1. *Киппхан Г.* Энциклопедия по печатным средствам информации. М.: МГУП, 2003.
2. *Кодиляк М.С., Онищенко Т.Ш.* Вплив способу друку на довговічність документів.// Кваліогія книги. Зб. наук. Праць. УАД. Львів 2006, вип. 10, с. 23-27.
3. *Новак В., Перфильцова И., Мочкорж И.* Математические принципы нечеткой логики. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.
4. *Сомов Е.Е.* Методы офтальмоергономики. Лениград: Наука, 1989.

Поступила 17.02.2011р.

УДК 681.5

В.А. Савченко, к.т.н., с.н.с., НУОУ, м. Київ

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ ПОБУДОВИ ЧАСОВОГО ПРОФІЛЮ

The article highlights the actual aspects of productivity estimation for multiagent decision support system on the basis of time profile

Key words: multiagent system, decision support system

Проектування складних систем підтримки прийняття рішень (СППР) на основі використання мультиагентних технологій в розподіленому інформаційному середовищі вимагає апріорної оцінки продуктивності системи. Особливо критичним це питання є для систем, розгорнутих на мобільних платформах, які не володіють достатніми обчислювальними ресурсами.

Жодна з відомих на сьогодні теорій побудови СППР та інформаційних систем з використанням мультиагентного підходу, висвітлені у роботах Б.М. Герасимова, В.М. Глушкова, Т.А. Гаврилової [1], В.І. Городецького, Д.А. Поспелова, В.Б. Тарасова, Е.А. Трахтенгерца, В.Ф. Хорошевського, А.Н. Швецова [2] та багатьох інших авторів не охоплюють всі ці особливості. Згадані теорії створювалися перш за все з метою побудови математичного апарату для специфікації поведінки елементів ІС, агентів і досліджень їх еквівалентних перетворень. В них не розділяють агента і програмну або фізичну платформу його існування, не визначається роль людини-оператора, з якою взаємодіє агент, а також відсутній час, як метрична величина.

Для того щоб встановити зв’язок між процесами СППР та параметрами фізичного середовища розгортання необхідно визначити часові показники функціонування СППР. Для цього необхідно отримати часову діаграму роботи системи. Цю діаграму можна описати за допомогою часового профілю [3]

$$G(t) = (g_1(t), g_2(t), ..., g_n(t)) , \qquad (1)$$

де $\forall i : 1 \le i \le n$ і $g_i(t)$ – часовий профіль послідовного виконавця SE_i.

Часовим профілем послідовного виконавця (оператора та його агента) SE_i називається однозначна функція $g_i(t)$, визначена на R, з областю значень – множина кортежів виду $< p, s, q, a_i >$, де $p \in P$ – процес , $s \in S(p)$ – крок, $q \in cx(s)$ – дія, $a_i \in w(q_i)$ – атомарний процес послідовного виконавця SE_i.

Знаючи часовий профіль поведінки системи, можна отримати оцінки різних видів продуктивності, а також зв'язати основні форми продуктивності з різними кількісними характеристиками функціонування системи.

Нехай дано мультиагентну систему CS, яка складається з Q послідовних виконавців. Введемо наступний набір змінних, що характеризують функціонування CS:

T – тривалість періоду функціонування CS за астрономічним часом;

J – число завдань, виконаних CS за період спостереження. Завдання можна розуміти як виконання операції, функції, кроку, команди і тому подібне.

Позначимо:

X = J/T – пропускну спроможність системи CS;

U_i – кількість астрономічного часу, який і-й послідовний виконавець з CS, був зайнятий виконанням завдання з J;

$W_i = U_i/T$ – завантаження і-го виконавця;

N_i – загальна кількість дій (дія є складовою частиною завдання), виконаних і-м послідовним виконавцем протягом періоду T.

$Pw_i = U_i/N_i$ – середній час дії на і-ому послідовному виконавцеві (це потужність виконавця, яка залежить від продуктивності його апаратних засобів та організації процесу);

$En_i = N_i/J$ – середнє число дій і-го об’єкта на одну послугу з J.

У цих позначеннях справедлива наступна теорема.

Теорема 1. (про пропускну спроможність).

$\forall$ i: 1 ≤ i ≤ Q ⇒ $X = \dfrac{W_i}{Pw_i En_i}$.

Доведення: $X = \dfrac{J}{T} = \dfrac{J_i}{N_i} \cdot \dfrac{N_i}{W_i} \cdot \dfrac{W_i}{T_i} = \dfrac{1}{En_i} N_i \dfrac{W_i}{U_i} = \dfrac{W_i}{En_i Pw_i}$.

Наслідок: $\forall$ i,j: 1 ≤ i,j ≤ Q ⇒ $\dfrac{W_i}{En_i Pw_i} = \dfrac{W_j}{En_j Pw_j}$.

Це співвідношення є свого роду аналогом рівняння збереження, часто використовуваного в тому або іншому вигляді в моделях фізичних систем. Проте, інформаційні системи мають ряд специфічних особливостей. Одне з них – відсутність інерційності у інформаційних потоків. Образно кажучи, інформація може “виникнути ні з чого” і раптом “зникнути безслідно”. Тому “класичні” рівняння збереження ми тут використовувати не можемо.

Розглянемо деякі актуальні застосування цього закону. Постараємося визначити співвідношення між потужністю послідовного обчислювача Pw_i, числом N_i виконуваних ним дій при рішенні задачі і відношенням часу рахунку U_i до часу обміну O_i : $\lambda_i = O_i/U_i$, де $T \geq O_i + U_i$.

Оскільки послугою тепер є рішення однієї задачі, то $J = 1$ і $X = \dfrac{1}{T} = \dfrac{W_i}{N_i Pw_i}$.

Враховуючи $U_i \leq T - O_i$, то $1 \leq \dfrac{T}{U_i} - \dfrac{O}{U_i}$ $\lambda_i < 1/W_i \approx 1$ $W_i \leq 1/(\lambda_i + 1)$.

Звідки $T/(\lambda_i + 1) \geq Pw_i N_i$, або

$$\frac{T}{(1+\lambda_i)N_i} \geq Pw_i . \tag{2}$$

Визначимо мінімальний час обчислення, який повинен виділятися на один обмін при заданій пропускній спроможності. Для цього представимо $O_i = Ot_i\, m$, тобто розіб'ємо час обміну на m частин. У наших позначеннях ми хочемо визначити $\gamma = \dfrac{U_i}{m}$.

Тоді з (2) отримаємо: $\dfrac{T}{(\dfrac{1+mOt_i}{U_i})N_i} \geq Pw_i$, звідки $T \geq Pw_i N_i (1+\dfrac{Ot_i}{\gamma})$, або

$(1+\dfrac{Ot_i}{\gamma}) \leq \dfrac{T}{Pw_i N_i}$.

Звідки, виражаючи γ, отримуємо: $\gamma \geq \dfrac{Ot_i Pw_i N_i}{T - Pw_i N_i} = Ot_i \dfrac{Pw_i N_i}{T - Pw_i N_i}$.

Тепер завдання про розпаралелювання на заданій мультиагентній системі CS можна сформулювати так:

дано N – загальна кількість дій, які треба виконати за час T;

треба так розподілити ці дії з Q виконавцями щоб:

$$\frac{T}{(1+\lambda_i)N_i} \geq Pw_i ,$$

або $\dfrac{T}{Pw_i} \geq N_i(\lambda_i + 1)$, де $\sum_{i=1}^{m} N_i = N$ і $\lambda_i = \dfrac{O_i}{U_i}$ і $T \geq O_i + U_i$.

Покажемо, як можна отримати набір операційних змінних W, N_i, J і T, знаючи часовий профіль G(t). Візьмемо у якості завдання виконання процесу у системі, а як дію – атомарний процес послідовного виконавця. Тоді:

J=$\sum_{i=1}^{Q} J_i$, де $j_i = \sum_{t_k \in T} g(t_k)$ (t_k – момент закінчення процесу, наприклад, звернення до Stop в профілі g_i).

$U_i = \sum_{p \in P} \int_0^T \chi_p(t_k)dt$, де $\chi_p(t)$ – характеристична функція кроку агента p, тобто $\chi_p(t)=1$ якщо $g_i(t) = p.s.q.a$, де $p \in P$ або $\chi_p(t) = 0$ у протилежному випадку.

$N_i = \sum_{p \in P} \int_0^T \delta_i(t)dt$, де $\delta_i(t)$ – функція, яка приймає значення 1 у момент зміни значення $g_i(t)$ і дорівнює 0 в решту моментів часу.

Тепер розглянемо інший важливий вид продуктивності – час відгуку. Нехай на CS розташовано N агентів, до яких надходять запити. Як раніше згадувані завдання візьмемо виконання j-м агентом ($1 \le j \le N$) запиту. Припускаємо, що N не змінюється протягом періоду спостереження. Введемо наступні позначення:

J – число запитів, виконаних за період спостереження T.

r(k) – загальний час, витрачений k-м агентом на виконання завдання k-го типу (тобто час корисної роботи k-го агента). У цих позначеннях середній час виконання завдання можна виразити так: R = $\frac{1}{J'}\sum_{k=1}^{N} r(k)$.

J' – число завдань, що надійшли в систему за період спостереження ($|J-J'|<N$).

z(k)= T – r(k), тобто час "простою" k-го агента.

У цих позначеннях середній час очікування запиту можна виразити так: Z = $\frac{1}{J'}\sum_{k=1}^{N} (T - r(k))$.

Взаємозв'язок між часом відгуку і пропускною спроможністю системи визначає наступна теорема:

Теорема 3.16 (про час відгуку): $R = \frac{N}{X} - Z\frac{J'}{J}$.

Доказ: $\forall$ k:$1 \le k \le N \Rightarrow$ z(k) + r(k)= T. Звідси $\sum_{k=1}^{N} z(k) + \sum_{k=1}^{N} r(k)$ = NT.

У разі, коли CS - послідовний виконавець $\sum_{k=1}^{N} r(k) \le$ T.

Далі $\sum_{k=1}^{N} z(k) + \sum_{k=1}^{N} r(k) = \frac{NT}{J}$, або, використовуючи раніше введені позначення, можна записати $Z\frac{J'}{J}+R=\frac{N}{X}$, звідки отримуємо підтвердження істинності теореми $R=\frac{N}{X}-Z\frac{J'}{J}$.

Наслідок: Використовуючи теорему про пропускну спроможність, отримуємо: $R=\frac{N\cdot Pw_i\cdot En_i}{W_i}-Z\frac{J'Z}{J_i}$.

У разі N<<J: $R=\frac{N\cdot Pw_i\cdot En_i}{W_i}-Z$.

Тепер розглянемо зв'язок цих двох видів продуктивності з характеристиками, які описують використання ресурсів (пам'яті) в системі. Хай функція Stg(p, t) визначає кількість одиниць пам'яті, займаної процесом p у момент t. Позначимо: $m_t(p)=\int_0^T tg(p,t)dt$ і Str $=\frac{1}{J}\sum_p^N m_t(p)$, де N – це число агентів, які були присутні у момент t = 0, тобто ми не враховуємо динаміки функціонування агентів, а сума береться за всіма p в системі. Тоді кількість пам'яті, яка використовується в системі у момент t дорівнює $m(t)=\sum_{p=1}^{N}$ Stg(p, t).

У цих позначеннях середня кількість використовуваної пам'яті в системі можна виразити як M = $\frac{1}{T}\int_0^T m(t)dt$, або, використовуючи вираз для m(t):

$$M=\frac{1}{T}\int_0^T Stg(p,t)dt=\frac{J}{T}\left(\frac{1}{J}\sum_{p=1}^{N}\int_0^T Stg(p,t)dt\right)=\frac{J}{T}\left(\frac{1}{J}\sum_{p=1}^{N}m_t(p)\right).m_t(p_k)).$$

Звідки отримуємо

$$M = X\ Str. \tag{3}$$

Використовуючи формули часу відгуку і підставивши в неї вираз X з (3), отримаємо

$$R=\frac{N\cdot Str}{M}-Z.$$

Приведені співвідношення дозволяють кількісно оцінити параметри мультиагентної системи, яка повинна володіти бажаною пропускною спроможністю і часом реакції.

Напрямком подальших досліджень у цій сфері є розробка моделей та методів ефективної взаємодії елементів системи з метою оптимізації часових показників та підвищення загальної оперативності СППР.

1. *Гаврилова Т.А.* Базы знаний интеллектуальных систем / *Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский* // – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
2. *Швецов А.Н.* Мультиагентные системы: от формальных моделей к промышленным приложениям // – Вологда: ВГТУ, 2008. – 101 с.
3. *Молонов В.Г.* Комплексный подход к моделированию распределенных вычислительных систем / *В.Г. Молонов, Р.Л. Смелянский* // Программирование. – Т 1. – 1988. – С.57–67

Поступила 13.01.2011р.

УДК 004.056

О.М. Данильченко, к.т.н. ЖДТУ, Житомир
Д.Г. Літвинчук, аспірант ЖДТУ, Житомир
Т.А. Узденов, аспірант ЖДТУ, Житомир

МОДЕЛІ РОЗРАХУНКУ ТРУДОМІСТКОСТІ ОПЕРАЦІЙ КОМУНІКАЦІЇ

Зроблено порівняння трьох моделей трудомісткості операцій передачі даних (теоретично та за наслідками обчислювальних експериментів). Описано такі поняття як латентність та пропускна спроможність, наведено формули для їх розрахунку. Проведено обчислювальний експеримент, який показує ефективність моделі Хокні в порівнянні з двома іншими.
Ключові слова: розподілені системи, трудомісткість операцій комунікації.

Сделано сравнение трех моделей трудоемкости операций передачи данных (теоретически и по результатам вычислительных экспериментов). Описаны такие понятия как латентность и пропускная способность, приведены формулы для их расчета. Проведен вычислительный эксперимент, который показывает эффективность модели Хокни по сравнению с двумя другими.
Библиогр.: 5 найм.
Ключевые слова: распределенные системы, трудоемкость операций коммуникации.

Comparison of three models of labour intensiveness of operations of communication of data is done (in theory and on results calculable experiments). Such concepts as latentness and carrying capacity are described, formulas are resulted for their calculation. A calculable experiment which shows efficiency of model of Khokni as compared to two other is conducted.
Refs: 5 titles.
Key words: distributed systems, labour intensiveness of operations of communication.

Для кластерних обчислювальних систем одним з широко вживаних

