

Хубаев Г. Н., Щербаков С. М.

Интеграция визуального и имитационного моделирования деловых процессов предприятия: принципы и инструментарий

Излагается концепция имитационного моделирования деловых процессов на основе диаграмм языка UML. Рассматриваются основные принципы предлагаемого подхода, процесс формирования имитационной модели и проведения моделирования, используемые компоненты имитационной модели. Особенности предлагаемого подхода являются интеграция визуального и имитационного моделирования, использование диаграмм языка UML для представления деловых процессов и автоматизированный синтез программного кода имитационной модели.

Ключевые слова: деловые процессы, визуальное моделирование, имитационное моделирование, язык UML

Каждый производственный или управленческий процесс может быть представлен в виде совокупности подчиненных процессов. Осуществление любой из операций требует затрат тех или иных ресурсов: энергии, труда, материалов. При этом практически все деловые процессы, связанные с производством и реализацией товаров и услуг, являются в той или иной степени случайными по затратам времени [1]. Случайной является и величина затрат всех ресурсов, необходимых для осуществления делового процесса или его отдельной операции.

Имитационное моделирование деловых процессов на предприятии позволяет с достаточной (приемлемой для практики) точностью рассчитать затраты ресурсов на исполнение делового процесса за определенный период времени, оценить эффективность их использования, сравнить варианты организации деловых процессов и выработать рекомендации по их рационализации [1; 2, С. 96–99; 4].

1. Основные принципы имитационного моделирования деловых процессов на предприятии.

Для целей оптимизации хозяйственной деятельности предприятия можно получить характеристики моделируемого процесса и оценить предложения по совершенствованию деловых процессов, осуществляемых компанией. Основные принципы предлагаемого нами подхода к организации этой деятельности можно свести к следующему:

1)

Интеграция визуального и имитационного моделирования. Учет этого принципа позволяет обеспечивать единство процесса исследования системы на качественном и количественном уровне, дает возможность автоматизированного формирования программного кода имитационной модели деловых процессов, снижает затраты труда на проведение моделирования.

2)

Использование языка UML для представления моделей деловых процессов. Спецификацию структуры деловых процессов предлагается проводить с использованием диаграмм унифицированного языка моделирования UML, который в настоящее время является промышленным объектно-ориентированным стандартом языка моделирования бизнес-процессов и информационных систем [4, 9, 10]. Построение UML-моделей позволяет структурировать предметную область анализа, сформировать визуальное представление о моделируемых процессах. Этот метод обеспечивает возможность рассмотрения системы на разных уровнях абстракции и с разных точек зрения.

3)

Автоматизированный синтез имитационной модели на основе диаграмм языка UML. Модели деловых процессов, построенные с помощью диаграмм языка UML, рассматриваются как основа для автоматизированного формирования имитационных моделей.

Проблематика использования языка UML совместно с методом имитационного моделирования в последнее время вызывает интерес преимущественно у зарубежных ученых, в публикациях которых рассматриваются разнообразные задачи, возникающие перед исследователями и практиками, работающими в этой области. Одной из основных задач подобного плана является построение алгоритмов и программных средств трансляции UML-моделей в известные нотации (например, сети Петри) для дальнейшей оценки производительности программной системы с помощью аналитических методов или метода имитационного моделирования [6; 7; 8]. Актуальна и задача расширения языка UML для задания временных параметров функционирования программной системы [8]. Кроме того, исследователями акцентируется и значение разработки механизмов имитационного моделирования работы программной системы, осуществляемой на основе ее спецификаций [6; 11].

Отметим, что практически все работы в данной области сосредоточены на вопросах построения моделей при создании программного обеспечения. При этом главной своей задачей авторы считают возможность оценки производительности программной системы на стадии проектирования [8].

По нашему мнению, задача имитационного моделирования деловых процессов с использованием языка UML также представляет значительный теоретический интерес и актуальна для практики, поскольку при ее решении появляется возможность не только оперативно получить характеристики моделируемого процесса, но и оценить эффективность различных вариантов его рационализации [3].

2. Этапы моделирования на основе языка UML и компоненты имитационной модели. На рисунке 1 представлена общая схема процесса имитационного моделирования. Она состоит из следующих этапов:

1)

Построение имитационной модели в терминах предлагаемой методологии имитационного моделирования. Для описания системы в общем виде используется диаграмма прецедентов языка UML, а деловые процессы, исполняемые в изучаемой системе, представляются с помощью диаграммы деятельности. Переменные имитационной модели позволяют задать числовые характеристики изучаемых процессов и при необходимости учесть их стохастический характер.

2)

Автоматическая генерация программного кода имитационной модели. На основании компонентов имитационной модели производится автоматическое формирование программного кода и его компоновка.

3)

Компиляция программного кода.

4)

Прогон модели и анализ результатов моделирования.

На рисунке 2 показаны элементы модели, связи между ними и соответствие между элементами модели и изучаемой системой. Для демонстрации взаимосвязи элементов модели используется формат семантической сети. Волнистая линия на рисунке отделяет сущности предметной области от компонентов имитационной модели. Рассмотрим основные компоненты имитационной модели и их назначение.

Переменная – это базовый элемент имитационной модели. Переменная модели идентифицируется с помощью уникального в рамках модели имени. При генерации программного кода переменной модели будет соответствовать переменная программы. Целевая переменная выбирается при формировании программного кода имитационной

модели. Непосредственным результатом прогона сформированного программного кода является множество полученных значений целевой переменной, по которым рассчитываются основные статистические характеристики, и затем строится гистограмма значений целевой переменной. Таким образом, целевая переменная представляет выходной параметр модели, например: суммарные затраты труда, объем продаж, прибыль и т.д. В имитационной модели используются различные виды переменных, важнейшими из которых являются: аргумент, функция, фактор имитационного эксперимента и процесс.

Переменная-аргумент представляет в модели действие случайных факторов, оказывающих влияние на изучаемую систему, таких как время выполнения единичной операции, число позиций в поступившем заказе на производство и т.д. При прогоне имитационной модели значение переменной-аргумента будет сгенерировано в соответствии с выбранным законом распределения и его параметрами.

Переменная-функция зависит от других переменных, в том числе других переменных-функций. Значение переменной-функции рассчитывается по заданной формуле.

Переменная-фактор имитационного эксперимента используется при построении плана имитационного эксперимента. Имитационный эксперимент позволяет оценивать влияние различных факторов и искать эффективные сочетания их значений.

Диаграмма деятельности. Для представления делового процесса используется диаграмма деятельности (Activity Diagram) языка UML. Значение связанной с диаграммой переменной-процесса может быть интерпретировано как затраты труда на выполнение делового процесса или как его стоимость.

Пример диаграммы деятельности представлен на рисунке 3. Показаны компоненты модели: дорожки, блоки различных видов и такие конструкции как условие и цикл. Диаграмма деятельности включает блоки различных типов и связи между блоками.

Блоки могут быть распределены по плавательным дорожкам.

Блок операции позволяет определить операцию делового процесса. С операцией связывается переменная, значение которой соответствует затратам труда на выполнение этой операции или ее стоимость. Так может быть учтен случайный характер времени выполнения операции.

Рис.1. Этапы имитационного моделирования

Рис. 2. Элементы имитационной модели

Рис. 3. Пример диаграммы деятельности, представляющей деловой процесс

Блок условия позволяет моделировать разные варианты исполнения делового процесса с помощью ветвлений и циклов.

При организации ветвления задаются вероятности перехода. Например: клиент банка не имеет счета и перед выполнением операций этот счет необходимо завести; деталь оказалась бракованной и необходима ее повторная обработка и т.д.

Блок условия может использоваться и для организации циклов, при этом для блока условия задается число итераций. Например, некоторый набор операций должен выполняться раз в квартал. Число итераций также может быть случайным, например, число адресатов информационного письма (в таком случае в качестве числа итераций указывается имя переменной). Допустимо вложение циклов.

Плавательные дорожки (термин, сформулированный в англоязычной литературе и известный как «swimlanes») позволяют отслеживать затраты труда и стоимость не только по деловому процессу в целом, но и по исполнителям или отделам. Если, например, деловой процесс затрагивает несколько отделов, дорожки позволяют найти затраты труда или стоимость выпускаемой продукции по каждому из этих отделов за заданный период времени.

Диаграмма прецедентов. Диаграмма прецедентов (Use Case Diagram) позволяет задавать загрузку системы в целом. Пример диаграммы прецедентов приведен на рисунке 4, где показаны акторы, прецеденты и приведены числовые характеристики. Прецеденты

связаны с диаграммами деятельности, таким образом, исполнение делового процесса происходит при обращении к соответствующему прецеденту.

Актор (Actor) представляет внешние по отношению к изучаемой системе сущности, порождающие разнообразные обращения к системе. Примером актора может служить заказчик, руководитель предприятия, информационная система, посылающая запрос и т.д. Актор обращается к прецеденту (Use Case), иницилируя, таким образом, деловой процесс.

Рис. 4. Пример использования диаграммы прецедентов для построения имитационной модели

Для каждого актора указывается численность его экземпляров, которая может быть случайным числом. Связь актора с прецедентом характеризуется числом, которое описывает частоту обращения актора к прецеденту за выбранный период времени. Это может быть детерминированная (бухгалтерия требует представить определенный отчет один раз в месяц), либо случайная величина (каждый филиал примерно 10–20 раз в год оформляет нового сотрудника). В случае большой или неизвестной численности акторов и редкого обращения к прецеденту имеет смысл считать численность акторов равной единице и с помощью характеристик связи задать общую частоту обращения к прецеденту всех акторов данного типа. Для прецедентов, связанных отношением «extend» должна быть задана вероятность, с которой один прецедент требует обращения к другому. Например, для проведения денежной операции в некоторых случаях может потребоваться проверка платежеспособности клиента. Если прецеденты связаны отношением «include», то обращение ко второму прецеденту будет происходить каждый раз при активации первого.

3. Возможности и преимущества использования имитационных моделей при планировании деятельности предприятия

Предложенный инструментарий моделирования деловых процессов фирмы отличается рядом преимуществ, на которые мы уже указывали в предыдущих публикациях [1; 3, С. 99–113]. Во-первых, такой подход является универсальным, пригодным для описания и моделирования любых деловых процессов на предприятии. Во-вторых, он отличается высокой степенью понятности, что позволяет представить деловой процесс в обозримом, легко воспринимаемом виде. Кроме того, по затратам на его реализацию он оказывается вполне доступным по стоимости за счет сокращения затрат труда на проведение моделирования, достигнутой благодаря автоматизации синтеза имитационной модели.

Предлагаемый подход и его реализация в виде системы имитационного моделирования деловых процессов [5] обеспечивает решение таких задач, как оценка и минимизация затрат трудовых и материальных ресурсов на деловые и производственные процессы; оптимизация численности персонала. Его применение позволяет проводить исследование эффективности организации деловых процессов с точки зрения затрат рабочего времени или стоимости, облегчает оценку принимаемых управленческих решений, обеспечивает необходимым инструментарием процесс оценки эффективности использования автоматизированных информационных систем.

Литература

1. Хубаев Г.Н. Интеграция визуальных и имитационных моделей – универсальный инструментарий для оценки затрат ресурсов // Проблемы федеральной и региональной экономики: ученые записки / Ростовский государственный экономический ун-т «РИНХ». – Ростов-н/Д, 2007 – Вып. 10. – 228 с.
2. Хубаев Г.Н., Щербаков С.М. Методика имитационного моделирования деловых процессов на основе UML-моделей // Системный анализ в проектировании и управлении: Труды X Международной научно-практической конференции. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006.

3. Хубаев Г.Н., Щербаков С.М. Особенности использования языка UML для имитационного моделирования // Проблемы федеральной и региональной экономики: Ученые зап. Вып. 9. – Ростов-на-Дону: – РГЭУ «РИНХ», 2006.
4. Хубаев Г.Н., Щербаков С.М. Построение имитационных моделей для оценки трудоемкости деловых процессов с использованием языка UML: Препринт /Ростов-на-Дону: РГЭУ «РИНХ», 2004. – 80 с.
5. Хубаев Г.Н., Щербаков С.М., Шиббаев А.Л. Конструктор имитационных моделей деловых процессов // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ.– № 2005612262.– М.: РОСПАТЕНТ, 2005.
6. Balsamo S., Marzolla M. Simulation Modeling of UML Software Architectures, Proceedings of the European Simulation Multiconference, Nottingham – UK, Jun 9–11 2003, Edited by David Al-Dabass, SCS-European Publishing House.
7. Gordon Gu and D. C. Petriu, XSLT Transformation from UML Models to LQN Performance Models, Proc. of 3rd Int. Workshop on Software and Performance WOSP'2002, pp.227–234, Rome, Italy, July 2002.
8. Marzolla M., Balsamo S., UML-PSI: The UML Performance SIMulator, Proc. of the First International Conference on the Quantitative Evaluation of Systems (QEST 2004), Enschede, The Netherlands, September 27–30, 2004, pp. 340–341, IEEE Computer Society.
9. Pan-Wei Ng. Business Process Modeling and Simulation with UML Part I: Defining a UML Transaction Model That Maps to RUP Business Models // Rational Edge, 2002 Apr.
10. Pan-Wei Ng. Business Process Modeling and Simulation with UML Part II: Executing a UML Transaction Model with Rational Rose // Rational Edge, 2002 May.
11. Performance by Unified Model Analysis (PUMA) by Murray Woodside, Dorina C. Petriu, Dorin B. Petriu, Hui Shen, Toqeer Israr, Jose Merseguer // WOSP'05, July 11–15, 2005, Palma de Mallorca, Spain.