

УДК 681.518:681.3.016

Программно-технологический комплекс исследования вычислительного процесса в ЛВС

О.М.ДЕМИДЕНКО, А.В.ВОРУЕВ, О.В.БЫЧЕНКО, И.В.АГЕЕНКО,
В.А.НИКИШАЕВ, М.В.ПОТРАШКОВА

1. Введение

Проблема адаптации вычислительного процесса (ВП) под рабочую нагрузку (РН) возникает при выборе состава программного и технического обеспечения локальной вычислительной сети (ЛВС) практически на любом информационном предприятии (ИНП) или банке. Несмотря на существующие методики анализа вычислительных систем (ВС) [1, 2], эту проблему приходится решать каждый раз заново для конкретного ИНП из-за отсутствия экономических и технологически удобных средств мониторинга параметров ВП и РН на ЛВС. Проблема использования ресурсов ЛВС и организации обработки информации собственно в узлах ЛВС уделяется недостаточно внимания из-за необходимости рассматривать ВП на высоком уровне детализации. Таким образом, актуальна разработка средств мониторинга параметров ВП и РН на ЛВС и методик их использования.

2. Принципы формализации вычислительного процесса и рабочей нагрузки на ЛВС

ЛВС представляется состоящей из традиционного состава компонентов, главной из которой является персональный компьютер (ПК), имеющий в качестве ОС Windows XXXX. Декомпозиция ПК на компоненты, соответствует аппаратным частям ПК: процессор (CPU), жесткий диск (HDD), видеоконтроллер (Video), сетевой адаптер (NET), оперативная память (Mem). Все эти компоненты считаются ресурсами ПК. ПО ПК находит свое отражение в алгоритмах функционирования компонент, реализованных в виде отдельных процессов. Параллелизм в ЛВС представлен конкуренцией за ресурсы ЛВС всех процессов и наличием прерывания функционирования процессов на основе квантования. Моделирование ВП в ЛВС осуществляется под воздействием на ПК функциональных задач (ФУЗ_j) j-го пользователя. Модели ФУЗ_j являются параметрическими и описываются набором переменных, которые задаются на основе результатов натурных экспериментов (НЭ) на ПК, входящих в состав ЛВС. В результате времени выполнения ФУЗ_j являются случайными функциями.

Поскольку многозадачность и распараллеливание процессов в ЛВС реализуется на основе квантования времени использования процессами ресурсов системы, то в ходе мониторинга определяется закон распределения квантов времени (t_{kv}), являющихся функцией частоты смен состояний ЛВС $n(t)$. ОС представляется совокупностью системных процессов (1-го уровня – System, 2-го уровня – программы системной обработки, например, Explorer). Для системных процессов определяется частота вызовов системных процессов первого уровня (n_{sys1}), используемая в дальнейшем для анализа текущей операционной обстановки. Взаимодействие компонентов ЛВС отображается выполнением процессов на ресурсах ЛВС в условиях их конкуренции за эти ресурсы. Параметрами этого взаимодействия являются:

- матрица распределения времени выполнения процесса k на ресурсе i ($M(t_{ki})$);
- матрицей вероятностей использования процессами ресурсов ЛВС $M(P_{kil})$.

С помощью этих параметров появляется возможность полумарковского представления динамики использования ресурсов ЛВС. Для уточнения особенностей динамики использования ресурсов предполагается, что система мониторинга позволяет определить полное время вы-

полнения операции над ресурсом (t_{ki}^{Π}) и точное время использования ресурса (t_{ki}^{τ}), в котором отсутствуют времена работы процессов типа System.

РН на ЛВС представляет собой совокупность задач и данных, которые обрабатываются в течение некоторого промежутка времени. Любая задача во время ее выполнения порождает последовательность запросов на использование различных ресурсов ЛВС. Атрибутами таких запросов являются: тип используемого ресурса i , момент поступления запроса ($t_k^{\text{пр}}$), объем ресурса Q_i . Все запросы реализуются через ОС, в качестве которой подразумевается весь спектр ОС Windows.

3. Состав и структура программно-технологического комплекса исследования параметров и адаптации ВП под РН на ЛВС

В качестве базовых инструментальных средств разработки ПТК ИА были использованы: система программирования DELPHI и система моделирования MICIS [7]. Обработка результатов натурного и модельного экспериментов осуществляется в среде адаптированного к MICIS пакета СТАТОБРАБОТКА, а также набор процедур обработки данных в среде приложения MS Excel. Система мониторинга (SYSMON), являющаяся основной частью ПТК ИА, ориентирована на взаимодействие с ядром семейства ОС Windows 9x.

SYSMON реализует следующие функции: отслеживание системных событий, сопоставление операций процессам, периодическая запись статистики измерения на диск. Системными событиями считаются: переключение потоков, обращение к диску, использование виртуальной памяти, графические операции. SYSMON состоит из трех модулей: перехвата системных событий (MS1), идентификации процессов (MS2), сбора статистики (MS3). MS1 представляет собой драйвер, написанный на языке C++ с использованием библиотеки VToolsD. Для хранения информации драйверу выделяется в невыгружаемой памяти буфер емкостью 2048 событий. Поскольку скорость заполнения этого буфера может изменяться от 5 до 1500 событий в секунду, то модуль MS3 должен своевременно считать статистику из этого буфера. MS2 представляет собой динамически загружаемую библиотеку, содержащую системную "ловушку". Использование "ловушки" позволяет загрузить библиотеку в адресное пространство каждого процесса. Во время инициализации библиотеки вызывается функция получения системного идентификатора процесса, а затем этот идентификатор отсылается MS3. MS3 представляет собой программу, написанную на языке Borland Delphi 5.0. Он выполняет следующие действия: загружает драйвер перехвата системных событий; регистрирует в системе "ловушку", содержащую модуль идентификации процессов; создает файл журнала событий с уникальным именем, запускает отдельный программный поток, отвечающий за считывание данных из драйвера и записи их в журнал; отображает промежуточные данные на дисплее.

4. Методика использования ПТКИ

Исследование и адаптация ВП под РН на ЛВС реализуется следующей последовательностью этапов:

1. Получение экспертной оценки об операционной обстановке в ВП узла ЛВС и о необходимости длительного мониторинга ВП и РН.
2. Сбор и обработка статистики использования ресурсов ЛВС запросами пользователей.
3. Нахождение инвариантов РН и их классификация по потребляемым ресурсам.
4. Построение библиотеки моделей РН для возможного исследования ВП с помощью последовательности имитационных моделей (ИМ) ЛВС.
5. Анализ результатов очередного натурного эксперимента (НЭ) и формирование задания для очередного варианта организации ВП.

6. По данным НЭ принятие решений в условиях неопределенности поведения пользователей ЛВС по адаптации ВП к требованиям РН.

5. Результаты апробации ПТКИ и методик его применения

Оценка технологических характеристик ПТКИ проводилась в Гомельском государственном университете им. Ф. Скорины. Использовались 13 вычислительных комплексов различных конфигураций. Все компьютеры были объединены в общую ЛВС в рамках одного домена сети Ethernet. Суммарное время сбора статистики при исследовании ВП в узле ЛВС ходе НЭ составило 300 часов машинного времени. В результате серии НЭ были вычислены накладные расходы на мониторинг ЛВС, которые выражаются в потреблении вычислительных ресурсов системы. Исследования проводились сеансами трех типов:

- короткие (до 100 с), когда SYSMON "разгоняется" и "сворачивается" в течение одного сеанса работы пользователей ЛВС, поэтому процент потребления ресурсов в этом случае существенно выше среднего;
- средние (от 100 с до 10000 с), обеспечивающие основной объем статистики ВП РН на ЛВС;
- длинные (свыше 10000 с).

Величина **накладных расходов**, вычисленная по средним значениям для серий НЭ составила $\Delta_{\text{SYSMON}}=0,0186$ при диапазоне ее изменения от 0,0022 до 0,3639. **Информативность** мониторинга изменялась в диапазоне от 0,4859 до 0,9989 при среднем значении $I_{\text{SYSMON}}=0,9019$. Анализ статистики НЭ показал, что SYSMON обладает следующими технологическими характеристиками:

- **средний процент потребления** всех ресурсов ЛВС SYSMON равен $\Delta_{\text{SYSMON}}=1,9\%$;
- **средний коэффициент загрузки CPU** на нужды мониторинга равен $\eta_{\text{CPU M}}=1,8\%$;
- **средний коэффициент загрузки HDD SYSMON** равен $\eta_{\text{HDD M}}=7\%$;
- **размер потребляемой SYSMON оперативной памяти** оказался равным $V_{\text{SYSMON}}=256\text{Кб}$;
- **максимальная скорость потребления** дисковой памяти для хранения журналов SYSMON составляет 10 Мб/час;
- **информативность SYSMON** оказалась равной $I_{\text{SYSMON}}=90\%$.

Вторым шагом апробации ПТКИ являлось проведение НЭ. Основной целью НЭ являлось получение графа передачи управления между процессами, рожденными РН на узле ЛВС. Были измерены характеристики переходов от процесса к процессу для разных вероятностей. Затем определялись средние времена работы процессов. Оказалось, что чем меньше времени ВП занимал 1-ый процесс ($l=1, 14$), тем более вероятным было выделение ОС этому же процессу следующего кванта времени CPU (как наиболее редко вызываемому). Этим объясняются циклы процессов самого на себя. Подтвердилось, что ОС Windows95 распределяет ресурсы по механизму приоритета удовлетворения запросов вновь созданного процесса или процесса, который длительное время не обслуживался ОС. Соответственно у системных процессов и процессов, постоянно входящих в состав РН, вероятность переходов $\leq 0,05$.

Отметим, что все повторные старты процессов регистрируются SYSMON как отдельные альтернативные процессы. Поэтому с помощью подсистемы LOGVIEW ПТКИ были объединены все подсеансы работы одинаковых процессов в один тип. Чем больше длины сеанса мониторинга, тем больше количество элементов РН присутствовало в графе. Анализ графа позволяет установить насколько верно SYSMON отображает динамику взаимодействия процессов в ОС. Имея матрицу вероятностей переходов, полученную в результате НЭ, возможно дальнейшее исследование динамики развития ВП аппаратом полумарковских процессов либо аналитически, либо на имитационных моделях теории массового обслуживания.

Третьим шагом апробации ПТКИ являлась оценка влияния характеристик оборудования на качество ВП. В ходе УНЭ с погрешностью в 3% были установлены следующие особенности режима обслуживания ОС Windows запросов пользователей.

1. Характерен нелинейный характер зависимости времени выполнения ПМj ($t_{\text{обсл}j}$) от $V_{\text{озу}}$. Подтвердилась гипотеза о том, что менеджер ОС, отвечающий за распределение памяти, увеличивает потребление системного ресурса.

2. При увеличении скорости CPU (ϑ_{CPU}) снижается $t_{\text{обсл}j}$. При этом практически для всех ПМj ОС Win98 характеризуется минимальным временем обслуживания. Явно медленно выполняются задания пользователей в среде ОС WinME, что обусловлено недостаточностью ресурсов апробируемой ЛВС для работы системных процессов.

3. Коэффициент растяжения временной диаграммы ВП (γ), являясь показателем накладных расходов ОС на организацию ВП, находится в пределах 2%. Поэтому этим эффективным можно было пренебречь. Причем увеличение скорости CPU серьезно не сказывается на значении γ .

4. Накладные расходы на организацию ВП в ОС Win98 почти вдвое превосходят расходы Win95 и WinME. Это означает, что структура ОС Win98 является наименее эффективной с точки зрения организации ВП и РН того типа, который использовался при апробации ПТКИ.

Заключение

ПТКИ является открытой системой для пополнения его функциональных возможностей. Увеличение числа уровней детализации ВП и РН на узел ЛВС приведет к появлению новых подсистем. Такая работа ведется коллективом авторов. Поэтому приведенное описание состава, структуры и возможностей ПТКИ следует рассматривать в качестве первой версии средств мониторинга на ЛВС. Несмотря на слабое отражение сетевых аспектов в узлах ЛВС, апробированный в условиях Гомельского госуниверситета им. Ф. Скорины ПТКИ показал свою работоспособность, низкую ресурсоемкость и практическую возможность использования его при адаптации ВП под статистически устойчивую РН на узел ЛВС.

Abstract

We formulated principles for a computing process and a working load in a local computing formalization. The composition and the structure of a programming-technological complex for measuring parameters of a computing process and a working load in a local computing net are given.

Литература

1. Ю.П.Зайченко, Ю.В.Гонта, Структурная оптимизация сетей ЭВМ, Киев: Техник, 1986.
2. Е.Ю.Зайченко, Анализ и синтез структуры глобальных вычислительных сетей, Ки-ЗАО "Укрспецмонтажпроект", 1998.
3. И.В.Максимей, В.Д.Левчук, Г.П.Жогаль и др., Задачи и модели исследования операций, Часть 3. Технология имитации на ЭВМ и принятие решений, Учебное пособие, Гомель, БелГУТ, 1999.

Поступило 20.05.2002