

УДК 004.62:004.942

Е.В. Малахов, канд. техн. наук, доц.,
Т.В. Филатова, магистр.,
С.Г. Ахремчук, магистр,
Одес. нац. политехн. ун-т

БЛОЧНАЯ МОДЕЛЬ МАРШРУТИЗАЦИИ ДОКУМЕНТА

Є.В. Малахов, Т.В. Філатова, С.Г. Ахремчук **Блокова модель маршрутизації документа.** Розглядається проблема розробки математичної моделі маршрутизації документа. Представлено блокову модель маршрутизації документа, а також спосіб зберігання маршрутів документів.

Е.В. Малахов, Т.В. Филатова, С.Г. Ахремчук **Блочная модель маршрутизации документа.** Рассматривается проблема разработки математической модели маршрутизации документа. Представлена блочная модель маршрутизации документа, а также способ хранения маршрутов документов.

E.V. Malakhov, T.V. Filatova, S.G. Akhremchuk. **Document routing block model.** The design problem of a document routing mathematical model. The block document routing model and document routes storage method is presented.

Документ является основным способом представления информации, на основе которой функционирует любое предприятие. Документ (от лат. documentus — доказательство, свидетельство) — материальный объект с зафиксированной на нем информацией в виде текста, звукозаписи или изображения, предназначенный для передачи во времени и пространстве в целях хранения и общественного использования [1]. Создание документов может осуществляться тремя способами:

— *при простом способе* документы создаются с помощью текстового редактора, например, MS Word, на основе шаблонов или уже существующих документов; хранение происходит с помощью файловой системы;

— *при традиционном* необходимо сначала ввести нужные данные в базу данных, где хранятся только данные, сами документы отображаются по запросу в соответствии с заданными правилами;

— *при консолидированном* создание документа начинается непосредственно с шаблона документа, отображающего его в конечном виде — остается заполнить необходимые поля; в базе данных хранятся и документы, и взаимоувязанные между собой данные.

Известны методы, позволяющие проектировать маршрутизацию документа — перемещение его на рабочее место в соответствии с определенным маршрутом — последовательностью прохождения документа по этапам с указанием сроков его выполнения.

Графы используются для реализации интуитивно воспринимаемого представления прикладных задач [2]. Маршрут движения документа строится из отдельных блоков, представляющих типовые задачи, позволяет устранить дублирование при проектировании и реализации документооборота и, тем самым, снизить трудоемкость создания нового маршрута документа и уменьшить объем хранимой информации маршрутов [3].

UML (Unified Modeling Language) позволяет описывать документооборот с разных сторон, например, систему классификации документов можно представить в виде иерархии классов, а маршрутизацию документа можно представить при помощи диаграммы состояний или последовательности [4].

Сети Петри основаны на классической теории графов, являются расширением теории конечных автоматов [5]. Для описания маршрутизации документ обозначается меткой (маркером), позицией является его состояние, переходом — условие, при котором осуществляется переход в нужную позицию. Однако диаграммы сетей Петри чрезвычайно громоздки.

Большое количество систем электронного документооборота хранит полные маршруты документа, которые могут отличаться только несколькими элементами, вследствие этого увеличивается объем хранимой информации и усложняется процесс создания нового маршрута.

Жизненный цикл любого документа состоит из следующих этапов: создание/редактирование, маршрутизация, мониторинг, передача в архив на хранение [6].

Документооборот — это движение документов в организации с момента их создания или получения до завершения исполнения или отправления. Распространенные системы электронного документооборота регулируют правила очередности выставления поручений (задач) для исполнения [5]. Поручение в них состоит из описания документа, срока выполнения, некоторых атрибутов и присоединенных данных. Поручения могут касаться чего угодно, необязательно работы с традиционными документами.

Системы электронного документооборота позволяют решать большое количество задач, важнейшие из которых: централизованное создание, хранение и удаление шаблонов документов, обмен электронными документами, маршрутизация документов и контроль обработки документов.

Предлагается оптимизация маршрутизации документооборота путем формализации представления его содержания и формы на основе уменьшения объема информации, необходимой для хранения маршрута и упрощения анализа изменений маршрута в рамках системы электронного документооборота, если новый формируется на основе уже существующего.

Можно выделить основные подходы к маршрутизации документов:

— *документоориентированный*, при котором документ является основным объектом системы;

— *работоориентированный*, основным объектом которого является работа, к которой может быть прикреплен самый разнообразный список объектов, в т.ч. и документы.

Второй подход является более общим.

Выделяются основные типы маршрутов документов:

— *последовательная маршрутизация*: документ последовательно проходит от одного исполнителя к другому, передача может происходить по истечении контрольного времени либо после завершения работы одним из исполнителей;

— *параллельная маршрутизация*: документ одновременно поступает всем исполнителям, а завершение маршрута происходит, когда все закончат работу с документом.

В предлагаемой модели рассматривается только структура маршрутов документов и не учитывается время их прохождения, поэтому целесообразно считать ее упрощенной моделью маршрута документа X . Маршрут представляется в виде последовательности связанных блоков, характеризующих действия от создания экземпляра документа до его исполнения, и может быть представлен в виде графа.

$$M=(T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7), \quad (1)$$

где $T_i=\langle u_{ij}, t_i \rangle$ — блок;

u_{ij} — исполнитель, связанный с жизненным циклом документа, $i=1, 7$ — индекс блока, $j=1, m$ — количество исполнителей.

t_i — тип блока, $i=1, 7$.

Рассмотрим типы блоков:

t_1 — создание экземпляра документа на основе информации из базы данных; обязательный блок;

t_2 — корректировка содержания или реквизитов документа; возможна после создания экземпляра; необязательный блок;

t_3 — проверка правильности оформления и содержания документа; осуществляется исполнителем (юристом); необязательный блок;

t_4 — согласование документа; в зависимости от типа документа требуется определенное количество подписей; согласование может происходить в произвольном порядке; необязательный блок;

t_5 — изменение структуры и содержания документа; блок необязательный, т.к. на выполнение этого действия могут повлиять внешние условия;

t_6 — утверждение; документ передается на исполнение; обязательный блок;

t_7 — исполнение документа; обязательный блок.

Рассмотрим подробнее блок t_4 — согласование документа.

На графе блока t_4 символами $u_{41}, u_{42}, u_{43}, u_{44}$ обозначены исполнители, X — экземпляр документа (рис. 1). До начала согласования все метки имеют значение 0, после подписания документа значение метки изменяется на 1. Если значения всех меток равны 1, документ прошел согласования.

Структуру документа представим следующим образом: $D = \langle F, M \rangle$, где

F — форма представления документа;

M — маршрут документа (1),

$$F = \{a_x \mid a_x = \langle \gamma_p, m_j, s_k \rangle, x=1, n, p=1, c, j=1, n, k=1, n \},$$

n — количество атрибутов;

c — количество типов атрибута;

γ_p — тип атрибута, например: текст, служебный, данные, дата и т.д.;

m_j — позиция атрибута в документе;

s_k — содержание атрибута.

Для отображения изменений в маршруте документа в виде графа можно использовать две группы массивов данных по три массива каждая [7].

К первой группе относятся следующие массивы:

— номера начальных узлов (НУ); индексами массива являются номера дуг, элементами — номера узлов, из которых они выходят;

— номера первых дуг, которые выходят из начальных узлов (ПДН); индексами являются узлы, а элементами — номера дуг, для которых эти узлы являются начальными;

— номера остальных дуг, которые выходят из начальных узлов (ДН); индексами и элементами являются номера дуг, которые входят в эти узлы.

Ко второй группе относятся следующие массивы:

— номера конечных узлов (КУ); индексами массива являются номера дуг, элементами — номера узлов, в которые они входят;

— номера первых дуг, которые входят в конечные узлы (ПДК); индексами являются узлы, а элементами — номера дуг, для которых эти узлы являются конечными;

— номера остальных дуг, которые входят в конечные узлы (ДК); индексами и элементами являются номера дуг, которые выходят из этих узлов.

Такой метод хранения топологии графа позволяет уменьшить количество операций при поиске информации о маршруте документа за счет прямой адресации к необходимому элементу массива.

Чтобы не хранить полностью маршруты каждого документа, можно использовать несколько базовых и изменения к ним. Это позволит уменьшить объем хранимой информации по маршрутам документов. Базовый маршрут документа — последовательность обязательных типов блоков; изменение в маршруте определенного документа — наличие типа блока, присущего этому документу.

Например, на графе базового маршрута (рис. 2) a_x — атрибуты документа; k_{ij} — переход от операций над одним атрибутом к операциям над другим.

Базовый маршрут с использованием массивов, запишем как

Первая группа массивов			Вторая группа массивов		
k_{12}	НУ	a_1	k_{12}	КУ	a_2
k_{13}	a_1	a_2	k_{13}	a_3	a_3
k_{23}	a_2	a_3	k_{23}	a_3	a_5
k_{35}	a_3		k_{35}	a_5	
	ПДН			ПДК	
	k_{13}			k_{12}	
	k_{23}			k_{23}	
	k_{35}			k_{35}	
				ДК	
				k_{12}	M
				k_{13}	M
				k_{23}	k_{13}
				k_{35}	M

Маршрут документа X имеет вид, представленный на рис. 3.

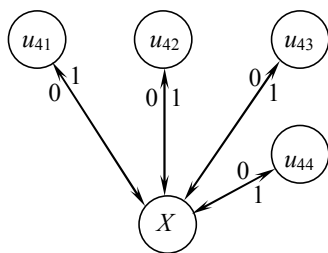


Рис. 1. Граф блока t_4 согласования документа

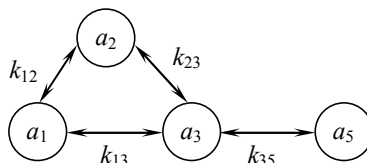


Рис. 2. Базовый маршрут документа

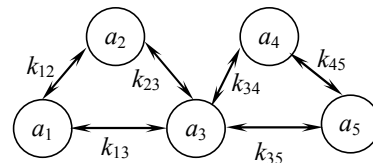


Рис. 3. Маршрут документа

Изменения относительно базового маршрута (атрибут документа α_4) записываются в массивы в виде двух групп массивов по три массива

	<table><tr><td>НУ</td></tr><tr><td>a_3</td></tr><tr><td>a_4</td></tr></table>	НУ	a_3	a_4	a_3	<table><tr><td>ПДН</td></tr><tr><td>k_{34}</td></tr><tr><td>k_{45}</td></tr></table>	ПДН	k_{34}	k_{45}	a_4	k_{34}	<table><tr><td>ДН</td></tr><tr><td>k_{35}</td></tr><tr><td>M</td></tr></table>	ДН	k_{35}	M	k_{45}	k_{34}	<table><tr><td>КУ</td></tr><tr><td>a_4</td></tr><tr><td>a_5</td></tr></table>	КУ	a_4	a_5	a_4	<table><tr><td>ПДК</td></tr><tr><td>k_{34}</td></tr><tr><td>k_{45}</td></tr></table>	ПДК	k_{34}	k_{45}	a_5	k_{34}	<table><tr><td>ДК</td></tr><tr><td>M</td></tr><tr><td>k_{35}</td></tr></table>	ДК	M	k_{35}	k_{45}
НУ																																	
a_3																																	
a_4																																	
ПДН																																	
k_{34}																																	
k_{45}																																	
ДН																																	
k_{35}																																	
M																																	
КУ																																	
a_4																																	
a_5																																	
ПДК																																	
k_{34}																																	
k_{45}																																	
ДК																																	
M																																	
k_{35}																																	

Выигрыш в объеме хранимых данных для выбранного примера определяется относительно хранения полного маршрута документа X . Каждому массиву соответствует таблица, содержащая два поля для полного варианта хранения маршрута и три поля для хранения изменений. Пусть элемент массива требует для хранения 2 байта. Несложно рассчитать уменьшение объема хранимой информации за счет хранения только изменений в маршруте, а не полного маршрута документа. Объем, необходимый для хранения полного маршрута, — 136 байт, а для хранения соответствующих изменений — 72, т.е. меньше на 64 байта. Объем хранимой информации будет зависеть от количества базовых маршрутов и их изменений.

Кроме того, в рамках предлагаемой модели изменения маршрута хранятся отдельно от базового. Если необходимо провести анализ любых изменений маршрута, разделение данных упростит работу: изменения можно рассматривать и как часть полного маршрута, и по отдельности. В то же время для восстановления полных маршрутов требуется дополнительная операция, заключающаяся в соединении базового маршрута и изменений.

Таким образом, предложенная блочная модель маршрута документа позволяет не только уменьшить объем хранимых данных, но и структурирует множество данных, описывающее маршруты документов.

Литература

1. Прохоров, М.С. Советский энциклопедический словарь / М.С. Прохоров — М.: Сов. энцикл., 1984. — 1600 с.
2. Глушков, В.М. Введение в АСУ / В.М. Глушков — К.: Техніка, 1972. — 312 с.
3. Georgakopoulos, D. An Overview of Workflow Management: From Process Modeling to Workflow Automation Infrastructure / D. Georgakopoulos, M. Hornick, A. Sheth // Distributed and Parallel Databases. — 1995. — № 3. — P. 119 — 153.
4. Hruby, P. Specification of Workflow Management Systems with UML / P. Hruby // Proc. of the 1998 OOPSLA Workshop on Implementation and Application of Object-oriented Workflow Management Systems. — 1998. — P. 18 — 22.
5. Van der Aalst, W. The Application of Petri Nets to Workflow Management / W. van der Aalst // The J. of Circuits, Systems and Computers. — 1998. — № 8. — P. 21 — 66.
6. Завозкин, С.Ю. Прототип системы движения документов в системе электронного документооборота КемГУ / С.Ю. Завозкин // Сб. тр. молодых ученых Кемеров. гос. ун-та, посвящен. 60 летию Кемеров. обл. / Кемеров. госуниверситет. — Кемерово: Полиграф, 2003. — 67 — 72.

-
7. Малахов, Е.В. Основы проектирования баз данных / Е.В. Малахов — Одеса: Наука і техніка, 2006. — 156 с.

Рецензент д-р техн. наук, проф. Одес. нац. политехн. ун-та Крисюков В.А.

Поступила в редакцию 13 мая 2008 г.