

Итерационный метод организации распределенного проектирования имитационных моделей сложных систем

Якимов А.И.

Кафедра АСУ, электротехнический факультет
ГУВПО «Белорусско-Российский университет»

г. Могилев, Беларусь
e-mail: ykm@tut.by

Аннотация — Рассматривается итерационный метод распределенного построения имитационных моделей в ERP-системах промышленных предприятий, отличающийся использованием понятий ресурсов f -, p -типа и их информационных оценок, что позволяет оценить скорость, качество и риски выполнения проектных работ по разработке имитационной модели в заданные сроки при известных ресурсах f - и p -типа.

Ключевые слова: имитационная модель; информация; количество информации

I. ВВЕДЕНИЕ

Информационные оценки [1] применяются для оценивания качества функционирования элементов аппаратной базы систем обработки информации, для описания динамики информации в процессе алгоритмических вычислений и могут быть использованы для оценивания эффективности процесса построения имитационной модели сложной производственной системы, использующей для управления комплексные информационные ERP-системы [2, 3].

Объективный характер информации дает возможность создавать и использовать соответствующую теорию для описания и оценки систем переработки информации. В качестве единицы количества информации может быть взят логарифм многообразия [1].

II. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ В ERP-СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ

На каждом из этапов при проектировании и эксплуатации имитационной модели (ИМ) реализуются операторы F_i ($i = 1, \dots, N$, где N – общее число этапов)

$$F_i = \{f_{ik} \mid f_{ik} \in F_i, k = 1, \dots, |F_i|\},$$

где f_{ik} – функция оператора F_i .

Использование широкого спектра информационных технологий в комплексных информационных системах позволяет предложить метод распределенного построения имитационных моделей в ERP-системах.

Процесс построения имитационной модели будем представлять последовательностью выполнения операторов F_i , $i = 1, \dots, |\{F_i\}|$. Для реализации F_i требуются ресурсы R_{ij} , $i = 1, \dots, |\{F_i\}|$, $j = 1, \dots, |\{R_{ij}\}|$. Каждый из ресурсов обладает разнообразием знаний, умений, навыков по реализации F_i .

Количество информации, содержащейся в F_i , будем оценивать логарифмической комбинаторной мерой Хартли [1]

$$H(F_i) = \log_2 |\{f_{ik} \mid f_{ik} \in F_i, k = 1, \dots, |F_i|\}|, i = 1, \dots, |F_i|.$$

Будем полагать, что ресурс не может перерабатывать количество информации больше некоторого предельного граничного значения $H_{F_i}^{sup}$,

причем $H_{F_i}^{sup} = H_{F_i} + H_{\bar{F}_i}$, где H_{F_i} – количество информации заданному оператору F_i , $H_{\bar{F}_i}$ – количество информации, не относящееся к заданному оператору F_i : $F_i \cap \bar{F}_i = \emptyset$.

Границы изменения H_{F_i} : $0 \leq H_{F_i} \leq H_{\bar{F}_i}^{sup}$. Не исключается случай, когда требуется решение трудоемкой задачи такой, что $H_{F_i} > H_{\bar{F}_i}^{sup}$. Тогда определяется число ресурсов $n_i = H_{F_i} / H_{\bar{F}_i}^{sup}$.

Ресурсы одного типа для решения поставленных задач используют ресурсы другого типа P , для которых справедливо все вышесказанное для ресурса типа F . Будем полагать их независимыми, т. е.

$$H(F_i, P_i) = H(F_i) + H(P_i).$$

Постановка задачи. Пусть H_p^{sup} – верхняя граница ресурсов p -типа, $\langle H_{p1}, H_{p2}, \dots, H_{pk} \rangle$ – набор ресурсов p -типа, который можно использовать для решения задачи, H_F^{sup} – верхняя граница единицы ресурса f -типа, $H(F)$ – количество информации для переработки f -ресурсами, $\langle H_{f1}, H_{f2}, \dots, H_{fm} \rangle$ – набор ресурсов f -типа, $k_{pi} = \varphi(H_p^{sup}, H_{pi})$ – показатель эффективности i -го ресурса p -типа, $k_{jf} = \varphi(H_F^{sup}, H_{jf})$ – показатель эффективности j -го ресурса f -типа. Требуется выбрать ресурс p -типа для решения задачи за минимальное время.

III. ПОТОКОВАЯ МОДЕЛЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Представим процесс проектирования имитационной модели в виде потокового графа. На i -ой итерации информационные потоки представлены на рис. 1.

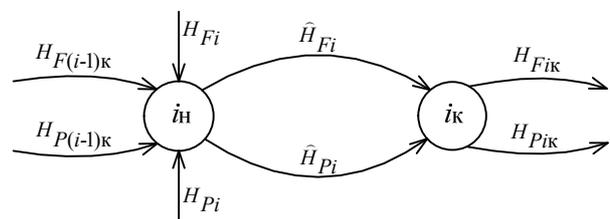


Рис. 1. Потоквая модель i -й итерации проектирования имитационной модели

Композиция операторов проектирования имитационной модели

$$F_{|F_i|} \circ F_{|F_{i-1}|} \circ \dots \circ F_2 \circ F_1.$$

Рассмотрим реализацию оператора F_i при

$$H_{F_i} \leq H_{F_{ij}}^{sup} \mid j = 1, \dots, n_i,$$

где n_i – количество ресурсов, используемых для решения задачи F_i на i -й итерации.

Пусть время t_i решения задачи при $H_{F_i} = H_{F_{ij}}^{sup}$ составляет величину T_i :

$$t_i = T_i \mid H_{F_i} = H_{F_{ij}}^{sup}.$$

Будем рассматривать сложность задачи как разнообразие функций при ее решении и оценивать количеством перерабатываемой информации $H_{F_i} \leq H_{F_{ij}}^{sup}$. Такое условие означает, что сложность задачи не превышает возможностей ее решения j -м ресурсом. В этом случае можно утверждать, что задача должна быть решена быстрее и тогда

$$t_i \leq T_i \mid H_{F_i} \leq H_{F_{ij}}^{sup}.$$

Если задачу решает эксперт, владеющий полностью проблемами предметной области, тогда

$$H_{F_{ij}} = H_{F_i} \mid H_{F_i} \leq H_{F_{ij}}^{sup}.$$

При решении задачи специалистом, не являющимся экспертом в данной предметной области

$$H_{F_{ij}} \leq H_{F_i} \leq H_{F_{ij}}^{sup}.$$

Если $H_{F_{ij}} = H_{F_i} \mid H_{F_i} = H_{F_{ij}}^{sup}$, время решения составляет одну единицу времени

$$T: H_F \rightarrow T = 1 \mid H_F = H_F^{sup}.$$

При $H_P < H_P^{sup}$ определяется величина $\Delta_P = H_P^{sup} - H_P$ и коэффициент эффективности

$$k_{pi} = \varphi(H_P^{sup}, H_{pi}) = \frac{H_P^{sup}}{H_{pi}} \mid k_{pi} = \begin{cases} 1 \mid H_{pi} = H_{pi}^{sup}, \\ \infty \mid H_{pi} = 0. \end{cases}$$

Для $H_F < H_F^{sup}$ также определяется величина $\Delta_F = H_F^{sup} - H_F$ и коэффициент эффективности

$$k_{fi} = \varphi(H_F^{sup}, H_{fi}) = \frac{H_F^{sup}}{H_{fi}} \mid k_{fi} = \begin{cases} 1 \mid H_{fi} = H_{fi}^{sup}, \\ \infty \mid H_{fi} = 0. \end{cases}$$

Примем линейную зависимость выполнения F_i от Δ_F и рассмотрим граничные случаи.

$\Delta_P = 0$ | коэффициент k_{pi} равен 1, означает, что полностью обеспечена программная поддержка выполнения оператора F_i .

$\Delta_P = H_P^{sup}$ | коэффициент k_{pi} равен ∞ , означает, что не обеспечена программная поддержка выполнения

оператора F_i , сложная задача не решается за конечное время.

$\Delta_F = 0$ | коэффициент k_{fi} равен 1, означает, что обеспечено выполнение квалифицированным специалистом задачи (оператора) F_i .

$\Delta_F = H_P^{sup}$ | коэффициент k_{fi} равен ∞ , означает, что оператор F_i реализуется неквалифицированным специалистом, сложная задача не решается за конечное время.

IV. ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Программно-технологический комплекс имитации сложных систем BelSim 2 реализует метод распределенного проектирования имитационных моделей с применением информационных технологий, используемых в комплексных информационных системах [2]. Например, начальные этапы используют следующие информационные технологии:

$$IDEF0 \xrightarrow{R1} UML \xrightarrow{R2} C++ \xrightarrow{R3} ADO \quad (1)$$

На этапах проведения исследований ИМ и ее эксплуатации используются пакет STATISTICA и распределенные вычисления

$$ADO \xrightarrow{R4} STATISTICA \xrightarrow{R5} MPI \quad (2)$$

$$MPI \xrightarrow{R6} STATISTICA \xrightarrow{R7} Solver MS Excel. \quad (3)$$

В преобразованиях (1) – (3) R_k ($k = 1, \dots, 7$) – отношения между операторами F_i этапов проектирования ИМ, реализуемых информационными технологиями и соответствующими CASE-средствами. Например, $R1: \{F1, F2, F3\} \rightarrow \{F4, F5\}$; $R2: \{F4, F5\} \rightarrow \{F6, F7\}$; $R3: \{F6, F7\} \rightarrow \{F8\}$; $R4: \{F8\} \rightarrow \{F9\}$; $R5: \{F9\} \rightarrow \{F10\}$; $R6: \{F10\} \rightarrow \{F11\}$; $R7: \{F11\} \rightarrow \{F12\}$ [4].

При автоматизации проектирования и эксплуатации ИМ могут быть предложены и другие варианты. Для выбора наилучшего из них формулируется оптимизационная задача.

[1] Шилейко, А. В. Введение в информационную теорию систем / Шилейко А. В., Кочнев В. Ф., Химушин Ф. Ф. : под ред. А. В. Шилейко. – М.: Радио и связь, 1985. – 280 с.: ил.

[2] Якимов, А. И. Технология имитационного моделирования систем управления промышленных предприятий : монография / А. И. Якимов. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2010. – 304 с.: ил.

[3] Якимов, А. И. Имитационное моделирование в ERP-системах управления / А. И. Якимов, С. А. Альховик. – Минск: Беларус. наука, 2005. – 197 с.: ил.

[4] Якимов, А. И. О методе распределенного построения имитационных моделей в информационных ERP-системах / А. И. Якимов // Математическое и имитационное моделирование систем. МОДС 2010 : тез. докл. пятой науч.-практич. конф. с междунар. участием, 21–25 июня 2010 г. – Киев: ИПММС НАН Украины, 2010. – С. 174–176.