

данных // Штучний інтелект. 2013. № 1. С. 49-54. 5. *Деїт К. Дж.* Введение в системы баз данных. М.: Вильямс. 2005. 1328 с. 6. *Бальченко І.В.* Проблеми розроблення неоднорідних розподілених систем управління базами даних // Технічні науки та технології. 2016. № 2 (4). С. 67-71. 7. *Бобрешов-Шишов Д. И., Саяркин Л. А., Шаров И. А.* Динамическое управление структурой распределенной базы данных / Молодой ученый. 2015. № 7. С. 51-53. 8. *Кайт Т., Кун Д.* Oracle для профессионалов: архитектура и методики программирования, 3-е изд. :Пер. с англ. М.: 000 «ИД. Вильямс». 2016. 960 с. 9. *Афанасьев В.В., Лебедеко Е.В.* Графоаналитическая модель процесса формирования глобальной схемы мультибазы данных с учетом этапов ее реструктуризации // Информационные системы и технологии. 2014. № 1 (81). С.12-18.

*Надійшла до редколегії 11.06.2019*

**Білова Тетяна Георгіївна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри ІУС ХНУРЕ. Наукові інтереси: моделювання бізнес-процесів в органах державної влади та управління, хмарні технології, розподілені бази даних. Адреса: Україна, м. Харків, пр. Науки 14, тел. +38(057)7021451.

---

УДК 004.75

DOI: 10.30837/0135-1710.2019.176.054

*И.А.МАЛЬКОВА*

## **МОДЕЛИ ШАБЛОНОВ ПОВЕДЕНИЯ АГЕНТОВ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАТРАТ НА РЕАЛИЗАЦИЮ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ**

---

В статье рассмотрены вопросы построения логической сети, отображающей поведение агентов мультиагентной системы, с использованием набора шаблонов, представляющих собой типовые фрагменты логической сети. Представлены модели шаблонов в графическом виде и в виде логических формул алгебры конечных предикатов, а также правила применения моделей шаблонов, описывающие ограничения и возможные варианты построения логической сети.

### **1. Постановка проблемы**

Процессный подход к управлению предприятием требует применения знаний, необходимых для непосредственного управления и оптимизации бизнес-процессов (БП). Важным классом БП являются БП с изменяющейся структурой (БПИС).

Реализация цели БПИС выполняется в условиях временных и материальных ограничений. В связи с этим возникает проблема оценки временных и материальных затрат на реализацию различных вариантов БПИС.

Оперирование бизнес-объектом (БО) в условиях временных и материальных ограничений предполагает учет затрат при обработке таких объектов. Для предметной области, связанной с обработкой электронных документов, БПИС предполагает использование в качестве БО электронных документов, что требует проведения мониторинга компьютерных сетей с учетом особенностей процессного подхода.

Исходя из этого, актуальной является проблема мониторинга ресурсов компьютерной сети (КС) с целью получения оценки временных и материальных затрат на обработку БО для принятия обоснованных решений о порядке реализации процедур БП с учетом логических взаимосвязей между ними. Мониторинг обеспечивает необходимые условия для гибкой перестройки последовательности действий БП и выдерживание ограничений на время выполнения БП, что, в свою очередь, требует разработки модели оценки затрат на обработку БО в рамках процессного подхода.

Решение проблемы оценивания затрат ресурсов КС при обработке БО на базе мониторинга состояния ресурсов КС осуществляется посредством мультиагентной системы (МАС) [1,2].

Согласно [1,2] поведение МАС базируется на основе правил взаимодействия агентов, что требует применения логического аппарата для описания взаимодействия агентов и поведения системы в целом. Такой аппарат должен учитывать временные параметры и последовательность выполнения действий. В соответствии с изложенными особенностями

МАС, а также необходимостью оценивания затрат на реализацию БПИС актуальной является проблема формализации поведения агентов МАС.

## 2. Постановка задачи исследования

В рамках изложенной проблемы возникают следующие задачи:

- разработка моделей шаблонов, представляющих собой типовые фрагменты логической сети, отображающей поведение агентов МАС;
- разработка правил применения шаблонов.

Технология Workflow [3-6] ориентирована на построение моделей БП, включая описание последовательности работ. Данная технология использует специальный язык Workflow, основанный на шаблонах (моделях, образцах) Workflow.

Взяв за основу шаблоны Workflow, сформируем минимальный набор шаблонов, достаточный для описания всех возможных траекторий поведения агентов МАС.

Под шаблоном будем понимать структурно-логическую схему, отображающую пару состояний агента, в которых выполняются определенные действия в рамках МАС.

Для решения данной задачи необходимо:

- выделить типовые фрагменты логической сети и представить их в виде шаблонов, взяв за основу шаблоны Workflow;
- определить количество шаблонов, которое должно быть достаточным для того, чтобы описать все возможные траектории поведения агентов;
- разработать модели шаблонов, то есть описать в виде логических формул алгебры конечных предикатов;
- представить модели шаблонов в графическом виде;
- сформулировать правила применения шаблонов - общие правила, описывающие ограничения и возможные варианты построения логической сети.

Главным преимуществом данного подхода является то, что он позволяет ответить на вопрос как строить логическую сеть, отображающую поведение агентов МАС, ориентированной на оценку затрат на обработку объектов БП в распределенной компьютерной сети.

В рамках данной работы описание правил применения шаблонов предлагается выполнить средствами алгебры конечных предикатов, что открывает возможность перехода от алгоритмического описания БП к описанию их в виде уравнений [7].

Предположим, что алфавит букв  $A$  состоит из четырех символов  $\{a,b,c,d\}$ , а алфавит переменных  $B$  - из двух символов  $x, \tau$ . Заданы также следующие логические операции:

- $\rightarrow$  - импликация (если - то);
- $\neg$  - отрицание.

Обозначим действия агента переменной  $x$ , а задержки переменной  $\tau$ .

Переменная  $\tau$  - дискретное время, принимающее значения  $0,1,2,\dots,n$ .

Переменная  $x$  принимает одно значение из множества  $\{a,b,c,d\}$ .

## 3. Модели шаблонов поведения агентов мультиагентной системы

Рассмотрим основные типы шаблонов для построения логической сети.

Шаблон 1 (последовательность).

Описание: действие  $b$  траектории  $t$  выполняется после завершения действия  $a$ , принадлежащего той же траектории  $t$  (рис. 1).

Модель шаблона 1 может быть представлена следующим выражением:

$$x(\tau)^a \rightarrow x(\tau+1)^b \text{ или } \neg x(\tau)^a \vee x(\tau+1)^b. \quad (1)$$

Правило использования: шаблон 1 (последовательность) используется для моделирования последовательности шагов в траектории реализации поведения агентов логической сети.

Шаблон 2 (параллельно распределенный или выполняемый).

Описание: выполнение действия  $a$  создает возможность для выполнения обоих действий  $b$  и  $c$  (рис. 2).



Рис.1. Схема шаблона 1

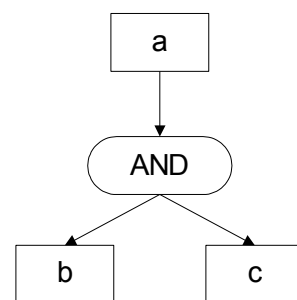


Рис.2. Схема шаблона 2

Модель шаблона 2 может быть представлена следующим выражением:

$$x(\tau)^a \rightarrow (x(\tau+1)^b \vee x(\tau+2)^c) . \quad (2)$$

Правило использования: шаблон 2 (параллельно распределенный или выполняемый) применяется для обеспечения движения агентов по параллельным траекториям. Может быть использован в том месте логической сети, где существует один вход и два выхода, причем после выполнения входного действия приводятся в исполнение оба выходных действия.

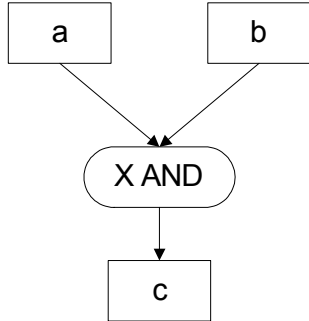


Рис.3. Схема шаблона 3

Шаблон 3 (сходящийся).

Описание: действие с может быть выполнено после завершения обоих действий а и b (рис. 3).

Модель шаблона 3 может быть представлена следующим выражением:

$$(x(\tau)^a \wedge x(\tau)^b) \rightarrow x(\tau+1)^c . \quad (3)$$

Правило использования: шаблон 3 (сходящийся) применяется для обеспечения движения агентов по параллельным траекториям. Может быть использован в том месте логической сети, где существует два входа и один выход, причем завершение обоих входных действий приводит в исполнение одно выходное действие.

Шаблон 4 (исключительный выбор).

Описание: выполнение действия а создает возможность для выполнения одного из действий b или с (рис.4).

Модель шаблона 4 может быть представлена следующим выражением:

$$x(\tau)^a \rightarrow (x(\tau+1)^b \wedge x(\tau+1)^c) . \quad (4)$$

Правило использования: шаблон 4 (исключительный выбор) может быть использован в том месте логической сети, где существует один вход и два выхода, причем после завершения входного действия приводится в исполнение одно из выходных действий.

Шаблон 5 (слияние).

Описание: действие с может быть выполнено после того, как выполнено одно из предыдущих действий а или b (рис. 5).

Модель шаблона 5 может быть представлена следующим выражением:

$$(x(\tau)^a \vee x(\tau)^b) \rightarrow x(\tau+1)^c . \quad (5)$$

Правило использования: шаблон 5 (слияние) может быть использован в том месте логической сети, где существует два входа и один выход, причем после завершения одного из входных действий приводится в исполнение выходное действие.

Шаблон 6 (цикл).

Описание 1: действие b выполняется неоднократно до тех пор, пока не выполнится действие с (рис.6).

Модель шаблона 6 (повторное выполнение одного действия) может быть представлена следующим выражением:

$$x(\tau)^b \rightarrow -x(\tau+1)^c \text{ или } -x(\tau)^b \rightarrow x(\tau+1)^c . \quad (6)$$

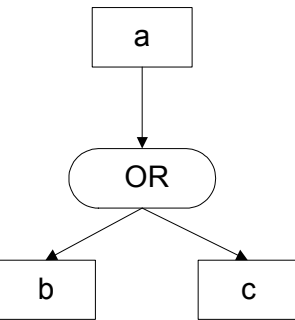


Рис.4. Схема шаблона 4

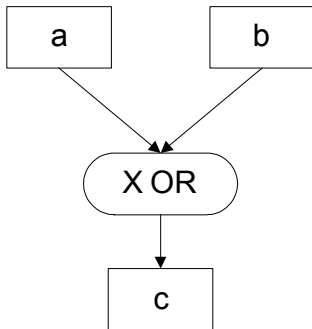


Рис.5. Схема шаблона

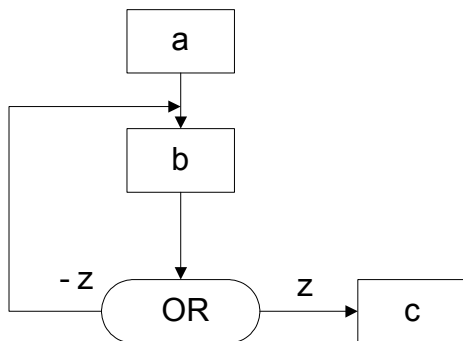


Рис.6. Схема шаблона 6 (повторное выполнение одного действия)

Описание 2: действия b и c выполняются неоднократно до тех пор, пока не выполнится действие d (рис. 7).

Модель шаблона 6 (повторное выполнение нескольких действий) может быть представлена выражением

$$(x(\tau)^b \rightarrow x(\tau+1)^c) \rightarrow \neg x(\tau+2)^d \quad (7)$$

или

$$\neg(x(\tau)^b \rightarrow x(\tau+1)^c) \rightarrow x(\tau+2)^d . \quad (8)$$

Правило использования: шаблон 6 (цикл) может быть использован в том месте логической сети, где одно или несколько действий выполняются неоднократно.

#### 4. Выводы

Предлагается логический подход к формализации поведения агентов МАС с применением математического аппарата алгебры конечных предикатов.

Представлены шесть моделей шаблонов в графическом виде и в виде логических формул алгебры конечных предикатов, а также правила применения моделей шаблонов, описывающие ограничения и возможные варианты построения логической сети.

Главным преимуществом данного подхода является то, что он позволяет ответить на вопрос, как строить логическую сеть, отображающую поведение агентов МАС, ориентированной на оценку затрат на обработку объектов БП в распределенной компьютерной сети.

**Список литературы:** 1. Чалый С.Ф., Макрушан И.А. Модель мультиагентной системы оценивания затрат на обработку объектов бизнес - процессов в распределенной компьютерной сети // Вестник Национального университета «Львівська Політехніка»: «Комп'ютерні науки та інформаційні технології». 2009. № 650. С. 141-150. 2. Jennings N. R., Faratin P., Johnson M. J., Norman T. J., O'Brien P., Wiegand M. E. Agent-Based Business Process Management. Int Journal of Cooperative Information Systems 5 (2&3) 105-130, 1996. 3. Agostini and G. De Michelis. A Light Workflow Management System Using Simple Process Models. Computer Supported Cooperative Work, 9 (3/4). 2000. P. 335-363. 4. Charles Plesums An Introduction to Workflow // Workflow Handbook. 2002. [http://www.wfmc.org/information/introduction\\_to\\_workflow02.pdf](http://www.wfmc.org/information/introduction_to_workflow02.pdf). 5. Carol Prior. Workflow and Process Management// Workflow Handbook.-2003.-www.wfmc.org/information/Workflow\_and\_Process\_Management.pdf. 6. David Hollingsworth. The Workflow Reference Model: 10 Years On // Workflow Handbook 2004. [http://www.wfmc.org/standards/docs.Ref\\_Model\\_10\\_years\\_on\\_Hollingsworth.pdf](http://www.wfmc.org/standards/docs.Ref_Model_10_years_on_Hollingsworth.pdf). 7. Бондаренко М. Ф., Шабанов-Кушнаренко Ю. П. Теория интеллекта: учеб. [для студ. высш. учеб. зав.]. Харьков: НТУ «ХПИ». 2006. 587 с.

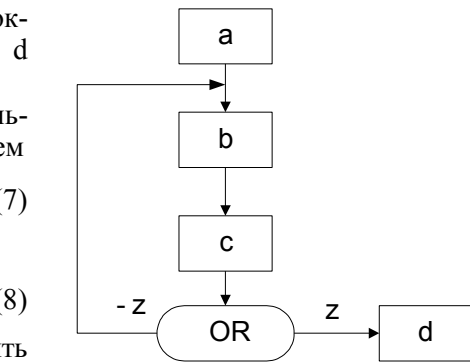


Рис. 7. Схема шаблона 6 (повторное выполнение нескольких действий)

Надійшла до редколегії 24.06.2019

**Малькова Ирина Анатольевна**, ассистент кафедры ИУС ХНУРЭ. Научные интересы: управление бизнес-процессами, системы поддержки принятия решений. Адрес: Украина, 61166, г. Харьков, пр. Науки, 14, тел. +38(057)7021451.