося состояния на некоторое время. Поэтому только с помощью имитационных моделей (ИМ) возможно решение практических задач проектного моделирования и анализа на них ВП под воздействием различной РН на МВС.

2 Метод имитационного моделирования ВП в МВС

Предлагаемый метод имитационного моделирования ВП в МВС состоит из десяти этапов, каждый из которых включает в себя различное число шагов. Рассмотрим функциональную назначение каждого из этих этапов исследования.

Этап 1. Составление содержательного описания (СО) организации ВП в МВС

Этот этап характеризуется описанием организации ВП в МВС. Приводится описание МВС на различных уровнях детализации (уровень узла, уровень сети). Для каждого из этих уровней составляется описание особенностей его функционирования. Данный этап состоит из трех шагов.

Шаг 1 Составление СО влияния уровня мультипрограммирования на пропускную способность узла МВС.

Шаг 2 Составление СО влияния дисциплин обслуживания задач и количества узлов в сети на пропускную способность МВС.

Шаг 3 Составление СО возможностей пересылаемости групп задач (кортежей) между узлами сети при наличии необходимости рассылки результатов работы удаленных пакетных задач.

Этап 2. Формализация влияния уровня мультипрограммирования на пропускную способность узла МВС

На этом этапе детально описывается принцип организации ВП в узле МВС. Рассматриваются различные варианты организации многопроцессорности в узле. Целью этапа является создание детальной схемы функционирования узла МВС. Этот этап реализуется в три шага.

Шаг 1 Составление концептуального описания влияния уровня мультипрограммирования на пропускную способность узла МВС при его различной многопроцессорной организации.

Шаг 2 Составление формального описания влияния уровня мультипрограммирования на пропускную способность узла МВС при его различной многопроцессорной организации.

Этап 3. Формализация влияния дисциплин обслуживания задач и количества узлов в сети на пропускную способность МВС

На высоком уровне детализации описывается функционирование всей сети МВС в целом. Узлы МВС рассматриваются без учета их внутренней структуры. Поэтому целью этапа является создание схемы функционирования сети МВС. Этот этап реализуется в три шага.

Шаг 1 Составление концептуального описания влияния количества узлов и дисциплин обслуживания задач в МВС на ее пропускную способность.

Шаг 2 Составление формального описания влияния количества узлов на пропускную способность МВС.

Шаг 3 Составление формального описания влияния дисциплин обслуживания задач в МВС на ее пропускную способность.

Этап 4. Формализация возможностей пересылаемости кортежей задач между узлами МВС при наличии рассылок результатов выполнения пакетных задач

Целью этапа является детальное описание функционирования МВС с учетом инвариантной структуры как узлов, так и сети в целом. Этап реализуется в три шага.

Шаг 1 Составление концептуального описания возможностей пересылаемости кортежей задач между узлами МВС при наличии/отсутствии рассылок результатов пакетных задач.

Шаг 2 Составление формального описания возможностей пересылаемости кортежей задач между узлами МВС при наличии рассылок/отсутствии результатов пакетных задач.

Этап 5. Мониторинг ВП в ЛВС для формирования рабочей нагрузки (РН) на МВС

На этом этапе исследуется динамика функционирования ВП в ЛВС с целью получения инвариантов задач выполнения в ЛВС. Эти инварианты используются в дальнейшем в качестве входной информации модели МВС. Этап состоит из четырех шагов.

Шаг 1 Исследование динамики использования ресурсов узлов ЛВС с помощью системы МОНИТОРИНГА ПТКИ ЛВС [1].

Шаг 2 Обработка статистики использования ресурсов узлов ЛВС полученной с помощью системы МОНИТОРИНГА ПТКИ ЛВС.

Шаг 3 Выделение инвариантов задач РН узлов ЛВС и инвариантов кортежей [2].

Шаг 4 Формирование моделей кортежей задач РН узлов ЛВС и их «запитка» для ИМ.

Этап 6. Создание имитационных моделей ВП в МВС

На этапе 6 описывается создание имитационных моделей (ИМ) ВП в МВС на различных уровнях ее детализации. Целью данного этапа является получение готовых ИМ для исследования ВП в МВС. Этап реализуется в четыре шага.

Шаг 1 Создание ИМ для исследования влияния уровня мультипрограммирования в узле МВС на его пропускную способность

Шаг 2 Создание ИМ для исследования влияния дисциплин обслуживания задач и количества узлов в МВС на ее пропускную способность.

Шаг 3 Создание ИМ для исследования возможностей пересылаемости кортежей между узлами МВС при наличии рассылок результатов.

Шаг 4 Верификация имитационных моделей исследующих: влияние уровня мультипрограммирования в узле МВС на его пропускную способность, влияния дисциплин обслужива-

живания задач и количества узлов в МВС на ее пропускную способность, возможностей пересылаемости кортежей между узлами МВС при наличии рассылок результатов.

Этап 7. Испытание и исследования свойств ИМ МВС

На этом этапе используются известные технологии [3], которые предполагают реализацию пяти шагов испытания и исследования свойств созданных имитационных моделей. Этап реализуется пятью шагами.

Шаг 1 Оценка точности имитационных моделей исследующих: влияние уровня мультипрограммирования в узле МВС на его пропускную способность, влияния дисциплин обслуживания задач и количества узлов в МВС на ее пропускную способность, возможностей пересылаемости кортежей между узлами МВС при наличии рассылок результатов.

Шаг 2 Определение длины переходного периода имитационных моделей исследующих: влияние уровня мультипрограммирования в узле МВС на его пропускную способность, влияния дисциплин обслуживания задач и количества узлов в МВС на ее пропускную способность, возможностей пересылаемости кортежей между узлами МВС при наличии рассылок результатов.

Шаг 3 Проверка устойчивости имитационных моделей исследующих: влияние уровня мультипрограммирования в узле МВС на его пропускную способность, влияния дисциплин обслуживания задач и количества узлов в МВС на ее пропускную способность, возможностей пересылаемости кортежей между узлами МВС при наличии рассылок результатов.

Шаг 4 Определение чувствительности имитационных моделей исследующих: влияние уровня мультипрограммирования в узле МВС на его пропускную способность, влияния дисциплин обслуживания задач и количества узлов в МВС на ее пропускную способность, возможностей пересылаемости кортежей между узлами МВС при наличии рассылок результатов.

Шаг 5 Проверка адекватности ИМ МВС в случае ее однопроцессорной организации.

Этап 8. Эксплуатация имитационных моделей ВП в МВС

Целью данного этапа является решение задач с помощью построенных имитационных моделей. Данный этап реализуется в три шага.

Шаг 1 Исследование влияния уровня мультипрограммирования в узле на его пропускную способность при наличии и отсутствии диалогового типа задач, имеющих наибольший приоритет в использовании ресурсов МВС по сравнению с задачами пакетного типа.

Шаг 2 Исследование влияния дисциплин обслуживания задач и количества узлов в МВС на ее пропускную способность.

Шаг 3 Исследование эффективности от рассылок групп задач (кортежей) между узлами МВС при наличии рассылок результатов счета задач удаленного пакетного типа.

Abstract. The paper presents the method and steps of studying multiprocessor systems with the use of simulation models.

Литература

1. О. М. Демиденко, О. В. Быченко, А. В. Воруев, В. А. Никишаев, М. В. Потрашкова, С. Ф. Маслович, Система измерения параметров вычислительного процесса и рабочей нагрузки на локальных вычислительных сетях, Математические машины и системы, Киев, № 2 (2004), 61–73
2. С. Ф. Маслович, Технологическое обеспечение имитационного моделирования организации распределенной обработки информации в ЛВС, Известия Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины, № 3(18) (2003), 42–46.
3. И. В. Максимей, В. Д. Левчук, С. П. Жогаль, Задачи и модели исследования операций, Ч. 3. Технология имитации на ЭВМ и принятие решений, Уч. пособие, Гомель, БелГут, 1999.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ