

Технологическое обеспечение имитационного моделирования организации распределенной обработки информации в ЛВС

С.Ф.МАСЛОВИЧ

1. Актуальность моделирования организации распределенной обработки информации в ЛВС

Проектным моделированием организации распределенной обработки в компьютерных сетях занимаются многие исследователи [1, 2]. В качестве инструмента исследования эффективности алгоритмов маршрутизации, вопросов диспетчеризации по узлам запросов пользователей сети используется чаще всего аппарат теории массового обслуживания (ТМО). Однако при выборе технологий адаптации вычислительного процесса (ВП) к рабочей нагрузке (РН) на ЛВС или при проектировании дисциплин организации РН, обеспечивающих рациональное использование ресурсов сети при распределенной обработке информации в ЛВС, модели ТМО мало информативны и зачастую не адекватны к реальной ситуации в ЛВС из-за невыполнимости ограничений, накладываемых при построении и применении аналитических моделей ТМО. Это обстоятельство заставляет многих исследователей обращаться к имитационному моделированию (ИМ). Но имитация представляет собой весьма ресурсоемкую процедуру и поэтому для таких целей необходимо использовать средства автоматизации, которые обеспечивали бы исследователю возможность оперативной модификации вариантов ВП в ЛВС.

В данной работе обсуждается возможность модификации и использования для этой цели технологического средства исследования ЛВС [4]. Формируются принципы модификации подсистемы мониторинга ПТКИ ЛВС и проблемно-ориентированного расширения базовой системы МІСІС для проектного моделирования распределенной обработки в ЛВС.

2. Технологические возможности ПТКИ ЛВС

Подсистема мониторинга в составе ПТКИ ЛВС [4] реализует следующие функции: отслеживание системных событий в ОС Windows, сопоставление выполненных операций процессам и потокам; формирование статистики использования процессами и потоками ресурсов узлов ЛВС, накопление статистики в буфере подсистемы; периодическая запись статистики на диск. Системными событиями считаются: создание и уничтожение процессов, создание и уничтожение потоков; обращения к диску, использование виртуальной памяти. Фиксация системных событий основана на перехвате их соответствующими модулями подсистемы мониторинга, идентификации процессов и потоков, расчете характеристик использования ресурсов ЛВС. В результате в информационной базе данных (ИБД) комплекса формируется "трасса" использования ресурсов ЛВС процессами и потоками. Элементами этой "трассы" являются "записи" использования ресурсов процессами и потоками. В составе этих "записей" хранится следующая информация: идентификаторы процесса (j) и потока (l); вид записи (vi), характер операции (op), тип ресурса (ti), момент выполнения операции (t_k). Различаем следующие типы записей: создание процесса (SP), уничтожение процесса (UP), создание потока (PS), уничтожение потока (PU); использование ресурсов (RE). Таким образом, информации, заключенной в "записях" "трассы", достаточно для построения временных диаграмм (ВД) использования CPU и HDD процессами и потоками за время исследования ВП в ЛВС с помощью подсистемы мониторинга.

Для построения ИМ организации распределенной обработки информации в ЛВС предлагается использовать СМ МІСІС [7], обеспечивающую постановку имитационных экспериментов (ИЭ) с помощью ПТКИ ЛВС. Использование СМ МІСІС в качестве инструмента создания ИМ распределенной обработки информации в ЛВС обусловлено следующими ее технологическими возможностями:

- объединение в одном тексте ИМ декларативного и алгоритмического способов описания компонентов модели;
- объединение процессного и транзактного способов формализации в одном описании ИМ;
- реализация алгоритмов функционирования компонент ИМ с помощью графа активностей;
- возможность организации информационной связи между компонентами ИМ с помощью информационных и управляющих транзактов;
- организация связей по управлению между компонентами ИМ с помощью управляющих сигналов “открыть” и ” закрыть ” устройства;
- параметризуемость и размножаемость компонент модели;
- многоканальная обработка транзактов на устройствах;
- использование различных механизмов обслуживания очередей к компонентам ИМ.

Наличие в составе ПКТИ ЛВС библиотек процедур испытания моделей (LIB.ISPIM) и статистической обработки результатов измерения параметров РН и результатов имитации ВП в ЛВС (LIB.STATIS) позволяет сократить затраты ресурсов исследования на разработку ИМ ВП и РН.

3. Алгоритм программы обработки “трассы” реализации ВП в функционирующих узлах ЛВС

“Трасса”, фиксируемая подсистемой мониторинга ПКТИ ЛВС в ходе натурального эксперимента (НЭ) на функционирующих узлах ЛВС, представляет собой последовательность “записей”. Элементами “записей” являются векторы исходной информации $ЗАП_k=(j, l, v_i, t_i, o_r, t_k)$, в которых содержится информация о ВП в ЛВС на УД “ПРОЦЕССЫ ЛВС”. По этой информации алгоритм программы обработки “трассы” (OBTRAS) реализует следующую последовательность операций:

- выделение зависимых и независимых потоков PO_{ijl} , формируемых ОС Windows по запросам i -го пользователя ($ЗРО_{ijl}$ и $НРО_{ijl}$);
- формирование списков зависимых и независимых потоков по типам пользователей ($СПЗ_i=\{ЗРО_{ijl}\}$, $СПН_i=\{НРО_{ijl}\}$).

В результате обработки “трассы” программой OBTRAS вся РН на ЛВС будет представлена уже не полумарковскими моделями (как это было в [2]), а в виде последовательностей $\{СПЗ_i\}$ и $\{СПН_i\}$. Элементами этой системы являются векторы:

$$ЗРО_{ijl}=(i, j, l, TI, PR, \tau_{ijl}),$$

где i, j, l – идентификаторы соответственно пользователя, процесса, потока;

TI, PR – тип ресурса (CPU или HDD) и его принадлежность (к процессу или потоку);

τ_{ijl} – длительность использования ресурса.

4. Принципы проблемного расширения ПКТИ ЛВС

Для использования ПКТИ ЛВС [4] при проектном моделировании ВП с распределенной обработкой в ЛВС предлагается расширить состав библиотек и подсистем комплекса согласно следующим принципам.

Во-первых, необходимо реализовать алгоритм программы обработки “трассы” ВП (OBTRAS), который позволит сформировать во внешней памяти комплекса ВД использование ресурсов процессами в виде последовательностей $\{ЗРО_{ijl}\}$ и $=\{НРО_{ijl}\}$.

Во-вторых, предлагается разработать библиотеку процедур обработки статистики имитации ВП в ЛВС $\{LIB.PROBST_k\}$, каждая из которых анализирует “трассу” имитации ВП и формирует множество статистик моделирования распределенной обработки в ЛВС. Необходимо разработать также библиотеку процедур формирования откликов ИЭ по статистикам имитации ВП в ЛВС $\{LIB.PRFORV_k\}$.

В третьих, предлагается разработка программы “WETGRA”, имитирующей алгоритм расчета времени выполнения последовательности зависимых и независимых потоков, основанный на методе ветвей и границ [5].

В четвертых, расширяется состав подсистемы КОМПОНЕНТЫ за счет разработки следующих подмоделей:

- SERVER, имитирующей распределение $\{ЗРО_{ijl}\}$ и $\{НРО_{ijl}\}$ по узлам ЛВС согласно указателям их типов процессов (ПЗКРО_{ijl} и ПНРО_{ij}), присвоенных им программой WETGRA;
- IMINPO, имитирующей реализацию независимых потоков на оборудовании узлов ЛВС;
- IMIZPO, имитирующих реализацию зависимых потоков на оборудовании узлов ЛВС;
- OSWIND, имитирующем функционирование сетевого варианта ОС Windows.
- В пятых, необходимо расширить состав библиотеки ИМ ВП и РН на ЛВС УД “ПРОЦЕССЫ ЛВС” за счет создания новых ИМ:
 - генераторы (GENERIT_i), формирующие соответственно зависимые и независимые транзакты (TRЗ_i) и (TRH_i), в “теле” которых указываются запросы пользователей i-го типа;
 - имитаторы программы-диспетчера (PIDWIN), реализующие распределение запросов пользователей (TRЗ_i) и (TRH_i) по узлам ЛВС согласно принятой стратегии их планирования при имитационном моделировании распределенной обработки информации в ЛВС;
 - имитаторы выполнения на CPU узлов (OBUSTR) процессов и потоков согласно запросам (ЗРО_{ijl} и НРО_{ij}), являющиеся параметризованными заготовками подмоделей ВП на ЛВС и реализованными в среде CM MICIS.
- В шестых, необходимо разработать набор подпрограмм, обеспечивающих управление в ИМ. Сюда входят подпрограммы:
 - сбора статистики имитации процесса распределенной обработки в ЛВС, формирующее локальную и интегральную статистику, а также ее накопление в ИБД CM MICIS (SBORST);
 - обеспечение наступления установившегося режима имитации и включения в работу подпрограмм SBRST, а также задания исходных данных на ИЭ (RAZGON);
 - завершение имитации и формирования протоколов постановки ИЭ для различных вариантов РН на ЛВС (ZAVERS).

5. Методика постановки имитационного эксперимента с помощью модифицированного ПКТП ЛВС

Реализация предложенных расширений библиотек и подсистем ПКТИ ЛВС позволит адаптировать комплекс для автоматизации этапов ИЭ при решении задач проектного моделирования вариантов организации распределенной обработки на ЛВС. Возможны три режима использования ПКТИ ЛВС:

- исследование состава и структуры РН на реально функционирующий узел ЛВС (“измерение”);

- реализация последовательности ИЭ при определении оптимального распределения потоков по узлам ЛВС на основе метода ветвей и границ (“оптимизация”);
- оценка на ИМ эффективности распределенной обработки потоков в ЛВС (“эффективность”).

Каждый из этих режимов использования ПКТИ ЛВС реализуется по своей методике, являющейся модификацией универсальной методики, изложенной в работе [6].

Режим “измерение” реализуется следующей последовательностью этапов:

1. Сбор и обработка статистики использования ресурсов ЛВС с помощью подсистемы мониторинга.
2. Формирование временных диаграмм использования потоками и процессами ресурсов узлов ЛВС с помощью программы OBTRAS.
3. Нахождение инвариантов РН для последующего имитационного моделирования РН при исследовании оптимального порядка следования запросов пользователей для случая распределенной обработки в ЛВС.
4. На основе инвариантов РН формирование файлов моделей РН для различных типов запросов пользователей $\{\Phi Z_i\}$, каждый из которых содержит в себе последовательности $\{RZ_i\}$ и $\{RH_i\}$.

Режим “оптимизация” реализуется следующей последовательностью этапов:

1. Компоновка ИМ распределения последовательности запросов пользователей по узлам ЛВС (ИМ РАСП ВП), используя для этой цели вновь разработанные библиотеки процедур и расширение состава подсистемы компоненты.
2. “Запитка” исходной информацией подмодели ИМ РАСП ВП.
3. “Запитка” информацией хранящейся в файлах $\{\Phi Z_i\}$, генераторов РН (GENERT_i)
4. Установка начальных значений параметров оптимизации с помощью программы WETGRA.
5. Основной оптимизационный цикл процедуры нахождения с помощью программы WETGRA такой последовательности потоков, которая обеспечивает минимальное время выполнения всего множества запросов пользователей при организации распределенной обработки с заданными структурой и составом ЛВС.

Режим “эффективность” реализуется следующей последовательностью этапов:

- 1, 2. Первые два этапа аналогичны предыдущему режиму, с той лишь разницей, что вместо программы WETGRA в состав ИМ РАСПВ включается подмодель программы-диспетчера (PDIWIN), распределяющей потоки по узлам ЛВС согласно признакам потоков (ПЗКРО_{ij} и ПНРО_{ij}), присвоенным им в ходе формирования оптимальных последовательностей потоков для каждого из узлов ЛВС исследуемой архитектуры.
3. Модификация из исходных последовательностей потоков $\{TRZ_i\}$ и $\{TRH_i\}$, хранящихся в файлах $\{\Phi Z_i\}$, оптимальных последовательностей на каждый из узлов ЛВС.
4. “Запитка” подмодели программы-диспетчера (PDIWIN) списками оптимальных последовательностей на каждом из узлов ЛВС.
5. Постановка ИЭ с помощью модифицированной ИМ РАСВП и формирование “трассы” статистики имитации распределенной обработки в ЛВС заданной структуры и состава ресурсов ЛВС.
6. Обработка статистики имитации и формирование откликов ИМ РАС ВП.
7. Постановка ИЭ с помощью не модифицированной ИМ ВП и РН, когда отсутствует подмодель программы-диспетчера (PDIWIN) и на узлы ЛВС потоки поступают в первоначальном варианте, зафиксированном в файлах $\{\Phi Z_i\}$.
8. Обработка статистики имитации и формирование откликов ИМ ВП и РН.
9. Оценка эффективности распределенной обработки в ЛВС за счет оптимизации потоков на основе метода ветвей и границ.

Как видно из вышеизложенного, столь большой объем работы можно выполнить только с помощью модифицированного ПКТИ ЛВС, позволяющего автоматизировать основные этапы проектного моделирования ЛВС.

Abstract

The principle of the problematic extension of the program-technological complex of research for design simulation of distributed processing in the local area network is set up.

Литература

1. Зайченко Ю.П., Зайченко Е.Ю., Поспелов И.В. Комплекс программ анализа и синтеза структуры региональных и глобальных вычислительных сетей / ж. УсиМ. Киев, № 5/6. 2000, С. 71–87.
2. Демиденко О.М., Максимей И.В., Агеенко И.В. и др. Имитационное моделирование вычислительного процесса в узлах локальной сети / ж. УсиМ. Киев, № 5/6. 2000, С. 101–107.
3. Зайченко Е.Ю. Анализ и синтез структуры глобальных вычислительных сетей – Киев: ЗАО «Укрспецмонтипроект», 1998. – 108 с.
4. Демиденко О.М., Воруев А.В., Быченко О.В. и др. Программно-технологический комплекс исследования вычислительного процесса в ЛВС // ж. Известия ГГУ им. Ф. Скорины. №6(15) 2002г. С. 128-131.
5. Бышик Т.П., Маслович С.Ф., Мережа В.Л. О построении оптимальной последовательности заданий на обработку в узле ЛВС // ж. Известия ГГУ им. Ф. Скорины. №6(15) 2002г. С. 7-10.
6. Максимей И.В. Имитационное моделирование на ЭВМ / Радио и связь М. 1989г. 230 с.
7. Максимей И.В., Левчук В.Д., Жогаль С.П., Подобедов В.Н. Задачи и модели исследования операций на ЭВМ и принятие решений: Уч. пособие. / Гомель: БелГУТ 1999г. – 150 с.

Гомельский государственный
университет им. Ф.Скорины

Поступило 14.04.03