

# Использование инверсионного многомерного классифицирования в концептуальном проектировании

Д.В. Бутенко

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия

Инновация является самым эффективным инструментом получения добавочной прибыли, стимулом производственной и интеллектуальной конкуренции. Непременными свойствами инновации являются их новизна, производственная применимость (экономическая обоснованность) и обязательное соответствие запросам потребителей.

Главным звеном инновационного процесса является генерация идей и их оформление в виде конкретных технических, экономических или организационных решений. В соответствии со схемой генерации идей [1] необходимо создать условия для получения высококачественных решений на основе получаемых идей. Это делает актуальным решение задачи организации комплекса условий для генерации идей и способов их реализации.

Для создания условий генерации идей, обладающих высоким инновационным потенциалом, необходимо, по нашему мнению, является построение «полей знаний», существенно облегчающих процесс получения новых решений. «Поля знаний» необходимы для изучения разновидности явлений, свойств, факторов и пр. Они помогают определить содержание явления или проблемы.

Термин «поле знаний» используется в описанном [2] методе систематического покрытия поля (МСПП), который рекомендует последовательно экстраполировать имеющиеся знания в неизученные участки поля, стараясь перекрыть его полностью, т.е., с одной стороны, найти ответы на все вопросы, имеющие отношение к объекту исследования, а с другой стороны, мысленно построить все ситуации и следствия, вытекающие из уже имеющихся знаний (с тем, чтобы затем этим следствиям и ситуациям найти соответствие в реальном мире). Схема метода МСПП показана на рисунке. 1.

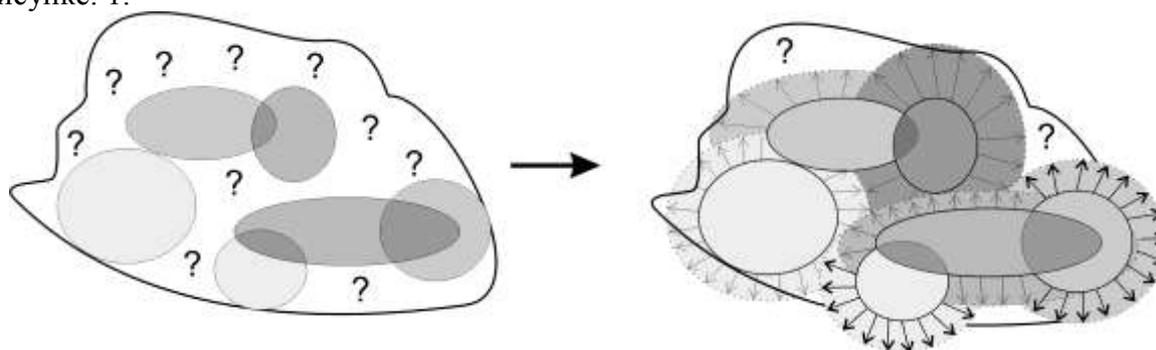


Рис. 1. Схема метода систематического покрытия поля.

«Поле знаний» об объекте исследования условно обозначено замкнутой плоской областью. Исследование объекта строится как продвижение от «областей знаний», обозначенных кружками на рисунке, причем часть поля знаний покрывается одной областью, какая-то часть покрыта пересечениями областей, а какая-то часть остается непокрытой. Иногда в ходе исследования сведения выходят за границы «поля знаний» об объекте. МСПП – единственный метод из методов концептуального

проектирования, ориентированный не на изобретение, а на открытие. Т.е. конструируется внутренне непротиворечивая ситуация, объект или явление, а затем эта никем не наблюдавшаяся ситуация или мысленная конструкция либо обнаруживается в природе, либо создается искусственно. Здесь «систематическое покрытие поля» понимается как планомерное продвижение в область неведомого и, как правило, влечет за собой цепочку открытий.

Для построения таких полей знаний необходимо разработать методы построения классификационных таблиц, обладающих предсказательными свойствами.

Под классификацией мы понимаем процедуру, посредством которого из некоторого множества объектов выделяются все входящие в него классы, таким образом, чтобы каждый, принадлежащий исходному множеству объект, попал в один и только в один класс.

Поля знаний могут быть построены разными способами, которые определяются признаком или критерием классификации. Классификации могут быть многокритериальными, где классы могут частично пересекаться.

На сегодняшний день разработаны многочисленные эмпирические классификации, являющиеся описательными. Подавляющее большинство классификаций не обладают предсказательными свойствами. Придание этого свойства классификационным таблицам является важной научной проблемой, обладающей актуальной научной новизной для интенсификации инновационных процессов.

Эффективность построения классификационных многомерных шкал для генерации идей показаны на примере матрицы методов генерации идей [3].

Анализ интеллектуальных процессов традиционно относимых к области системного анализа показывает, что, несмотря на декларацию существования теории системного синтеза, она описывает только синтез структур технических решений, не затрагивая стадию концептуального проектирования (КП). Для этой стадии характерна большая неопределенность в принятии решений и большое количество НЕ-факторов. Кроме того, в известных подходах [4] полностью отсутствуют аспекты обсуждения проблемы обеспечения новизны создаваемых решений, их эмерджентности и устойчивости.

Под эмерджентностью, от латинского *emergens*, – возникающий, восходящий, поднимающийся, понимается свойство творческих решений, полученных в результате скачкообразного образования новых качеств в проектируемом объекте. В теории эволюции эмерджентность — возникновение новых функциональных единиц системы, которые не сводятся к простым перестановкам уже имевшихся элементов. Открытие эмерджентных свойств системы возможно при использовании процедуры классификации.

Решение задачи классифицирования является актуальной проблемой системного анализа в части усиления его предсказательных свойств, а также автоматизации этого процесса. Отметим, что автоматизация классификаций имеет высокую практическую значимость, и такие системы с необходимостью могут быть интегрированы в банки фундаментальных знаний для поддержки инновационных процессов в науке и технике.

Исходя из общей теории проектирования идеальный метод проектирования технических объектов должен иметь необходимое количество признаков. А именно:

- 1) Постановка задачи должна быть представлена с максимальной полнотой при помощи формальных или неформальных описаний;
- 2) Должно присутствовать описание предметной области, в которой поставлена задача. Описание предметной области возможно в виде формальных моделей или при помощи эвристик;
- 3) Необходимо указать способ решения задачи и условия получения решений;

- 4) Отдельно должны быть описаны методы обеспечения получения новых решений, т.е. эмерджентных решений для системы, которые обеспечивают появления новых свойств, таких которых не было у системы;
- 5) Описываются процедуры оценивания решений и процедуры выбора решений для данного класса задач;
- 6) Описываются средства оценки перспективы решения, т.е. необходимо определить, каким образом можно развить полученные решения.

Указанный подход требует онтологического описания проблемной ситуации, позволяющему, в отличие от аксиоматического подхода, представить все антиномии и диалектические противоречия, возникающие в предметной области в процессе проектирования нового решения.

Использование онтологического подхода дает основание использовать в проектировании для выявления релевантного знания совокупности интеллектуальных процедур, позволяющих проявлять и описывать структуры реальности, раскрывающие фундаментальные принципы построения предметной области, определять и упорядочивать наборы понятий и утверждений об этих понятиях, на основе которых можно строить классы объектов, выявлять их отношения и их систематическое единство.

Первая среди таких интеллектуальных процедур – это классификация.

Формирование целостного представления о сущности конкретной системы возможно по множеству ее частных проявлений свойств и качеств, формально выраженных в системе соподчиненных понятий, т.е. при классифицировании этих понятий. По Винеру [5], «всякая классификация знания должна быть многомерной, то есть осуществляться в пространстве многих измерений», где каждое измерение, является шкалой, вектором изменений определенного качества системы.

Для обнаружения пространства креативных возможностей предлагается также решать задачу классифицирования элементов системы на любом из системных уровней по признаку противоположности по значимым для решения данной задачи свойствам проектируемой системы.

В нашем мире противоположности повсеместно и неразрывно сопровождают друг друга. Диалектические противоположности сохраняют индивидуальные, отличающие их особенности, свойства членов единой общности, которая может быть названа бинарной оппозицией. Все части целого имеют свой ценностный статус и значимость лишь благодаря принадлежности к взаимообусловленной инверсии. Инверсия – процедура сопоставления объекту, функции, свойству, физическому эффекту и т.д. его противоположности.

В глобальном определении, инверсия несет в себе функцию структурного инварианта, предназначенного для обеспечения внешнего порядка и внутренней закономерности всех вещей нашего мира.

Применение многоаспектной системной операции инверсии над всеми концептуальными уровнями объекта в процессе генерации идеи изменения обеспечивает максимально полный массив альтернатив качественных изменений объекта. Таким образом, можно сказать, что инвертирование – это когнитивная операция генерации противоположных по смыслу описаний объектов на всех системных уровнях.

Моделью данной операции служит трехкомпонентная схема:

$$inversio = \{A, OperatioInversio, B\};$$

где  $A$  - описание свойства, функции, объекта или другого концепта;  $OperatioInversio$  - операция инвертирования;  $B$  – описание противоположного свойства,

противоположной функции, инвертированного объекта. Оператор инверсии и получаемый результат увеличивает количество классификационных признаков для определения функционально значимых отношений и, таким образом, увеличивает размерность получаемой классификации исследуемого объекта. Только в этом случае любая классификация приближается по своим свойствам к естественной классификации. На этой основе могут быть получены инновационные решения с высокими показателями эффективности.

Под термином «Поле знаний» понимается неформальное описание основных понятий, необходимых для описания исследуемой предметной области и свойств отношений, используемых для установления связей между понятиями в виде графа, диаграммы, таблицы или текста [5].

Формально поле знаний описывается [6]:

$$\Pi = (I, O, M), M = (Sk, Sf). \quad )$$

Где  $I$  - структура исходных данных, подлежащих интерпретации;  $O$  – структура выходных данных, то есть результата работы системы;  $M$  – операциональная модель предметной области, на основании которой происходит модификация  $I$  в  $O$ ;  $Sk$  – концептуальная структура;  $Sf$  – функциональная структура.

Формирование  $Sk$  основано на выявлении понятий структуры предметной области, что позволяет моделировать основные функциональные связи или отношения между элементами  $Sk$ . Эти связи отражают стратегию принятия решений в выборе действий на поле знаний.

Основной проблемой при работе с большим объемом информации является проблема поиска знаний, релевантных решаемой задаче. Полнота поля знаний может быть обеспечена путем использования операции инверсии при определении концептуальной структуры. Тогда концептуальная структура может быть определена следующим кортежем:

$$Sk = \{a_i(A_i), \square \square^s a_i(\neg A_i) \mid i \in N_n, \neg A_i = \neg^s A_i\}, \quad )$$

где  $N_n = \{1, 2, \dots, n\}$ , - множество натуральных чисел;

$a_i$  – понятие, элемент поля знаний;

$A_i$  – множество свойств элемента  $a_i$ ;

$\neg A_i$  – множество свойств элемента  $\neg^s a_i$ ;

$\neg^s$  - операция семантического отрицания.

С точки зрения реализации полноты поле знаний должно представлять собой наборы полярных элементов, которые обладают противоположными свойствами. Такое описание системы знаний будет описывать противоречивость, двойственность проявляемых системой свойств, которая определяется двойственностью внутренних свойств элементов этой системы.

Предлагаемое описание позволяет наиболее полно представить сущность исследуемого объекта, т.е. его внутреннее содержание, выражающееся в единстве многообразия противоречивых свойств, объединяющих множество элементов объекта, обеспечивающих его целостность. «Отрицание есть позитивный элемент целого». Такие системы являются устойчивыми.

Идея объекта, таким образом, интеллектуально «окружена» присущим ей знанием об этом объекте в многомерном пространстве качественных признаков, которые можно назвать концептами. Такое понимание согласуется с диалектическим мировоззрением многокачественности и многомерности явлений окружающего мира, «превращением движущейся материи из одного состояния в другое», позволяет проиллюстрировать Закон Философии «О единстве и борьбе противоположностей».

В общем, построение классификаций на вышеописанных принципах позволяет определить пространство онтогенеза, по аналогии с живыми системами, или вернее системогенеза, его системогенетических возможностей исследуемого и проектируемого объекта, так как этот термин более корректен, если мы имеем в виду технический объект в аспекте его развития.

Такая естественная классификация с использованием принципа инверсии, в отличие от распространенных эмпирических классификаций, будет обладать предсказательными свойствами, например такими, как периодическая таблица химических элементов Д.И. Менделеева, позволяющая прогнозировать свойства еще не известных элементов, где присутствует внутренняя четкость, однозначность, связанность, закономерность, периодичность. Это прогностическое свойство может быть получено двумя способами: введением когнитивной операции инвертирования в классификационную машину, а также увеличением числа классификационных шкал. Таким образом может быть усилен процесс поиска критериев организации, органичной целостности и новизны технических объектов и в этом случае может быть получено решение задачи многоаспектного концептуального анализа строения и функционирования исследуемой системы.

Формулировка задача целеполагания на полученном пространстве знаний состоит в конкретизации следующих принципиальных проблем: если в процессе построения поля знаний на указанных принципах будет обнаружено, что необходимые конструктивные элементы неизвестны, то надо провести выявление и распознавание их сущности и произвести их описание, а в случае если обнаруженные вакантные места в конструктивной схеме, обусловленные недостатками объекта, то необходимо провести их порождение в соответствии со схемами концептуального описания систем и концептуального развертывания идеи с той или иной степенью детализации [7].

Решение задачи целеполагания будет заключаться в том, чтобы определить функциональную структура ( $S_f$ ) поля знаний как оптимальный путь в данном онтогенетическом пространстве в условиях тех или иных ресурсных ограничений.

На основе описанного подхода создается автоматизированная система поддержки процесса построения полей знаний для анализа систем в концептуальном проектировании, необходимая для учебного процесса в части комплекса лабораторных работ по дисциплине «Концептуальное проектирование систем» в Волгоградском техническом университете. Описанный подход к анализу систем позволит реализовать и использовать интеллектуальную технологию для анализа систем при постановке задач на проектирование новых технических и информационных систем при создании инновационных продуктов и технологий.

Таким образом, использование многомерной инверсной классификации для функций, элементов, связей при построении онтологии любой предметной области создаст инструментарий для управления качеством решений при концептуальном проектировании систем.

#### Литература:

1. Ладенко И.С., Разумов В.И., Теслинов А.Г. Концептуальные основы теории интеллектуальных систем. СО РАН Ин-т Философии и Права. Отв. ред. И.С. Ладенко – Новосибирск, 1994.
2. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ: Уч. пособ. – М.: Высшая школа, 1997.- 389с.
3. Бутенко, Л.Н. Использование инверсии в морфологическом синтезе / Л.Н. Бутенко, Д.В. Бутенко, Д.С. Чугунов // Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах": межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2007. - Вып.1, №1. - С. 34-36.
4. Техническое творчество: теория, методология, практика. Энциклопедический словарь-справочник. М. Информ-Система., 1995. с.408.

5. Базы знаний интеллектуальных систем/ Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский – СПб. Питер, 2000. – 384 с
6. Андреев А.М., Березкин Д.В., Симаков К. В. Формальный V - язык описания морфологии и синтаксиса текстов на естественном языке. Сборник трудов 1. Информатика и системы управления в XXI веке. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.
7. Автоматизация поискового конструирования /Под редакцией Половинкина А.И., М: Радио и связь,1981,334с