

УДК 004.03:681.5

Косолапов А.А.

**МЕТОДИКА ОЦІНКИ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ КЕРУВАННЯ
РЕАЛЬНОГО ЧАСУ В ПРОЦЕСІ ПРОЕКТУВАННЯ**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту

ім. акад. В. Лазаряна,

Дніпропетровськ, Лазаряна 2, 49010

Kosolapov A.A.

**A METHOD OF EVALUATION OF THE REAL TIME CONTROL SYSTEMS
CHARACTERISTICS IN THE PROCESS OF PLANNING**

Dnepropetrovsk National University of Railway Transport

named. acad. V. Lazaryan,

Dnipropetrovsk Lazaryana 2, 49010

Анот ація. У робот і розглядаєт ься метод оцінки основних інформаційних, часових та інших характеристик систем керування реального масштабу часу в процесі їх системного проектування.

Ключові слова: інформаційні і часові характеристики систем керування реального масштабу часу, ранні стадії проектування комп'ютерних систем.

Abstract. In this paper we describe the use of the method of estimation of basic information, temporal and other characteristics of the real time control systems in the process of their system planning.

Keywords: characteristics of the real time control systems, early stages of the computer systems planning.

Вступ.

Вдосконалення сучасних технологій в промисловості і на транспорті пов'язано з підвищенням інтенсивності виробничих процесів і ускладненням математичних моделей і методів прийняття рішень в автоматизованих системах керування технологічними процесами [3]. У цих умовах інформаційні системи переходять у режим роботи в реальному масштабі часу, коли необхідно враховувати обмеження на час прийняття рішень, порушення яких пов'язане з виробничими втратами або аваріями [5].

Огляд літератури.

В роботі [10] запропоновано науково-методичний підхід до системотехнічного проектування інформаційно-керуючих систем реального масштабу часу. Початковими даними для розрахунку таких систем є:

- опис функціональних програмних блоків (ФПБ), який включає список ФПБ, використовувані ними масиви і коефіцієнти їх використання при кожному виконанні ФПБ, кількість операцій вибраних типів в кожному ФПБ (див. табл. 1);

- опис ф-транзакцій у вигляді орієнтованих вершино і реброво-зважених графів з описом їх параметрів [11];

- опис вибраного заздалегідь типа мікропроцесора і часи виконання операцій згаданих вище типів (приклад опису мікропроцесорів - в таблицях 2, 3 [13]).

Всі початкові дані представляються в табличному вигляді для подальшої обробки.

Слід зазначити, що ФПБ є або програмами (якщо даний блок узятий з бібліотеки програм розробника), або алгоритмами (для відомих алгоритмів керування), або функціями (для нових завдань). Це визначає точність оцінки K_{nl} и $k_{i,l}, op_{i,l}$.

Для вибору набору команд C і отримання K_{nl} можна скористатися методикою "ПОЭТ" [9]. Для нових функцій існують характеристики типових

алгоритмів, які рекомендуються для стадій системного проектування інформаційно-керуючих обчислювальних систем (ІКОС) [1].

Таблиця 1

Опис функціональних програмних блоків

Параметри	Функціональні програмні блоки					
	ϕ_1	ϕ_2	...	ϕ_l	...	$\phi_{ \Phi_{ПБ} }$
Суміш команд (мікс) системи	Кількість операцій відповідного типу в ФПБ, тис. команд					
com_1	K_{11}	K_{12}		K_{1l}		$K_{1 \Phi_{ПБ} }$
com_2	K_{21}	K_{22}		K_{2l}		$K_{2 \Phi_{ПБ} }$
	...					
com_n	K_{n1}	K_{n2}		K_{nl}		$K_{n \Phi_{ПБ} }$
	...					
$com_{ C }$	$K_{ C 1}$	$K_{ C 2}$		$K_{ C l}$		$K_{ C \Phi_{ПБ} }$
Масиви і їх об'єми	Коефіцієнт використання масиву і тип операції					
$m_1(O_1)$	$k_{1,1},$ $op_{1,1}$	$k_{1,2},$ $op_{1,2}$		$k_{1,l},$ $op_{1,l}$		$k_{1, \Phi_{ПБ} },$ $op_{1, \Phi_{ПБ} }$
$m_2(O_2)$	$k_{2,1},$ $op_{2,1}$	$k_{2,2},$ $op_{2,2}$		$k_{2,l},$ $op_{2,l}$		$k_{2, \Phi_{ПБ} },$ $op_{2, \Phi_{ПБ} }$
	...					
$m_i(O_i)$	$k_{i,1},$ $op_{i,1}$	$k_{i,2},$ $op_{i,2}$		$k_{i,l},$ $op_{i,l}$		$k_{i, \Phi_{ПБ} },$ $op_{i, \Phi_{ПБ} }$
	...					
$m_{ M }(O_{ M })$	$k_{ M ,1},$ $op_{ M ,1}$	$k_{ M ,2},$ $op_{ M ,2}$		$k_{ M ,l},$ $op_{ M ,l}$		$k_{ M , \Phi_{ПБ} },$ $op_{ M , \Phi_{ПБ} }$

Таблиця 2

Час виконання арифметичних операцій, нс

Тип аргументу	int				double		
	\wedge	+	*	/	+	*	/
Pentium 4 2,5 ГГц	0,78	0,86	5,6	19	2	2,8	15
CoreDuo 1,8 ГГц	1,1	1,1	2,2	4,2	1,7	2,7	18
Pentium M 1,8 ГГц	1,1	1,1	2,2	8,7	1,7	2,7	17
Athlon 64X2 2,5 ГГц	1,4	1,4	1,6	17	1,8	1,8	8,3

**Число тактів, необхідних для виконання інструкцій на процесорах
Intel P4+**

Інструкція	XOR	ADD	MUL	DIV	FADD	FMUL	FDIV (double)
Затримка обробки	0,5-1	0,5-1	3-18	22-70	5-6	7-8	38-40
Час обробки	0,5	0,5	1-5	23-30	1	2	38-40

Для розрахунку швидкодії обчислювальних систем з метою їх порівняння і вибору використовується велика кількість різноманітних моделей, методів і бенчмарків (benchmark - еталонні тести Linpack, SPEC, SPECfp95, SPECweb97, TPC, WinMark, Winstone 97 і т. і.), але більшість з них орієнтовані на вже розроблені системи і їх практично неможливо використати на ранніх стадіях проектування [1], [12], [14].

Вихідні дані і методи.

У розробленій методиці [6] пропонуються два способи оцінки швидкодії мікропроцесорів на основі даних з таблиць 1,2,3 - середня швидкодія i -ї моделі на суміші завдань системи \tilde{W}_i і середня швидкодія i -ї моделі на суміші φ -транзакцій системи керування, що проектується, \tilde{W}_i^φ .

Для автоматизованих систем керування сортувальною гіркою автором вже були визначені частотні суміші команд, вперше описані в роботі [7]. Проте, очевидно, що їх застосування доцільне тільки в тому випадку, якщо ми орієнтуємося на набір завдань системи АСКРСГ [3]. Для врахування нових алгоритмів і програм керування потрібне коректування частотних характеристик сумішей. У якості С рекомендується використовувати набори команд з таблиць 2 і 3 або методику експериментального програмування "ПОЭТ" [9].

Швидкодія на частотній суміші команд при проектуванні системи для заздалегідь вибраного i -го типу мікропроцесора (МКП) обчислюється таким чином:

$$\tilde{W}_i = \frac{1}{\sum_{n=1}^{|\mathcal{C}|} \xi_n \tau_{ni}}, \quad (1)$$

де ξ_n - частота або ймовірність появи операції n в процесі функціонування системи; τ_{ni} - середній час виконання команди n на мікропроцесорі i -го типу; одиницею вимірювання швидкодії є кількість операцій на суміші завдань системи за секунду - оп/с.

Значення ξ_n обчислюється як

$$\xi_n = \frac{K_n}{\sum_{h=1}^{|\mathcal{C}|} K_h}. \quad (2)$$

Тут K_h - кількість команд h -го типу, які обробляються системою в процесі виконання φ -транзакцій.

K_h обчислюється за формулою (3) з урахуванням даних K_{nl} для кожного ФПБ з таблиці 1 і структури всіх φ -транзакцій, оброблюваних системою, з урахуванням інтенсивностей їх запуску [11].

$$\forall h \in |\mathcal{C}| \quad K_h = \sum_{\forall \varphi_j \in \Phi} \lambda_j * \sum_{\forall \varphi_l \in \varphi_j} k_{lj} * K_{hl}, \quad (3)$$

В формулі (3) $0 < k_{lj} \leq 1$ - коефіцієнт, що враховує зниження кількості операцій в φ -транзакції j в ФПБ l за рахунок попередніх розгалужень і циклів (у зваженому графі). Цей коефіцієнт обчислюється в процесі перетворення структури і обчисленні характеристик φ -транзакцій [11].

Отримана середня швидкодія i -ї моделі на суміші завдань майбутньої системи \tilde{W}_i використовується в запропонованій методиці КСІ [6] для порівняння різних типів МКП при їх виборі, а також для ресурсозберігаючих методів пошуку раціональних структур децентралізованих систем керування [2; 4; 8].

Для сервіс-орієнтованих систем реального масштабу часу, в яких встановлено обмеження на час реакції або час обслуговування кожної φ -транзакції, пропонується обчислювати середню швидкодію i -ї моделі на суміші φ -транзакцій, або \tilde{W}_i^φ , яке вимірюється в кількості середньозважених φ -транзакцій, що обробляються за секунду (" φ – tps " - φ -transaction per second) або за хвилину - " φ – tpm ". Для цього скористаємося виразом (4).

$$\tilde{W}_i^\varphi = \frac{\sum_{j=1}^{|\Phi|} \lambda_j}{\sum_{j=1}^{|\Phi|} \lambda_j T_{ji}}. \quad (4)$$

У даній формулі, оскільки повинна виконуватися умова для вибраного i -го типу МКП (або тактової частоти)

$$\forall j \in |\Phi| \quad T_{ji} \leq t_j^{\text{TP}}, \quad (5)$$

то за (4) можна провести вибір для проекту такого типу МКП мінімальної продуктивності (i вартості), при якому виконується (5). Методика обчислення T_{ji} викладена в [10].

Результати. Обговорення і аналіз.

Знання розробником значень $\forall j \in |\Phi| \quad T_{ji}$ в процесі проектування системи керування реального часу дозволяє для вибраного i -го типа мікропроцесора оцінити, яку частку завантаження процесора дає надання j -го сервісу (j -ї φ -транзакції)

$$\rho_{ji} = \lambda_j T_{ji} \quad \text{и} \quad \forall j \in |\Phi| \quad \rho_{ji} \leq 0,6. \quad (6)$$

Виконуючи розподіл φ -транзакцій по отриманих в результаті структурної оптимізації підсистемах [6], необхідно стежити, щоб в проекті загальне завантаження сервісами кожної підсистеми $f_p \in \mathbb{F}$ не перевищувала допустимої межі (для процесорів це 0,6), тобто

$$\forall f_{pi} \in \mathbb{F}_i \quad R_{pi} \leq 0,6. \quad (7)$$

Іноді встановлюють і нижню межу завантаження (8) з метою ефективного використання обчислювальних ресурсів і зниження загальної вартості ІКОС.

$$\forall f_{pi} \in \mathbb{F}_i \quad 0,1 \leq R_{pi} \leq 0,6. \quad (8)$$

Побудова φ -транзакцій дозволяє оцінити ряд інших дуже важливих для проектування АСК характеристик, зокрема тих, що пов'язані з інформаційними потоками в майбутній системі. В АСК виділятимемо три типи інформаційних потоків: потоки повідомлень (msg), потоки керуючих дій (сигналів, s_k) і потоки на читання і запис інформації з/до масивів майбутньої бази даних.

Інформаційний потік повідомлень, що формується кожною φ -транзакцією j , і передається на периферійний пристрій d_k

$$\pi_{jd_k}^{msg} = \sum_{\forall \phi_l \in \varphi_j \wedge \exists d_k} \lambda_j \hat{p}_{jl} Q_{ld_k j} \quad (9)$$

Загальний сумарний потік повідомлень на приймач d_k в процесі роботи системи складатиме

$$\Pi_{d_k}^{msg} = \sum_{j=1}^{|\Phi|} \pi_{jd_k}^{msg} \quad (10)$$

У φ -транзакціях можуть формуватися потоки керуючих дій, або сигналів s_k , які виводяться через пристрої зв'язку з об'єктом (ПЗО) на пристрої об'єкту керування. Для однієї j -ї транзакції і при кодуванні однієї дії 2-ма байтами (16 біт) вони складуть

$$\pi_{s_{kj}} = \sum_{\forall \phi_l \in \varphi_j \wedge \exists s_k} 16 \lambda_j \hat{p}_{jl} \quad (11)$$

У системі в цілому потік сигналів s_k складатиме

$$\Pi_{s_k} = \sum_{j=1}^{|\Phi|} \pi_{s_{kj}} \quad (12)$$

Потоки інформації, пов'язані з читанням/записом даних з/до масиву i , при виконанні j -ї транзакції можна обчислити таким чином:

$$\pi_{ji}^{\text{чт/зп}} = \sum_{\forall \phi_l \in \Phi_j} \lambda_j \hat{p}_{jl} k_{j,l,i} O_i op_{j,l,i} \quad (13)$$

Сумарний інформаційний потік до масиву i в процесі роботи системи можна обчислити за формулою

$$\Pi_i^{\text{чт/зп}} = \sum_{j=1}^{|\Phi|} \pi_{ji}^{\text{чт/зп}} \quad (14)$$

Загальний інформаційний потік до всіх масивів або потік до центральної бази даних АСК складатиме

$$\Pi_M^{\text{чт/зп}} = \sum_{i=1}^{|M|} \Pi_i^{\text{чт/зп}} \quad (15)$$

Висновки.

Були розглянуті методи оцінки часових характеристик команд і транзакцій, що виконуються комп'ютерною системою в реальному масштабі часу, на основі табличної формалізації початкових даних. Запропоновані методи оцінки швидкодії процесорів на суміші команд системи і на суміші транзакцій. На основі заданого набору табличних початкових даних обчислюються інформаційні потоки повідомлень і керуючих дій, а також інформаційні потоки до бази даних.

Література:

1. Вальков В.М. Микроэлектронные управляющие вычислительные комплексы. Системное проектирование и конструирование [Текст] / В.М. Вальков. — Л : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. — 224 с.

2. Косолапов А.А. Дослідження умов доцільності децентралізації функцій керування в системах гіркової автоматики [Текст] / А.А. Косолапов. ЦИТ: 213-903 // Сборник научных трудов SWorld. 2013. Т. 2. № 2. — С. 37-45.

3. Косолапов А.А. Ключевая роль транспорта в современном мире : монография [Текст] / [авт. кол. : Косолапов А. А., Блохин А. Л., Боряк К. Ф. и др.]. — Одесса : КУПРИЕНКО СВ, 2013. — 163 с. - ISBN 978-966-2769-16-6.

4. Косолапов А.А. Методика выбора технических структур управляющих систем сортировочных горок по критерию эффективного использования вычислительных ресурсов [Текст] / А.А. Косолапов // (в печати). 2014.

5. Косолапов А.А. Моделі дискретних систем реального масштабу часу керування сортувальними гірками. ЦИТ: 312-793 [Текст] / А. А. Косолапов // Сб. научных трудов SWorld. «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития `2012». - Транспорт. Физика и математика. - Одесса. 2012. Т. 2. — С. 46-58.

6. Косолапов А.А. Науково-методичний комплекс системного інтегратора КСІ [Текст] / А.А. Косолапов // Международная научно-практическая интернет конференция "Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании '2014", 17-28 июня 2014. Сб. научных трудов SWorld. Технические науки. Информатика, вычислительная техника и автоматизация. - Иваново: МАРКОВА А.Д. ЦИТ:214-486. 2014. Т. 7. № 2. — С. 69-76.

7. Косолапов А.А. Некоторые характеристики микропроцессоров и микро-ЭВМ и технологических алгоритмов в системах управления роспуском составов на горке [Текст] / Е.М. Шафит, Л.В. Сафрис, А.А. Косолапов // Труды. Межвузовский тематический сборник. Ростов-на-Дону. РИИЖТ. 1982. № 168. — С. 20-23.

8. Косолапов А.А. Підхід до оцінювання витрат на побудову розподілених цифрових керуючих систем [Текст] / А.А. Косолапов // Сб. научных трудов SWorld. - Одесса : КУПРИЕНКО С.В. ЦИТ 414-302. 2014. Т. 3. № 4(37). — С. 60-64.

9. Косолапов А.А. Разработка и применение методов математического моделирования при анализе и проектировании микропроцессорных АСУ технологическими процессами отпуска составов на горках [Текст] : автореф. дис. ... к.т.н. 05.13.07 / Косолапов Анатолий Аркадьевич —Москва : Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ЦНИИ МПС), 1984. — 24 с.

10. Косолапов А.А. Розвиток наукових основ побудови і експлуатації систем автоматизації залізничних сортувальних станцій. 05.22.20 - Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Автореферат на здобуття наукового ступеня д.т.н. [Текст] / А.А. Косолапов. — Дніпропетровськ : Міністерство освіти і науки, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, 2014. — 49 с.

11. Косолапов А.А. Фі-транзакція як основна модель для оцінки інформаційно-часових характеристик сервіс-орієнтованих комп'ютерних систем [Текст] / А.А. Косолапов // Сб. научных трудов SWorld. - Иваново : МАРКОВА АД. ЦИТ 414-301. 2014. Т. 1. № 4(37). — С. 22-26.

12. Майоров С.А. Основы теории вычислительных систем [Текст] / С.А. Майоров, Г.И. Новиков, Алив Т.И. и др. Учеб. пособие для ВУЗов. — М : Высшая школа, 1978. — 408 с.

13. Трифонов П.В. Информатика. Построение и анализ алгоритмов : Учебное пособие для ВУЗов [Текст] / П.В. Трифонов. — Санкт-Петербург : Питер, 2007. — 95 с.

14. Цилькер Б.Я. Организация ЭВМ и систем : Учебник для ВУЗов [Текст] / Б.Я. Цилькер, С.А. Орлов. — Санкт-Петербург : Питер, 2006. — 654 с.

Статья отправлена: 10.03.2015 г.

© Косолапов А.А.