

УДК 519.6

Верификация WorkFlow-моделей с применением сетей Петри*

А.А. ВОЕВОДА, И.В. ЗИМАЕВ

На примере простой клиент-серверной синхронизации данных демонстрируется возможность перехода от диаграмм UML к технологии Microsoft Workflow, с возможностью применения аппарата сетей Петри в качестве метода формальной проверки правильности модели. Демонстрируется верификация алгоритма и исправление ошибок проектирования.

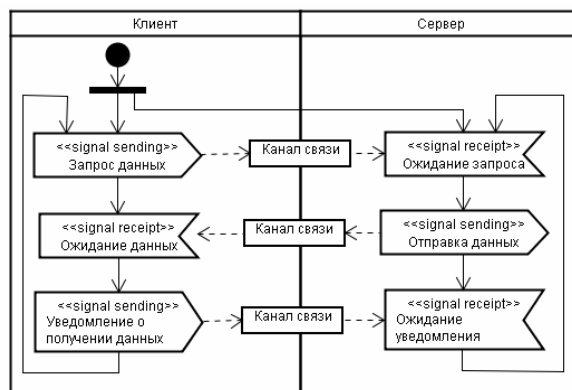
Ключевые слова: UML, сети Петри, поток процессов, программная инженерия, верификация потока процессов.

ВВЕДЕНИЕ

Фактическим стандартом для проектирования архитектуры программного обеспечения стал язык UML, принципиальное ограничение которого заключается в отсутствии механизмов верификации диаграмм [5]. Для решения данной задачи зачастую применяется формализм сетей Петри. Для перевода UML-диаграмм в сети Петри разработаны различные правила [1–5], но задача автоматической трансляции окончательно не решена. Одним из вариантов современного развития визуального представления процессов является технология Microsoft Workflow Foundation [6], позволяющая моделировать сложные потоки действий, расширять набор атомарных блоков, синхронизировать модель с ее программной реализацией и запускать работу модели. Для верификации WF-моделей предлагается использовать аппарат сетей Петри.

1. UML-ДИАГРАММА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Рассмотрим в качестве рабочего примера упрощенную модель клиент-серверного приложения, в котором клиент периодически запрашивает у сервера результаты неких вычислений. Диаграмма деятельности, отражающая данную модель, представлена на рис. 1.



* Получена 14 мая 2010 г.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, конкурс НК-81П, госконтракт №П694 от 12.08.2009 г.

Рис. 1. Диаграмма деятельности, отражающая процесс сетевого взаимодействия

На схеме можно увидеть 2 параллельных потока работы («клиент» и «сервер»), каждый из которых представляет собой замкнутую последовательность действий (вертикальные стрелки), инициация переходов связана с событиями (горизонтальные стрелки). На границе потоков обычно указываются объекты, используемые в приводимых операциях. На рис. 1 таким объектом является канал передачи данных. Размещение используемых в алгоритме ресурсов предлагается [4] использовать для объединения структурного и динамического представления модели, что упрощает автоматическую трансляцию в сеть Петри. Полученная схема наглядна и удобна, однако, весьма малоинформативная по части работы данного алгоритма на практике.

2. ПОНЯТИЕ WORKFLOW-MODEЛЕЙ

Данная технология ориентирована на визуальное представление взаимодействующих процессов [6], но в отличие от UML обладает более формальным синтаксисом и возможностью исполнения (имитации работы). Структурной единицей WF-модели является деятельность (activity), под определение которой попадает любой шаг алгоритма работы программы, рассматриваемый как неделимый (атомарный). Среда WF предлагает широкий (относительно UML) набор стандартных действий и возможность добавлять новые. Используя данную технологию, становится возможным собирать программу из «строительных блоков», переставлять их местами, задавать им различные свойства и запускать работу полученной модели. WF-модель, аналогичная UML-диаграмме (рис. 1), представлена на рис. 2.

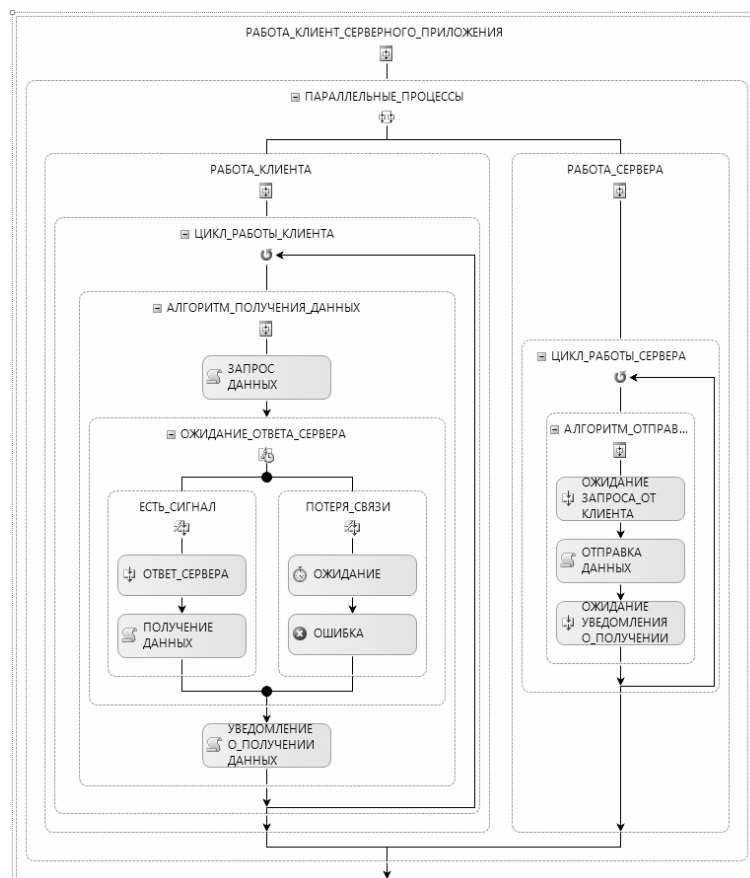


Рис. 2. WF-модель клиент-серверного взаимодействия

Структура графа деятельности в целом идентична UML-схеме, поскольку используемые элементы WF-модели эквивалентны определенным конструкциям диаграмм деятельности. В модели использованы следующие компоненты: Parallel – для разделения потоков деятельности, Code – для обозначения действий, HandleExternalEvent – для обозначения элемента ожидания внешнего сигнала, Delay – для временной задержки, Terminate – для выдачи сообщения об ошибке, Listen – для отслеживания нескольких условий.

Практическая ценность подобной модели выше простой блок-схемы, поскольку для каждого элемента задаются свойства, позволяющие имитировать работу модели. Однако даже имитация работы не позволяет выявить все потенциальные ошибки алгоритма. Идея использования формализма сетей Петри для WF-моделей нашла свою реализацию в специализированных языках (например, язык YAWL [7]), однако ввиду своей сложности они не получили своего дальнейшего развития. Целесообразным видится вариант трансляции WF-модели в сеть Петри (аналогично UML), без введения нового языка (рис. 3, а). Работа сети позволит построить дерево всех возможных состояний системы. Правила трансляции стандартных элементов WF-моделей идентичны правилам трансляции UML-диаграмм [2, 3, 5]. Согласно [4] транслируются объекты структуры (определяемые в WF-модели как данные класса). Действие ожидания транслируется как переход с основной и дополнительной (для получения маркера события) позиций.

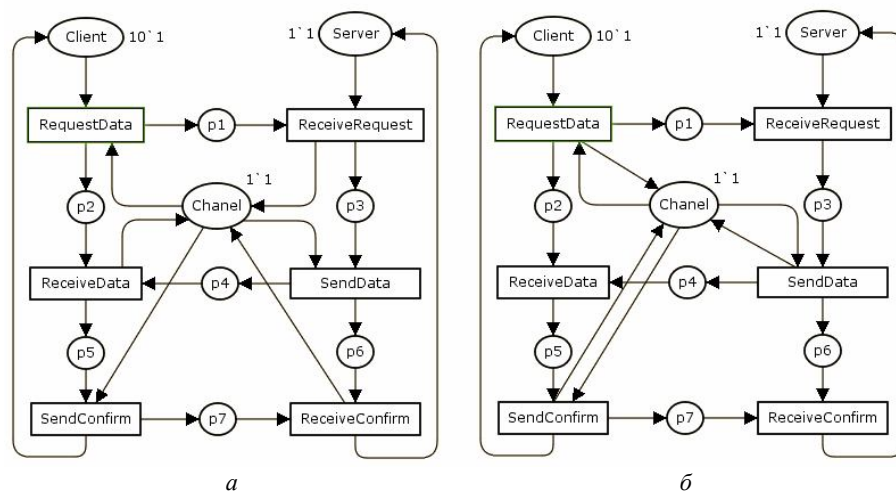


Рис. 3. Полученная (а) и улучшенная (б) сеть Петри

В позиции Client находится 10 маркеров, что имитирует параллельную работу 10 клиентов. Сервер и канал связи представлены в единичных экземплярах. Для срабатывания перехода RequestData необходимо наличие маркера клиента и канала связи, в результате чего выставляется позиция p1 (передача сообщения серверу) и p2 (ожидание данных). Сервер, получив запрос (и тем самым освободив канал), начинает передачу данных (SendData), снова занимая для этого канал (из позиции Channel изымается маркер). По аналогии протекают все шаги сетевой синхронизации. Моделирование сети на рис. 3, а в среде CPNTools выявило, что сеть обладает 3-мя тупиковыми маркировками, что означает потенциальную ошибку в работе будущей системы. Эксперименты по моделированию сети показали, что тупиковые маркировки исчезают, если число каналов связи равно числу клиентов. При более детальном рассмотрении симуляции становится очевидна ошибка сети, которая исправлена на рис. 3, б. Когда по сети происходит передача запроса, канал связи не освобождается сразу, поэтому в случае нескольких параллельно работающих клиентов возможен конфликт доступа. Для исправления ошибки необходимо сразу после запроса освободить канал связи, имитация второго варианта сети Петри ошибок не выявила.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перспективную и стремительно развивающуюся технологию Microsoft Workflow Foundation предложено дополнить верификатором на основе сетей Петри, позволяющим выявлять ошибки проектирования модели, аналогично тому, как это происходит в случае использования UML-диаграмм. Поскольку WF-модели являются расширением возможностей UML-диаграмм деятельности, возможным развитием данной технологии можно считать дополнение набора базовых элементов и поддержка автоматической проверки модели на основе сетей Петри, что призвано ускорить процесс разработки программного обеспечения и повысить его качество.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Воевода А.А., Зимаев И.В. Моделирование системы многоканальной визуализации с использованием аппарата сетей Петри // Сб. науч. тр. НГТУ. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008. – № 3(53). – С. 45–50.
- [2] Воевода А.А., Зимаев И.В. Об особенностях преобразования UML-диаграмм деятельности в сети Петри // Сб. науч. тр. НГТУ. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – № 2(56). – С. 79–89.
- [3] Зимаев И.В. О возможности автоматической трансляции uml диаграмм деятельности в сети петри // Сб. науч. тр. НГТУ. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – № 1 (59). – С. 149–156.

- [4] **Зимаев И.В.** Интеграция структурных и динамических моделей // Сб. науч. тр. НГТУ Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – № 3 (61) – (в печати).
- [5] **Коротиков С.В., Воевода А.А.** Применение сетей Петри в разработке программного обеспечения центров дистанционного управления и контроля // Науч. вестн. НГТУ. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2007. – № 4 (29). – С. 15–30.
- [6] Christian Nagel, Bill Iven, Jay Glynn, Karli Watson, Morgan Skinner, C # 2005 and the platform. NET 3.0 for professionals // Wiley, John, 2007. – 1296 p.
- [7] Van der Aalst, A.H.M. ter Hofstede. YAWL: Yet Another Workflow Language // <http://www.yawlfoundation.org>

Воевода Александр Александрович, доктор технических наук, профессор кафедры автоматизации НГТУ. Основное направление научных исследований – управление многоканальными объектами. Имеет более 250 публикаций. E-mail: vovoda@ucit.ru

Зимаев Игорь Валентинович, аспирант кафедры автоматизации НГТУ. Тема научной работы – использование UML диаграмм и аппарата сетей Петри как формальных методик анализа архитектуры программного обеспечения. Имеет 8 публикаций. E-mail: topspace@mail.ru

A.A. Voevoda, I.V. Zimaev

Verification of workflow-models using Petri-nets

Used a simple example of client-server data synchronization demonstrates the possibility of transition from the UML diagrams to Microsoft Workflow, with the possibility of applying the Petri nets as a formal method models validation. The verification of the algorithm and the correction of design errors showed.

Key words: UML, Petri net, workflow, software engineering, workflow verification