

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АССОЦИАЦИЯ
«ИНФОПАРК»
АКАДЕМИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ
(IST'2006)**

Третья Международная конференция
(Минск, 1–3 ноября 2006 года)

Материалы

В двух частях

Часть 1

**INFORMATION
SYSTEMS AND TECHNOLOGIES
(IST'2006)**

Proceedings of the III International conference
(Minsk, November 1–3, 2006)

In two parts

Part 1

МИНСК
АКАДЕМИЯ УПРАВЛЕНИЯ
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
2006

УДК 681.14 (063)
ББК 32ю81я43+32ю97я43
И74

Редакционная коллегия:

*А.Н. Курбацкий (отв. ред.), Ж.В. Василенко (отв. секр.),
И.В. Совпель, Н.И. Листопад, Ю.С. Харин, М.К. Буза,
С.В. Абламейко, В.В. Краснопрошин, В.М. Котов*

И74 Информационные системы и технологии (IST'2006): третья Междунар. конф. (Минск, 1–3 ноября 2006 г.): материалы: в 2 ч. Ч. 1. / Редкол.: А.Н. Курбацкий, Ж.В. Василенко, И.В. Совпель и др. – Мн.: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2006. – 291 с.
ISBN 985-457-734-1

В первой части сборника приведены материалы, представленные на III Международную конференцию «Информационные системы и технологии (IST'2006)» и охватывающие следующую тематику: технологии программирования, компьютерная безопасность и надежность информационных систем, телекоммуникации и информационные сети, дискретные модели в информатике.

Сборник предназначен для преподавателей высших учебных заведений, научных сотрудников, аспирантов, магистрантов и др.

**УДК 681.14(063)
ББК 32ю81я43+32ю97я43**

**ISBN 985-457-734-1 (ч. 1)
ISBN 985-457-735-X**

© Академия управления
при Президенте
Республики Беларусь, 2006

ОПТИМАЛЬНОСТЬ ОДИНАКОВО – РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ КОНКУРИРУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ

Н.С. Коваленко, П.А. Павлов

*Белорусский государственный экономический университет
Полесский государственный университет*

ВВЕДЕНИЕ

В связи с широким распространением принципов распределенной обработки параллельных процессов актуальными являются проблемы построения и исследования математических моделей этого вида параллелизма, изучения различных режимов взаимодействия процессов в многопроцессорных системах различной архитектуры. Данное сообщение является продолжением работы [1], в которой решены задача сравнительного анализа времен реализации множества одинаково – распределенных процессов в асинхронном и двух синхронных режимах с учетом дополнительных системных расходов, доказаны необходимые и достаточные условия эффективности таких систем конкурирующих процессов в условиях достаточного параллелизма.

В настоящей работе доказаны математические критерии существования эффективных конкурирующих процессов в условиях ограниченного параллелизма, получены необходимые и достаточные условия оптимальности таких систем.

1. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБРАБОТКИ КОНКУРИРУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ

Как и в [1] математическая модель распределенной обработки конкурирующих процессов включает в себя p , $p \geq 2$, процессоров многопроцессорной системы, n , $n \geq 2$, конкурирующих процессов, s , $s \geq 2$, блоков структурированного на блоки программного ресурса, матрицу $[t_{ij}]$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, s}$, времен выполнения блоков программного ресурса конкурирующими процессами. Введем в рассмотрение параметр $\varepsilon > 0$, характеризующий время, затрачиваемое многопроцессорной системой (накладные расходы) на организацию параллельного использования блоков программного ресурса множеством распределенных конкурирующих процессов. Предполагается, что все n процессов используют одну копию структурированного на блоки программного ресурса.

Определение 1. Систему конкурирующих процессов будем называть одинаково – распределенной, если времена t_{ij} выполнения блоков Q_j , $j = \overline{1, s}$, программного ресурса каждым из i -х процессов совпадают и равны t_i для всех $i = \overline{1, n}$, т. е. справедлива цепочка равенств $t_{i1} = t_{i2} = \dots = t_{is} = t_i$ для всех $i = \overline{1, n}$.

Обозначим $T^n = \sum_{i=1}^n t_i$ суммарное время выполнения каждого из блоков Q_j всеми n процессами.

2. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ОДИНАКОВО – РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОНКУРИРУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО ПАРАЛЛЕЛИЗМА

В [2,3] введены и исследованы базовые асинхронный и второй синхронный режимы, возникающие при организации распределенных процессов в условиях конкуренции за общий программный ресурс. Для вычисления наименьшего общего времени выполнения множества конкурирующих неоднородных, однородных и одинаково – распределенных процессов в рамках очерченных режимов получены различные математические соотношения. С учетом параметра $\varepsilon > 0$, характеризующего время дополнительных системных расходов на организацию параллельного использования блоков множеством распределенных конкурирующих процессов, для вычисления минимального общего времени в асинхронном и втором синхронном режимах для класса одинаково – распределенных конкурирующих процессов в случае, когда число процессоров является ограниченным, т. е. $s > p$, имеют место формулы:

$$T(p, n, s, \varepsilon) = \begin{cases} kT_\varepsilon^n + (p-1)t_{\max}^\varepsilon, & \text{при } s = kp, k > 1, \\ (k+1)T_\varepsilon^n + (r-1)t_{\max}^\varepsilon, & \text{при } s = kp + r, k \geq 1, 1 \leq r < p, \end{cases}$$

где $T_\varepsilon^n = \sum_{i=1}^n t_i^\varepsilon$ – суммарное время выполнения каждого из блоков Q_j всеми n процессами с учетом накладных расходов ε , $t_{\max}^\varepsilon = \max_{1 \leq i \leq n} t_i^\varepsilon$, $t_i^\varepsilon = t_i + \varepsilon$.

Определение 2. Одинаково – распределенную систему конкурирующих процессов будем называть эффективной при фиксированных $p, s \geq 2$, если выполняется соотношение $\Delta_\varepsilon(n) = sT^n - T(p, n, s, \varepsilon) \geq 0$, где sT^n – время выполнения блоков $Q_j, j = \overline{1, s}$ всеми n процессами в последовательном режиме.

При наличии двух эффективных одинаково – распределенных систем конкурирующих процессов будем считать, что первая более эффективна, чем вторая, если величина $\Delta_\varepsilon(n)$ первой системы не меньше соответствующей величины второй. Следующее утверждение устанавливает достаточное условие эффективности одинаково – распределенной системы конкурирующих процессов в условиях ограниченного числа процессоров для асинхронного и второго синхронного режимов.

Теорема 1. Если параметры одинаково – распределенной системы $n \geq 3$ конкурирующих процессов в многопроцессорной системе с p процессорами удовлетворяют соотношениям $s \geq 3, n = s \neq 3$ и $0 < \varepsilon \leq \min_{1 \leq i \leq n} t_i$, то рассматриваемая система будет эффективной, если выполняются условия

$$sn \geq \begin{cases} 2(kn + p - 1), & \text{если } s = kp, k > 1, \\ 2((k+1)n + r - 1), & \text{если } s = kp + r, k \geq 1, 1 \leq r < p. \end{cases}$$

Определение 3. Одинаково – распределенная система конкурирующих процессов называется стационарной, если выполняется цепочка равенств $t_1 = t_2 = \dots = t_n = t$.

Ниже для асинхронного и второго синхронного режимов формулируется и доказывается необходимое и достаточное условие существования эффективной системы одинаково–распределенных конкурирующих процессов в случае ограниченного параллелизма в зависимости от величины накладных расходов ε .

Теорема 2. Для существования эффективной одинаково – распределенной системы конкурирующих процессов с заданными параметрами $p \geq 3, T^n, \varepsilon > 0$ необходимо и достаточно, чтобы выполнялись следующие условия:

1) при $s = kp, k > 1,$

$$\varepsilon \leq \begin{cases} \varphi_1\left(\frac{1+\sqrt{p}}{k}\right), & \text{если } \frac{1+\sqrt{p}}{k} - \text{целое,} \\ \max\left\{\varphi_1\left(\left[\frac{1+\sqrt{p}}{k}\right]\right), \varphi_1\left(\left[\frac{1+\sqrt{p}}{k}\right]+1\right)\right\}, & \text{если } \frac{1+\sqrt{p}}{k} - \text{нецелое,} \end{cases}$$

где $\varphi_1(x) = (p-1)T^n(kx-1)/x(kx+p-1)$, а $[x]$ – наибольшее целое, не превосходящее x ;

2) при $s = kp + r, k \geq 1, 1 \leq r < p, \varepsilon \leq \begin{cases} \varphi_2(x), & \text{если } x - \text{целое,} \\ \max\{\varphi_2([x]), \varphi_2([x]+1)\}, & \text{если } x - \text{нецелое,} \end{cases}$

где $\varphi_2(x) = \frac{[(p-1)kx + (r-1)(x-1)] T^n}{x [(k+1)x + r - 1]}$, $[x]$ – наибольшее целое, не превосходящее

$$x, \text{ где } x = \frac{r-1}{(p-1)k+r-1} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{(p-1)k+r-1}{k+1}} \right).$$

3. ОПТИМАЛЬНОСТЬ ОДИНАКОВО – РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ КОНКУРИРУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ

Определение 4. Эффективная одинаково – распределенная система называется оптимальной, если величина Δ_ε достигает наибольшего значения.

В [1] показано, что оптимальную одинаково – распределенную систему достаточно искать среди эффективных одинаково – распределенных систем. Решение задач об оптимальности одинаково – распределенной системы, состоящей из n конкурирующих процессов, в случае достаточного числа процессоров для трех базовых режимов и для асинхронного и второго синхронного режимов в случае ограниченного параллелизма следует из теорем.

Теорема 3. Для того, чтобы эффективная одинаково – распределенная система конкурирующих процессов была оптимальной при заданных $2 \leq s \leq p, T^n, \varepsilon > 0,$

необходимо и достаточно, чтобы она была стационарной и число процессов n_0 в системе равнялось одному из чисел

$$\left[\left[\sqrt{\frac{(s-1)T^n}{\varepsilon}} \right], \left[\sqrt{\frac{(s-1)T^n}{\varepsilon}} + 1 \right] \cap [2, n],$$

в котором функция $\bar{\Delta}_\varepsilon(x)$ достигает наибольшего значения. Здесь $[x]$ означает наибольшее целое, не превосходящее x , n – заданное число.

Теорема 4. Для того, чтобы эффективная одинаково-распределенная система конкурирующих процессов в случае ограниченного параллелизма в асинхронном и втором синхронном режимах была оптимальной при заданных $p \geq 2$, T^n , $\varepsilon > 0$, необходимо и достаточно, чтобы она была стационарной и число процессов n в системе равнялось одному из чисел:

- 1) $\left[\left[\sqrt{\frac{(p-1)T^n}{k\varepsilon}} \right], \left[\sqrt{\frac{(p-1)T^n}{k\varepsilon}} + 1 \right] \cap [2, n], \text{ при } s = kp, k > 1,$
- 2) $\left[\left[\sqrt{\frac{(r-1)T^n}{(k+1)\varepsilon}} \right], \left[\sqrt{\frac{(r-1)T^n}{(k+1)\varepsilon}} + 1 \right] \cap [2, n], \text{ при } s = kp + r, k \geq 1, 1 \leq r < p,$

в котором функция $\bar{\Delta}_\varepsilon(x)$ достигает наибольшего значения, где $[x]$ – наибольшее целое, не превосходящее x , n – заданное число.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные условия эффективности и оптимальности одинаково – распределенных систем конкурирующих процессов имеют многочисленные области применения. В частности, они могут быть использованы при проектировании системного и прикладного программного обеспечения, ориентированного на многопроцессорные системы и вычислительные сети, а также при решении проблем оптимального использования вычислительных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коваленко Н.С., Павлов П.А. Доклады НАН Беларуси. 2005. №6. С. 32–36.
2. Коваленко Н. ., Метельский В. М. Кибернетика и системный анализ. 1996. №1. С. 54–64.
3. Коваленко Н. С., Метельский В. М. Весці НАН Беларусі. 1998. №2. С. 117–121.
4. Коваленко Н. С., Метельский В. М. Весці НАН Беларусі. 1998. № 1. С. 117–122.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

| | |
|--|----|
| П.Ю. Бранцевич, Д.В. Носко. Организация программного обеспечения систем, ориентированных на исследование состояния технических объектов | 8 |
| Ж.В. Василенко. Дополнительное профессиональное ИТ-образование | 12 |
| Ж.В. Василенко, В.С. Щерб. Разработка объектно-логического языка высшего порядка и создание логической базы данных | 14 |
| А.М. Кадан. Технологии Microsoft SQL Server в решении задач хранения и анализа статистической информации региона | 17 |
| Д.А. Кулагин. Программный модуль системы управления бизнес-каталогом информационного Web-сайта | 22 |
| А.Н. Курбацкий. Формирование ИТ-индустрии и реформирование ИТ-образования, как единый процесс | 29 |
| А.Н. Курбацкий, В.А. Чеушев, Сюзь Бинь. Об одной архитектуре систем управления информационными ресурсами | 36 |
| А.Н. Курбацкий, С.И. Максимов. Об эффективном кадровом обеспечении информационных технологий в Республике Беларусь | 40 |
| А.П. Побегайло. Объектно – ориентированный подход к геометрии | 44 |

КОМПЬЮТЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

| | |
|---|----|
| Л.К. Бабенко, А.С. Басан, О.Б. Макаревич. Разработка модели мандатного доступа и анализ существующих моделей в современных СУБД | 51 |
| Л. К. Бабенко, Е.А. Ищукова. Применение распределенных вычислений к задачам теории чисел | 57 |
| Л. К. Бабенко, Е.А. Ищукова. Статистические методы анализа алгоритмов блочного шифрования и их основные особенности | 62 |
| М.Н. Бобов, А.А. Обухович. Архитектура защиты информации в корпоративных сетях | 67 |
| И.Л. Гаврилова, В.Н. Сюрин. Организация вычислений в криптологии с открытыми ключами | 71 |
| Д.П. Глиндзич, Ю.С. Харин. Об одном стеганографическом преобразовании, основанном на разложении случайного процесса по ортонормированному базису | 76 |
| А.А. Грушо, А.В. Князев, Е.Е. Тимонина. Состоятельные критерии обнаружения вторжений в компьютерные системы | 82 |
| А.Е. Жуков. Схемы из обратимых логических элементов: Один подход к изучению однонаправленности | 85 |
| Е. Н. Зайцева, Ю. В. Поттосин. Методы оценки надежности систем с несколькими уровнями работоспособности | 86 |
| К.К. Ключников. Минимизация времени исполнения программы в условиях случайных сбоев | 92 |
| Н.А. Коляда, Ю.А. Чернявский. Адаптивная технология распознавания клавиатурного почерка | 98 |

| | |
|--|-----|
| А.Л. Костевич, И.С. Милованова. О методах статистического анализа выходных последовательностей криптографических примитивов | 104 |
| А. М. Криштофик. Модель оценки уязвимости системы защиты информации | 109 |
| А.М. Криштофик, В.В. Анищенко. Системный подход к управлению информационной безопасностью | 115 |
| О.Б. Макаревич. Научные исследования и подготовка специалистов по направлению «Информационная безопасность» | 122 |
| А.С. Маслов. О группе, порожденной подстановками Фейстеля | 128 |
| Н. В. Медведев. Информационная безопасность мобильных робототехнических комплексов | 132 |
| В.А. Нестеренко. Статистические методы обнаружения нарушений безопасности в сети | 139 |
| Д. П. Рублёв. Метод стеганографии в изображениях на основе биортогональных вейвлетов | 145 |
| В.В. Ступак. О времени восстановления аппаратных средств информационной системы | 150 |
| Ю. С. Харин, А. И. Петлицкий. Об оценивании порядка цепи Маркова с частичными связями | 156 |
| А. Н. Ярмола. О псевдослучайных последовательностях на основе модели INAR | 162 |

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СЕТИ

| | |
|---|-----|
| В.И. Бричковский, В.И. Красовский, М.С. Остапенко. Создание и поддержка коллекций образовательных ресурсов в информационных сетях на основе алгоритмов извлечения информации | 168 |
| А.В. Иода. Оптимизация доступа пользователей НИКС к международным информационным ресурсам | 173 |
| Che Soong Kim, V.I. Klimenok, S.A. Dudin. Priority tandem queueing system as a model of operation of a mobile telephone network | 175 |
| Ч.С. Ким, В.И. Клименок, Д.С. Орловский. Многолинейная ненадежная система обслуживания с марковскими потоками | 181 |
| Che Soong Kim, V. I. Klimenok, V. V. Khramova. BMAP/M/N/0 queueing model operating in random environment | 188 |
| Che Soong Kim, Moon Ho Lee, Alexander Dudin, Valentina Klimenok. Waiting and sojourn times distribution In the SM/PH/N queueing system with broadcasting service discipline | 194 |
| Н.И.Листопад, А. Матрук Аль Даллаен. Модели обеспечения качества обслуживания в компьютерных сетях | 200 |
| Н.И. Листопад. Основные направления информатизации системы образования Республики Беларусь | 204 |
| Е.В. Олизарович, В.Г. Родченко. Об одном методе автоматизации процесса диагностики состояний компьютерной сети | 211 |
| Д.Ю. Пономарев. К вопросу тензорного метода анализа информационных сетей | 215 |
| Т.Ф. Старовойтова. Модель оценки эффективности электронного бизнеса | 219 |

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ И РАСПРЕДЕЛЁННАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ

| | |
|--|-----|
| М.К. Буза, Л.Ф. Зимянин. Оптимизация транспортных средств для кластерных архитектур | 227 |
| Н.С. Коваленко, П.А. Павлов. Оптимальность одинаково – распределенных систем конкурирующих процессов | 232 |
| Н.Р. Торопов. Параллельное решение логико-комбинаторных задач | 236 |
| А.В. Отвагин, А.А. Дудкин. Инструментальная система параллельной обработки изображений интегральных схем | 242 |
| Д.А. Пынькин, П.В. Чеботарёв, Р.Х. Садыхов. Концепция применения виртуальных машин в кластерных распределенных системах | 249 |
| Р.Х. Садыхов, Л.П. Поденок, А.В. Дорогуш, В.В. Ганченко. Алгоритмы тематической обработки мультиспектральных спутниковых снимков в ГИС GRASS с использованием параллельных вычислений | 256 |
| Р.Х. Садыхов, М.Л. Селингер. Специализированная плата стандарта PCI на базе процессоров ЦОС TEXAS INSTRUMENTS для параллельной обработки данных | 262 |
| Р.Х. Садыхов, А.А. Уваров. Алгоритм параллельного синтеза устройств для циклов с зависимостями между итерациями | 268 |
| Е.Д. Стройникова. Алгоритмы цифровой обработки сигналов, использующие структурные особенности некоторых кодов Якоби | 274 |
| Д.И. Черемисинов. Отладка и верификация MPI программ для решения логико-комбинаторных задач | 280 |
| Г.И. Шпаковский, А.Е. Верхотуров. Параллельный алгоритм LU факторизации для многопроцессорных кластеров на основе метода частных сумм (МЧС) | 286 |