

МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ КЛАССА ОБЪЕКТОВ

С. В. Акимов (Санкт-Петербург)

Одной из актуальных проблем теории и практики имитационного моделирования является автоматизация создания моделей [1–2]. Современные системы имитационного моделирования обычно позволяют задавать модели либо путем непосредственного написания ее кода на специальных языках, таких, как GPSS и SIMSCRIPT, либо используя визуальные конструкторы, которые позволяют значительно сократить время создания модели. Следующим шагом в наиболее развитых системах стало применение параметризованных моделей, реализуемых с помощью специальных мастеров («визардов»). Использование «визардов» позволяет значительно сократить время создания моделей, а, следовательно, и время, затрачиваемое на проведение имитационного эксперимента.

Кроме того, подобные модели необходимы для автоматизации структурно-параметрического синтеза, осуществляемого при помощи поисковых методов, когда поиск проводится в пространстве, как параметров, так и структур [3], а, следовательно, необходимо иметь механизмы автоматического формирования и модификации моделей.

Но повсеместное распространение параметризованных моделей наталкивается на ряд трудностей. Так «визарды» обычно создаются на специальных сценарных языках, требующих от пользователя высокой квалификации. Кроме того, при их создании используются интерфейсы прикладного программирования или объектные модели документов, уникальные для каждой системы имитационного моделирования.

Целью данного доклада является изложение методологии создания подобных моделей и представления архитектуры CASE-системы, созданной на базе этой методологии. Отличительной особенностью рассматриваемых моделей является тот факт, что они моделируют не отдельно взятый объект, а целый класс объектов. Модель же единичного объекта получается путем ограничения общей модели. Ввиду этого назовем такие модели универсальными имитационными моделями.

Универсальная имитационная модель будет иметь трехуровневую архитектуру: уровни идентификации, спецификации и имитации (рисунок).

Уровень идентификации

Морфологическое множество включает в себя все структурные решения объектов рассматриваемого класса [4–5]. Такое множество может быть как неупорядоченным, так и частично упорядоченным. Если речь идет о неупорядоченном морфологическом множестве, то подразумевается простое множество структур всех объектов ему принадлежащих. В случае представления морфологического множества с помощью морфологического дерева или каким-либо иным способом, оно становится частично упорядоченным. Следует заметить, что одно и то же морфологическое множество можно упорядочить различными способами, создавая различные системы классификационных признаков, хотя сами эти классификационные признаки могут быть и одинаковыми.

Выделив классификационные признаки и сведя их в систему, а если присутствует несколько классов объектов, то и определив отношение между классами, мы получим частично упорядоченное множество, которое будет представлять собой модель морфологического множества *уровня идентификации*. Назовем такую модель моделью **M1** [6–8]. Ее обычно представляют в виде морфологического И/ИЛИ-дерева либо морфологической таблицы, хотя возможны и другие, более удобные способы представления [9–

10]. Заметим, что в литературе такое представление обычно никак не обозначается и просто говорится о морфологическом дереве или таблице.

Решением модели **M1** является идентификатор структуры объекта:

$$\mathbf{И} = \mathbf{M1}(\Sigma\mathbf{ЗКП}),$$

где $\Sigma\mathbf{ЗКП}$ – система значений классификационных признаков, а **И** – идентификатор, однозначно идентифицирующий структуру объекта, представляющий собой набор значений классификационных признаков и соответствующий дереву решений в случае использования аппарата морфологических деревьев.

Уровень спецификации

Используя модель **M1**, представленную тем или иным способом, можно однозначно идентифицировать объект, назвав все значения его классификационных признаков. Но такая модель не содержит исчерпывающую информацию о структуре идентифицированного объекта. Поэтому, чтобы восстановить по **M1** структуру объекта, необходима библиотека базовых спецификаций, представляющая собой множество спецификаций базовых структур, на которые может быть разложена общая спецификация объекта. Если объединить модель **M1** с такой библиотекой параметризованных моделей и задать правила генерации спецификации устройства по его идентификатору, то будет получена модель на качественно новом уровне. Такая модель содержит всю необходимую информацию о морфологическом множестве и позволяет получить спецификацию структуры любого объекта, принадлежащего данному множеству.

Следовательно, ее целесообразно назвать *моделью морфологического множества уровня спецификаций* или просто *моделью морфологического множества*. В отличие от **M1**, такая модель позволяет не только идентифицировать объект, но и получить его спецификацию, и тем самым является гораздо более содержательной. Кроме того, она включает в себя **M1** в качестве модели более низкого уровня иерархии. Назовем эту модель в рамках четырехуровневой интегративной модели, моделью **M2**.

На вход **M2** подается идентификатор структуры, являющийся решением **M1**. В свою очередь, решением **M2** будет спецификация структуры объекта **C**:

$$\mathbf{C} = \mathbf{M2}(\mathbf{И}) = \mathbf{M2}[\mathbf{M1}(\Sigma\mathbf{ЗКП})],$$

где **C** – спецификация структуры объекта, **ЗКП** – набор значений классификационных признаков, однозначно идентифицирующий структуру объекта.

Для визуализации восстановленных структур можно использовать многочисленные алгоритмы визуализации графов и гиперграфов [11].

Чтобы облегчить создание трансляторов на различные входные языки моделирования, целесообразно первоначально выполнять трансляцию на промежуточный язык описания структур. Тогда трансляторы на целевые языки моделирования могут быть созданы в виде отдельно подключаемых модулей, или CASE-система должна содержать средства автоматической генерации таких трансляторов.

Уровень имитации

Модель **M2** позволяет получить спецификацию структуры любого объекта, принадлежащего рассматриваемому классу. Но такая модель не позволяет провести всесторонний анализ этого объекта, так как не дает возможность исследовать какие-либо характеристики объекта, кроме структурных. Из нее непосредственно не вытекают системы уравнений, описывающие исследуемый объект, и невозможно исследовать характеристики, получаемые в результате проведения имитационного моделирования. Если помимо возможности восстановления структуры объекта по значениям классификаци-

онных признаков имеется возможность создать имитационную модель и осуществить имитацию, то есть провести всесторонний анализ объекта, не только структурный, но и функциональный, то такая модель будет уже не моделью морфологического множества, а *имитационной моделью класса объектов* или *универсальной имитационной моделью*. Она будет моделью третьего уровня или *уровня имитации*. Назовем ее **М3**. Она включает в себя модель **М2**, точно так же, как **М2** включает в себя **М1**.

Итак, **М2** позволяет по значениям классификационных признаков получить спецификацию объекта. Используя эту спецификацию, представленную на входном языке системы имитационного моделирования, или используя ее интерфейс прикладного программирования (API), возможно провести анализ идентифицированного объекта в том объеме, который обеспечивается этой системой. Так как сейчас системы имитационного моделирования от различных производителей получили достаточно широкое распространение, то в случае наличия адекватной системы моделирования объектов исследуемого класса, можно ограничиться лишь моделированием морфологического множества. Таким образом, осуществляется разделение моделирования структур и традиционного имитационного моделирования. Это полностью соответствует современной тенденции модульного программирования, когда вместо того, чтобы писать программу целиком, ее собирают из готовых модулей, а пишут лишь недостающие. Это сокращает объем работ и, кроме того, такая система получается более надежной, так как в ней используются модули, которые должны работать во многих различных системах, и потому пишутся, отлаживаются и тестируются наиболее тщательно.

На вход **М3** подается спецификация структуры объекта, а ее решением будет набор характеристик **X**:

$$X = M3(C, H) = M3\{M2[M1(\Sigma K P)], H\},$$

где **H** – номиналы параметров элементов, составляющих объект.

Система компьютерного моделирования морфологического множества Structuralist

Изложенная в данном докладе методология в настоящее время реализуется в исследовательской программной системе моделирования морфологического множества Structuralist. На данном этапе создан прототип системы, обеспечивающей автоматизированное создание моделей уровня идентификации сложных иерархических систем. При представлении знаний о морфологическом множестве используются структуры, используемые в одноименном языке, а именно: модуль, представляющий класс объектов; классификационный признак; значение классификационного признака и связь, сводящая вышеназванные структуры воедино. Данная концепция позволяет учитывать запрещенные сочетания классификационных признаков и их значений. Например, в случае моделирования кузовов автомобилей можно выделить два классификационных признака: тип кузова и число дверей. Значениями первого будут: седан и универсал, а второго – 2, 3, 4 и 5. Но у седана может быть либо 2, либо 4 двери, в то время, как у универсала – 3 или 5. Учет запрещенных сочетаний осуществляется с помощью механизма связей. Так же при помощи связей осуществляется агрегация модулей (система – подсистема) и генерация нескольких однотипных модулей.

Выводы

Из вышеизложенного видно, что универсальные имитационные модели, по сравнению с традиционными моделями:

- являются моделями целого класса объектов;

- могут быть использованы для автоматизации структурно-параметрического синтеза и оптимизации объектов, проводимых поисковыми методами;
- содержат информацию о структурах моделируемого класса объектов.

Применение универсальных имитационных моделей позволяет значительно ускорить процесс задания структуры исследуемого объекта по сравнению, как с явным написанием кода на языках имитационного моделирования, так и с использованием визуальных конструкторов. Универсальные имитационные модели не только необходимы для автоматизации структурно-параметрического синтеза, но и оказываются весьма полезными при диалоговом режиме работы, так как, во-первых, значительно сокращают время на задание структуры, а во-вторых, интерфейс, выполненный в виде морфологического дерева, может служить своеобразным справочником, содержащим возможные варианты структур. Универсальные модели идут в развитие компьютерного моделирования, так как в отличие от обычных моделей содержат в неявном виде информацию о структурах устройств, принадлежащих исследуемому классу, а следовательно, способствуют интеграции научно-технических знаний.

Литература

1. **Иванищев В. В.** Автоматизация моделирования потоковых систем. –Л.: Наука, 1986.
2. **Иванищев В. В.** Новые парадигмы в моделировании//Проблемы информатизации. –2000. –№ 1. –С. 29–34.
3. **Акимов С. В.** Компьютерные модели для автоматизированного структурно-параметрического синтеза//Компьютерное моделирование 2004: Труды 5-й международной конференции. Часть 1. –СПб: Нестор, 2004. – С. 191–197.
4. **Zwicky F.** Discovery, Invention//Research through the Morphological Approach. New York: McMillan, 1969.
5. **Одрин В. М., Картавов С. С.** Морфологический анализ систем. Построение морфологических таблиц. –Киев: Наукова думка, 1977.
6. **Акимов С. В.** Четырехуровневая интегративная модель для автоматизации структурно-параметрического синтеза//Труды учебных заведений связи/СПбГУТ. –СПб., 2004. –№ 171. – С. 165–173.
7. **Акимов С. В.** Мультиагентная модель автоматизации структурно-параметрического синтеза//Системы управления и информационные технологии. – 2005. –№ 3 (20). – С. 45–48.
8. <http://www.structuralist.narod.ru>
9. **Валькман Ю. Р.** Модельно-параметрическое пространство в исследовательском проектировании: цели построения, определения, структура и свойства // Вопросы когнитивно-информационной поддержки постановки и решения новых научных проблем. Киев: Институт кибернетики НАН Украины, 1995. – С. 103 – 105.
10. **Акимов С. В.** Лингвистическое обеспечение моделирования морфологического множества//57-я НТК: материалы/СПбГУТ. –СПб, 2004. – С. 101–102.
11. **Касьянов В. Н., Евстигнеев В. А.** Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. –СПб: БХВ-Петербург, 2003.