

О теории моделирования и гиперграфа классов

Аннотация Представлена формулировка новой теории моделирования, предназначенной для эволюционного проектирования моделей широкого класса сложных, открытых, динамических, сетевых, иерархических систем. Эта формулировка основана на идее гиперграфа классов как единой модели, предложенной ранее одним из авторов и эффективно использованной при разработке Эталон-CASE-технологий и корпоративных систем управления. Классы и объекты представляются конечными автоматами. Теория усовершенствует концепции моделирования, разработанные в общей теории систем, в теории автоматов, в объектно-ориентированном проектировании и при построении универсального языка моделирования UML.

1. Введение

Моделирование используется для решения задач исследования, анализа, планирования, управления в самых разнообразных областях деятельности. В последние десятилетия моделирование стало важной составной частью проектирования программного обеспечения, основанного на CASE - технологиях [1,2]. Хорошо известны структурный и объектно-ориентированный подходы к моделированию, в которых используется нотация диаграмм потоков данных и "сущность-связь" для первого подхода и диаграммы вариантов использования, диаграммы классов и др. для второго подхода. Активно продвигаются такие средства моделирования как Silverrun, Oracle Designer, Rational Rose, Microsoft.NET и др. и такие технологии как DATARUN, RUP, AgentBuilder и т.д. Широкую известность получил универсальный язык моделирования (UML), использующий принципы объектно-ориентированного проектирования [3,4]. Однако указанные методы моделирования обладают серьезными недостатками, в частности отсутствуют точные формулировки основных понятий и единая модель системы, см. например, [5].

В настоящей работе предлагается формулировка новой теории моделирования, предназначенной для построения моделей широкого класса сложных, открытых, динамических, сетевых, иерархических систем. Эта формулировка основана на идее гиперграфа классов как единой модели, предложенной ранее одним из авторов (М.Хохловой) и эффективно использованной при разработке Эталон- CASE-технологий эволюционного проектирования моделей сложных, открытых, динамических, слабо-детерминированных систем и корпоративных систем управления [6,7]. Классы и объекты представляются конечными автоматами. Теория усовершенствует концепции моделирования, разработанные в общей теории систем, в теории автоматов, в объектно-ориентированном проектировании и при построении универсального языка моделирования UML. Авторы надеются, что данная работа будет полезной, в частности при разработке усовершенствованных, более семантически точных версий UML, см. [8,9].

В отличие от UML, где нет единой модели системы, новая теория моделирования строит единую модель. Моделирование в предлагаемой теории осуществляется на основе фиксированного набора базовых классов, замены итерационного проектирования на эволюционный и усовершенствованного диаграммного представления. Моделью системы является гиперграф классов и определяемый им конечный автомат.

Авторы предпринимали попытки использовать методы р-адического анализа [10] в теории управления и моделирования. Эти методы адекватны для описания сложных иерархических систем. Однако в процессе работы стало ясно, что сначала требуется дать надлежащую математическую формулировку методов моделирования, используемых в реальных современных системах управления, широко используемых на практике, таких как Эталон, а затем уже для анализа построенных моделей можно будет использовать более тонкие методы р- адического анализа. В данной работе мы ограничиваемся формулировкой основ новой теории моделирования.

Модель системы, описанная в настоящей работе, может быть связана с понятием управляющей системы в смысле [11] и теорией информационного поиска [12]. В управляющей системе выделяются четыре основных звена: схема, информация, координаты и функция. *Схема* управляющей системы представляет собой некоторое соединение элементов, каждый из которых связан с заданной памятью, образуя в ней элементарные подсистемы. *Информация* управляющей системы задается состояниями памяти, принимаемыми из некоторого конечного множества. *Координаты* элементов схемы характеризуют расположение схемы. *Функция* управляющей системы определяет ее преобразования, включающие возможные изменения схемы, информации, координат и поведения.

В следующих разделах рассматриваются сначала эвристическое описание гиперграфа классов. Затем приводятся сведения из теории конечных автоматов и формальных языков, необходимые для формулировки гиперграфа классов, а также уравнения балансов для аддитивных благ. Далее дается точное определение и поясняется функционирование основного понятия данной работы - гиперграфа классов, лежащего в основе новой общей теории моделирования.

2. Гиперграф классов. Общее описание

В объектно-ориентированном проектировании основными являются понятия класса и объекта [1,2,3]. Класс задается совокупностью свойств членов класса - описаний некоторых сущностей и методов их изменения. Формально - это множество, состоящее из пары подмножеств. Одно из подмножеств называется переменными, другое - методами их изменения. Отношение - это связь между классами, отражающая различные принципы взаимодействия классов в моделях. Приведем здесь эвристическое описание гиперграфа классов системы Эталон. Ниже будет дана точная формулировка. Мы различаем *структуру*, *функционирование*, *проектирование* и *сложность* гиперграфа классов и соответствующего конечного автомата.

Приведем сначала структурное описание гиперграфа классов. Любой гиперграф (эквивалентный термин - сеть) задается множеством V , элементы которого называются вершинами, и семейством E наборов элементов множества V , называемых ребрами гиперграфа. Гиперграф обозначается $\langle V, E \rangle$. Модель системы в ОТМ задается следующим гиперграфом классов $X \langle V, E \rangle$. Вершины, образующие множество V - это классы, соответствующие элементам модели. Базисные классы описаны ниже. Любой класс имеет один и только один из трех указанных ниже типов. Ребра, т.е. наборы вершин, образующие семейство E - это отношения (связи) перечисленных ниже семи видов между элементами модели. Классы имеют один из следующих трех типов:

- 1) содержание (база данных, хранилище, таблица,...),
- 2) форма (формы ввода/корректировки, отчеты, документы,...),
- 3) поведение (процедуры, алгоритмы, ...).

Ребра гиперграфа - это отношения классов в модели, отражающие наследование и другие связи, см. ниже.

Гиперграф содержит следующий важный подграф. Если рассмотреть его вершины и для них только отношения наследования, то будет получено дерево наследования. Это дерево используется для эволюционного проектирования гиперграфа классов.