

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ОПИСАНИЙ ПРОЦЕССА ПО ВРЕМЕННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ НА ЭТАПЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ¹

Аннотация.

Актуальность и цели. Объектом исследования является динамическая составляющая (система предметных зависимостей) концептуальной модели (КМ). Предметом исследования является аналитическая обработка (возможность преобразования описаний) динамической составляющей концептуальной модели по временной характеристике (тактам). Цель работы – разработка метода реструктуризации динамической составляющей по тактам с учетом информационной связности действий для этапа концептуального моделирования, выполняемого при проектировании автоматизированных систем по методологии автоматизации интеллектуального труда.

Материалы и методы. Для исследования возможности реструктуризации динамической составляющей концептуальной модели введено дополнительное описание процесса (алгоритма выполнения задачи) в виде блочных матриц.

Результаты. Разработан метод и методика преобразования описаний динамической составляющей концептуальной модели на уровне признаков. Метод учитывает содержательные характеристики предметных зависимостей – подмножества признаков, участвующих в выполняемых зависимостях (действиях алгоритма) и их взаимосвязь в процессе.

Выводы. Исследование возможности преобразования процесса из последовательного в последовательно-параллельный позволило разработать метод реструктуризации динамической составляющей концептуальной модели по тактам. Применение метода на этапе проектирования автоматизированной системы позволяет выявить возможность сокращения временных затрат на выполнение алгоритма решения задачи.

Ключевые слова: процесс, реструктуризация, динамическая составляющая, концептуальное моделирование, методология автоматизации интеллектуального труда.

О. В. Novoselova, N. V. Solodovnikova

TRANSFORMATION OF PROCESS DESCRIPTIONS BY TEMPORARY CHARACTERISTICS AT THE STAGE OF CONCEPTUAL MODELING

¹ Данная статья подготовлена в рамках выполнения проекта № 17-29- 07057 «Разработка методов реструктуризации и интеграции для семантических и синтаксических представлений при создании систем автоматизации процессов проектирования и управления» по гранту РФФИ.

© Новоселова О. В., Солодовникова Н. В., 2019. Данная статья доступна по условиям всемирной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая дает разрешение на неограниченное использование, копирование на любые носители при условии указания авторства, источника и ссылки на лицензию Creative Commons, а также изменений, если таковые имеют место.

Abstract.

Background. Object of a research is the dynamic component (the system of subject dependences) of the conceptual model (CM). The subject of research is the analytical processing (a possibility of conversion of descriptions) of the dynamic component of the conceptual model according to the time characteristic (time steps). The work purpose is to develop of a method of restructuring of a dynamic component on time steps taking into account the information connectivity of actions for the phase of conceptual modeling. This phase runs at design of automated system on methodology automation of intellectual labor.

Materials and methods. For a research of a possibility of restructuring of a dynamic component of conceptual model additional process description (an algorithm of execution of a task) in the form of block matrixes is entered.

Results. The method and technique of conversion of descriptions of a dynamic component of conceptual model at the level of signs is developed. The method considers information content of subject dependences - subsets of the signs participating in the carry-out dependences (actions of an algorithm) and their interconnection in process.

Conclusions. The research of a possibility the conversion of process from serial to serial-parallel allowed to develop a method of restructuring of a dynamic component of the conceptual model (CM) on time steps. Application of a method at a design stage of an automated system allows to reveal a possibility of reduction of time expenditure on execution of the algorithm of a solution of a task.

Keywords: process, restructuring, dynamic component, conceptual modeling, the methodology automation of intellectual labor (MAIL).

Введение

В соответствии с методологией автоматизации интеллектуального труда, разработанной в МГТУ «СТАНКИН», на этапе концептуального моделирования формируется описание системы знаний (или системы понятий) о предметной области в виде диаграмм и спецификаций. Описание концептуальной модели включают статическую составляющую, динамическую составляющую, их увязку – модель в целом [1].

Статическая составляющая представлена в виде концептуальной структуры, которая описывает систему понятий предметной области. Формирование концептуальной структуры выполняется на семи уровнях. Уровни определяют классы предметных категорий – цикл, процесс, задача, компонент, объект, признак, значение.

Динамическая составляющая модели является декомпозицией задачи на подзадачи. Ее описание выполняется в виде системы предметных зависимостей (СПЗ) 1-го рода в виде диаграммы и спецификаций. Визуальная нотация включает набор элементов (блоков и стрелок); структур из этих элементов: последовательность, итерация, альтернатива, цикл, переключатель; правил построения диаграмм и модели. Состав и структура диаграмм фиксируется в спецификациях. 1-й род системы предметных зависимостей обозначает использование информации только с уровня концептуальной структуры типа «признак» для выполнения действий (предметных зависимостей) при решении задачи. Для преобразования графических описаний необходимо было сформировать описание процесса выполнения зависимостей в другом виде. Для этого был выбран аппарат блочных матриц, который позволил представить систему предметных зависимостей в виде структурного описания.

Структурное описание учитывает пространственно-временные характеристики процесса решения задачи.

Введение такого представления позволяет определить и зафиксировать информационную связность между предметными зависимостями, разработать алгоритм преобразования описаний системы предметных зависимостей по тактам (временной характеристике) и конвейерам (пространственной характеристике) [2]. Аналогичный алгоритм уже был разработан авторами для системы предметных действий на этапе начального моделирования для методологии автоматизации интеллектуального труда [3, 4]:

$$z_{kt} \mathbf{B}_{kt} = \left[\begin{array}{c|c} \mathbf{B}_{kt}^1 & \mathbf{B}_{kt}^2 \\ \hline \mathbf{B}_{kt}^4 & \mathbf{B}_{kt}^3 \end{array} \right].$$

Блоки матрицы определяют следующим образом: матрица-столбец \mathbf{B}_{kt}^1 отражает внешнюю информационную связь z_{kt} сложной предметной зависимости по входным предметным категориям типа «признак»; квадратная матрица \mathbf{B}_{kt}^2 отражает внутреннюю информационную связь между предметными зависимостями $(k+1)$ уровня декомпозиции, входящими в состав сложной предметной зависимости z_{kt} ; матрица-строка \mathbf{B}_{kt}^3 отражает внешнюю информационную связь z_{kt} сложной предметной зависимости по выходным предметным категориям типа «признак»; матрица-элемент \mathbf{B}_{kt}^4 состоит из одного элемента. Элемент показывает, какой тип алгоритмической конструкции описывается в блочной матрице: 1 – последовательность, n – итерация, 0 – альтернатива. Размерность \mathbf{B}_{kt} складывается из размерностей входящих в нее \mathbf{B}_{kt}^1 , \mathbf{B}_{kt}^2 , \mathbf{B}_{kt}^3 , \mathbf{B}_{kt}^4 и равна $m_{kt} = (m+1) \times (m+1)$ [2, 5–7].

До преобразования системы предметных зависимостей представляют в виде структурного описания все сложные предметные зависимости задачи формируют полное структурное описание для задачи в целом и расширенное [2, 5–7].

При формировании полного структурного описания задачи необходимо итерационно, начиная с верхнего уровня, на каждом шаге проводить включение в структурное описание максимально сложной предметной зависимости z_{kt} структурного описания следующего по рангу сложной предметной зависимости $z_{(k+1)h}$ по определенным правилам. Одновременно должны уточняться элементы матрицы, показывающие информационную связность предметных зависимостей на этом уровне разложения.

В процессе выполнения этих действий структурное описание задачи постепенно уточняется описаниями предметных зависимостей более низкого ранга и в результате должно быть сформировано структурное описание задачи в целом. При этом на каждом шаге размерность результирующей матрицы \mathbf{B}_{kt}^* включает размерности \mathbf{B}_{kt} (базовой матрицы) и $\mathbf{B}_{(k+1)t}$ (встраиваемой матрицы).

На основе полного структурного описания формируют расширенное структурное описание $\overline{\mathbf{B}}_{kt}^*$. Данную матрицу получают путем транспонирования элементов матрицы \mathbf{B}_{kt}^{2*} относительно главной диагонали.

Далее, после построения полного структурного описания \mathbf{B}_{kt}^* и расширенного $\overline{\mathbf{B}}_{kt}^*$, можно выполнять преобразование описаний системы предметных зависимостей. Для упрощения формального описания блочная матрица $\overline{\mathbf{B}}_{kt}^*$ копируется в блочную матрицу \mathbf{C}_{kt} : $\overline{\mathbf{B}}_{kt}^* = \mathbf{C}_{kt}$.

2. Преобразование системы предметных зависимостей

В результате выполнения реструктуризации системы предметных зависимостей по временной характеристике может быть сокращено количество столбцов, определяющих такты, в блочной матрице \mathbf{C}_{kt} :

$$\mathbf{C}_{kt} = \left[\begin{array}{c|ccc|ccc} (c_{10}^p)^{1-kt} & (c_{11}^p)^{2-kt} & \dots & (c_{1s}^p)^{2-kt} & \dots & (c_{1m}^p)^{2-kt} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (c_{s0}^p)^{1-kt} & (c_{s1}^p)^{2-kt} & \dots & (c_{ss}^p)^{2-kt} & \dots & (c_{sm}^p)^{2-kt} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (c_{m0}^p)^{1-kt} & (c_{m1}^p)^{2-kt} & \dots & (c_{ms}^p)^{2-kt} & \dots & (c_{mm}^p)^{2-kt} \\ \hline (c_{(m+1)0}^p)^{4-kt} & (c_{(m+1)1}^p)^{3-kt} & \dots & (c_{(m+1)s}^p)^{3-kt} & \dots & (c_{(m+1)(m+1)}^p)^{3-kt} \end{array} \right]$$

Для получения оптимального по тактам структурного описания авторами выполнено формальное описание перемещения элемента главной диагонали матрицы-блока \mathbf{C}_{kt}^2 – предметной зависимости и всех элементов, связанных с ней, на такт ранее. Перемещать элементы можно только при условии отсутствия информационной связности.

В блоке \mathbf{C}_{kt}^3 элементы перемещаются согласно движению элементов главной диагонали. Блоки \mathbf{C}_{kt}^1 , \mathbf{C}_{kt}^4 блочной матрицы \mathbf{C}_{kt} остаются без изменений.

В результате реструктуризации СПЗ 1-го рода получают оптимальное структурное описание по временной характеристике в виде блочной матрицы \mathbf{C}_{kt} , которая содержит сжатое по горизонтали структурное описание матрицы $\overline{\mathbf{B}}_{kt}^*$ [3, 4].

3. Методика реструктуризации системы предметных зависимостей

Методика реструктуризации системы предметных зависимостей по тактам включает следующие шаги, выполняемые итерационно:

– определение на главной диагонали (в строке i , столбце i) элемента – предметной зависимости z_{kt} , определяемой кодом;

– для зафиксированной предметной зависимости проверка значения элемента матрицы, расположенного слева от нее в строке i , столбце $(i - 1)$,

значение определяемого элемента показывает наличие (1) / отсутствие (0) информационной связности;

– если информационная связность отсутствует, то выполняют перемещение всех элементов столбца (код предметной зависимости; элементы, определяющие информационную связность) на такт ранее по определенным правилам;

– переход на следующую строку ($i - 1$) и повторение всех шагов заново.

При перемещении элементов, определяющих информационную связность, в ячейке матрицы столбца ($i - 1$) формируется строка значений, которая отражает состояние информационной связности между предметными зависимостями, расположенными в ($i - 1$) столбце.

Шаги алгоритма выполняются итерационно для каждого элемента, стоящего на главной диагонали, пока не будет идентифицирован первый элемент главной диагонали в первой строке и первом столбце. После завершения прохода по главной диагонали необходимо снова вернуться к ее последней строке и последнему столбцу и начать новую итерацию. Алгоритм прекращает работу, когда не будет возможности сделать ни одного перемещения и все элементы окажутся информационно связанными.

Заключение

Формальное описание преобразования системы предметных зависимостей по временной характеристике описывает возможность реструктуризации последовательной динамической структуры задачи на основе определения информационной связности между зависимостями в последовательно-параллельную. Разработанный алгоритм преобразования системы предметных зависимостей на этапе концептуального моделирования автоматизированных систем показывает возможность сокращения временных затрат на выполнение алгоритма решения задачи при формировании системы знаний предметной области, что в дальнейшем влияет на затрачиваемые временные ресурсы вычислительной среды при работе автоматизированной системы.

Библиографический список

1. **Волкова, Г. Д.** Методология автоматизации интеллектуального труда / Г. Д. Волкова. – Москва : Янус-К, 2013. – 104 с.
2. **Курышев, С. М.** Разработка методов и средств формирования и моделирования представлений проектно-конструкторских задач на этапе предпроектного обследования организации при создании САПР машиностроительного назначения : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Курышев С. М. – Москва, 1999. – 22 с.
3. **Любчикова, О. В.** Моделирование традиционных процессов решения предметных задач / О. В. Любчикова, Н. В. Солодовникова // Автоматизация и информационные технологии (АИТ-2014) : материалы студ. науч.-практ. конф. – Москва : ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», 2014. – С. 96–97.
4. **Новоселова, О. В.** Реструктуризация процесса выполнения задачи по временной характеристике на этапе предпроектного обследования / О. В. Новоселова, О. В. Любчикова // Передовая наука – 2015 : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. Т. 27: Математика. Физика. Современные информ. технологии (Англия, Шеффилд, 30 апреля – 7 мая 2015 г.) / под ред. Michael Wilson. – Sheffield : Science and Education LTD, 2015. – Р. 49–52.
5. **Волкова, Г. Д.** Моделирование предметных задач на ранних этапах автоматизации / Г. Д. Волкова, Н. М. Ефромеев // Компьютерные науки и технологии : те-

- зисы докладов Междунар. науч. конф., посвящ. памяти проф. А. М. Богомолова. – Саратов : СГУ им. Н. Г. Чернышевского, 2012.
6. **Новоселова, О. В.** Моделирование традиционных процессов решения предметных задач на начальном этапе автоматизации / О. В. Новоселова // Эффективные инструменты современных наук – 2014 : материалы X Междунар. науч.-практ. конф. – Чехия, Прага : Publishing House «Education and science», 2014. – С. 23–30.
 7. **Щукин, М. В.** Формальное описание содержания предметных зависимостей при концептуальном моделировании прикладных автоматизированных систем / М. В. Щукин // V-я научная конференция МГТУ «Станкин» и «Учебно-научного центра математического моделирования МГТУ «СТАНКИН» – ИММ РАН» (14–15 мая 2002 г.) : сб. докл. – Москва : МГТУ «Станкин», 2002. – С. 61–65.

References

1. Volkova G. D. *Metodologiya avtomatizatsii intellektual'nogo truda* [Methodology for the automation of intellectual labor]. Moscow: Yanus-K, 2013, 104 p. [In Russian]
2. Kuryshv S. M. *Razrabotka metodov i sredstv formirovaniya i modelirovaniya predstavleniy projektno-konstruktorskiykh zadach na etape predproektnogo obsledovaniya organizatsii pri sozdanii SAPR mashinostroitel'nogo naznacheniya: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk* [Development of methods and tools for the formation and modeling of representations of design and engineering tasks at the stage of a pre-project survey of an organization when creating CAD systems for engineering purposes: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the candidate of engineering sciences]. Moscow, 1999, 22 p. [In Russian]
3. Lyubchikova O. V., Solodovnikova N. V. *Avtomatizatsiya i informatsionnye tekhnologii (AIT-2014): materialy stud. nauch.-prakt. konf.* [Automation and information technology – 2014: proceedings of student scientific and practical conference]. Moscow: FGBOU VPO MGTU «STANKIN», 2014, pp. 96–97. [In Russian]
4. Novoselova O. V., Lyubchikova O. V. *Peredovaya nauka – 2015: materialy XI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. T. 27: Matematika. Fizika. Sovremennyye inform. tekhnologii (Angliya, Sheffild, 30 aprelya – 7 maya 2015 g.)* [Advanced Science – 2015: proceedings of XI International scientific and practical conference. Volume 27: Mathematics. Physics. Modern information technologies (England, Sheffield 30th of April – 7th of May, 2015)]. Sheffield: Science and Education LTD, 2015, pp. 49–52. [In Russian]
5. Volkova G. D., Efromeev N. M. *Komp'yuternyye nauki i tekhnologii: tezisy dokladov Mezhdunar. nauch. konf., posvyashch. pamyati prof. A. M. Bogomolova* [Computer science and technology: proceedings of International scientific conference dedicated to memory of professor A.M. Bogomolov]. Saratov: SGU im. N. G. Chernyshevskogo, 2012. [In Russian]
6. Novoselova O. V. *Effektivnyye instrumentyye sovremennykh nauk – 2014: materialy X Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Effective tools of modern science – 2014: proceedings of X International scientific and practical conference]. Chexkiya, Praga: Publishing House «Education and science», 2014, pp. 23–30. [In Russian]
7. Shchukin M. V. *V-ya nauchnaya konferentsiya MGTU «Stankin» i «Uchebno-nauchnogo tsentra matematicheskogo modelirovaniya MGTU «STANKIN» – IMM RAN» (14–15 maya 2002 g.): sb. dokl.* [V scientific conference of MSTU “Stankin” and “Educational and Scientific Center of Mathematical Modeling MSTU “STANKIN” – IMM RAS” (14-15th of May, 2002): collected articles]. Moscow: MGTU «Stankin», 2002, pp. 61–65. [In Russian]

Новоселова Ольга Вячеславовна

кандидат технических наук, доцент,
кафедра информационных технологий
и вычислительных систем, Московский
государственный технологический
университет «СТАНКИН» (Россия,
г. Москва, Вадковский пер., 3-А)

E-mail: ovnovoselova@yandex.ru

Novoselova Ol'ga Vyacheslavovna

Candidate of engineering sciences, associate
professor, sub-department of information
technology and computing systems,
Moscow State Technological University
“STANKIN” (3A, Vadkovskiy lane,
Moscow, Russia)

Солодовникова Наталия Витальевна

аналитик отдела системного анализа,
Общество с ограниченной
ответственностью «АНсистемс»
(Россия, г. Москва, ул. Русаковская, 13)

E-mail: double_floris@mail.ru

Solodovnikova Nataliya Vital'evna

System analyst,
LLC “ANsystems” (13 Rusakovskaya
street, Moscow, Russia)

Образец цитирования:

Новоселова, О. В. Преобразование описаний процесса по временной характеристике на этапе концептуального моделирования / О. В. Новоселова, Н. В. Солодовникова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2019. – № 1 (49). – С. 34–40. – DOI 10.21685/2072-3059-2019-1-3.